

유방촬영 장치의 정도관리

김지혜



삼성서울병원

검사주기	검사항목
매일	모니터청소
	레이저프린터관리
매주	판독실 환경 점검
	Flat field calibration
1개월	Visual checklist
	MTF Measurment
3개월	재촬영분석
	임상영상평가
	판독용 모니터 관리
6개월	유방 압박 장치점검
	촬영용 모니터 점검
	표준팬텀을 이용한 시험
1년	조사야 점검
	해상도 점검
	자동노출장치 점검과 재현성
	인공물 점검
	관전압 정확도와 재현성
	평균 유선 선량 측정
	방사선 출력률
	판독실의 조도 측정

1. 3개월 정도관리 항목

- ✓ 재촬영 분석
- ✓ 임상영상평가
- ✓ 판독용 모니터 관리

재촬영 분석

(GE : 2000DS)

목적

- 재촬영되거나 부적절한 사진의 숫자와 원인을 알아내 검사 능력을 향상시키고 비용을 절감하며 동시에 환자에 대한 조사량을 줄일 수 있게 하기 위함

평가기준

- 5% 이내(3개월 250명 이상을 촬영한 경우)
- 전체 재촬영 총 수 / 분석기간 중 촬영한 총 수 * 100

TEST RAD TECH - Chart 09 - Repeat exposure - Automated method (3/3)

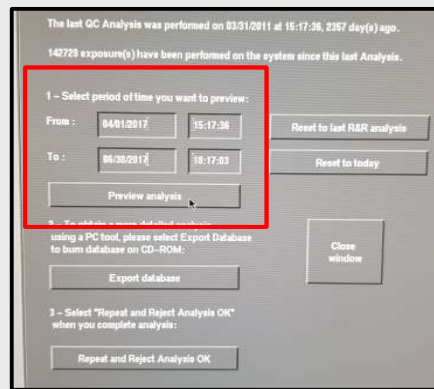
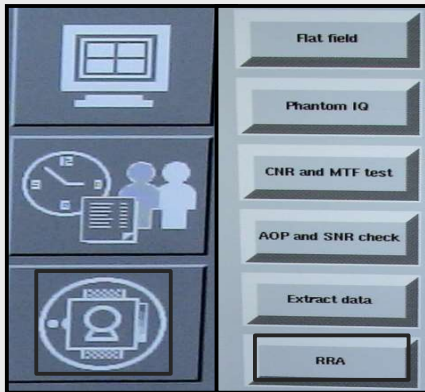
Dates From: To: Pass (P): Fail (F):

Cause	Number of Repeats	Percentage of Repeats	Number of Rejects	Percentage of Rejects
Positioning				
Patient motion				
Poor Compression				
Improper Detector Exposure				
X-Ray Equipment Failure				
Equipment Artifacts				
Blank image				
Clinical Artifacts				
Incorrect View Marker				
QC, Acceptance Tests, Calibration				
Interventional Image (e.g., wire loc.)				

재촬영 분석

(GE : 2000DS)

검사 방법



Total Repeats+Rejects	260
Total Repeats	248
Total Rejects	12
Non-Clinical Repeats+Rejects	3
Total number of exposures	11117
Total Repeat+Reject rate	2.34 %
Total Repeat rate	2.23 %
Clinical Repeat rate	2.23 %

전체 재촬영 총수 / 분석기간 중 촬영한 총 수 *100

$$260 / 11117 * 100 = 2.34 \%$$

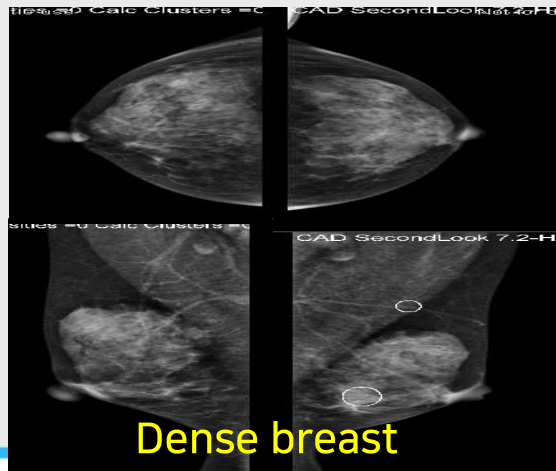
영상영상평가

목적

- 임상에서 촬영한 영상의 평가를 통하여 환자 및 수진자가 정확한 검사를 받고 있는지 고품질의 유방 영상을 제공하여 유방암 발견에 문제가 없는지를 평가하기 위함

검사 기구

- 밀도가 낮은 유방(fatty breast)과 밀도가 높은 유방(dense breast)사진 두 세트 - 양측 유방에 대한 CC, MLO view(총 8장), 영상평가표



영상영상평가

영상영상평가표(CR, DR)				
밀도가 높은영상				
환자번호	환자이름	촬영일시	평가일시	평가자이름
				(인)
항목	평가내용		기준점수	점수
촬영표지	이름		0/1	
	성별		0/1	
	나이		0/1	
	병력번호		0/1	
	날짜		0/1	
	기관		0/1	
	MLO/CC		0/1	
	카세트 번호		0/1	
	촬영자 이름		0/1	
	감정		0/-4	
자세잡기(MLO view)	대흉근이 보이나(없으면 감정)		0/3/5/-5	
	대흉근의 하단		0/3/5	
	Sagging		0/3/5	
	IMF		0/3/5	
	다른부분이 가리나		0/1/3	
	피부주름		0/1/3	
	유두 MLO		0/1/3	
	유방조직이 잘린경우		0/-5	
자세잡기(CC view)	유두 CC		0/1/3	
	유두후방선		0/3/5	
	내측 유방		0/4	
	후방 지방		0/3/5	
	피부주름		0/1/3	
유방조직이 잘린 경우		0/-5		
압박	압박정도		0/2/4	
	움직임		0/3/6	
대조도와 노출정도	대조도		0/3/6	
	노출정도		0/3/6	
잡영과 인공물	경상		0/1/2	
	곡형		0/1/2	
	bad pixel 인공물		0/1/2	
	ghost 인공물		0/1/2	
	laser printer 인공물		0/1/2	
	그리드 인공물		0/1/2	
	기타 인공물		0/1/2	
	판독이 힘들정도로 많다		0/-5	
	collimator		0/3	
	필름크기		0/3	

CC view

영상영상평가표(CR, DR)				
밀도가 높은영상				
환자번호	환자이름	촬영일시	평가일시	평가자이름
				(인)
항목	평가내용		기준점수	점수
촬영표지	이름		0/1	
	성별		0/1	
	나이		0/1	
	병력번호		0/1	
	날짜		0/1	
	기관		0/1	
	MLO/CC		0/1	
	카세트 번호		0/1	
	촬영자 이름		0/1	
	감정		0/-4	
자세잡기(MLO view)	대흉근이 보이나(없으면 감정)		0/3/5/-5	
	대흉근의 하단		0/3/5	
	Sagging		0/3/5	
	IMF		0/3/5	
	다른부분이 가리나		0/1/3	
	피부주름		0/1/3	
	유두 MLO		0/1/3	
	유방조직이 잘린경우		0/-5	
자세잡기(CC view)	유두 CC		0/1/3	
	유두후방선		0/3/5	
	내측 유방		0/4	
	후방 지방		0/3/5	
	피부주름		0/1/3	
유방조직이 잘린 경우		0/-5		
압박	압박정도		0/2/4	
	움직임		0/3/6	
대조도와 노출정도	대조도		0/3/6	
	노출정도		0/3/6	
잡영과 인공물	경상		0/1/2	
	곡형		0/1/2	
	bad pixel 인공물		0/1/2	
	ghost 인공물		0/1/2	
	laser printer 인공물		0/1/2	
	그리드 인공물		0/1/2	
	기타 인공물		0/1/2	
	판독이 힘들정도로 많다		0/-5	
	collimator		0/3	
	필름크기		0/3	

MLO view

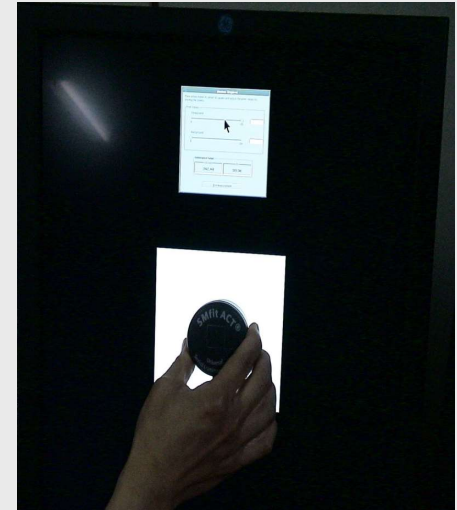
판독용 모니터 관리

목적

- 진단용 또는 촬영용 모니터의 밝기, 대조도, 영상 프리젠테이션의 지속성을 확인하기 위해

검사방법

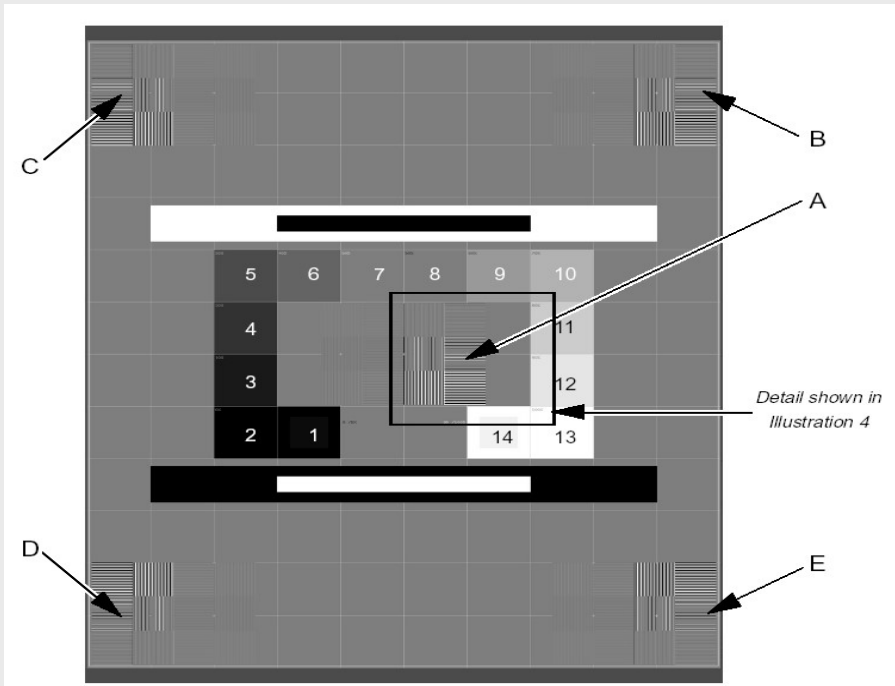
- Luminance Measurement
 - Applications/More/SMfit ACT Calibration 메뉴를 선택하여 클릭한다.
 - Service Level 1을 선택한다.
 - 측정할 Monitor를 선택하고, 원하는 모니터에 휘도계를 연결한다.
 - Luminance Measurement/Gray Level 메뉴를 선택한다.
 - 휘도계를 이용하여 모니터의 중심부와 가장자리 네 곳의 값을 측정한다.
 - Background를 최대치 또는 최소치로 설정하여 백색 휘도, 흑색 휘도를 각각 측정한다.



판독용 모니터 관리

평가방법

- Test Pattern check



- (1) 0% - 5 % contrast(# 1)이 보이는지 확인
- (2) 95% - 100%(#14)가 보이는지 확인
- (3) 0% - 100%(# 2 ~#13) 각각이 Step이 분리되어 보이는지 확인
- (4) 가운데의 숫자가 보이는지 확인
- (5) Corner와 Center의 SMPTE pattern을 구별할 수 있는지 확인

2. 6개월 정도관리 항목

- ✓ 유방 압박 장치 검사
- ✓ 표준팬텀을 이용한 검사
- ✓ 촬영용 모니터 점검

유방압박 장치 검사

목적

- 유방촬영기기가 수동과 자동 방식에서 적절한 압박을 줄 수 있는지 또한 너무 지나친 압박을 주지 않는지를 확인하기 위함

검사기구

- 체중계 (아날로그 타입), 여러 장의 수건



평가 기준

- 최소와 최대 압박력은 111~200 newtons 사이에 있어야 한다. (25~45 pounds)
- 1daN(약 1 kg) = 2.2pounds.
 - Min. compression Power(Auto) : 11daN = 25pounds.
 - Max. compression Power(Auto) : 20daN = 44pounds.

표준팬텀을 이용한 검사

(GE : 2000DS)

목적

- Contrast-to-Noise Ratio(CNR), Detector를 통해 얻은 이미지의 화질 관리를 위함

검사기구

- 유방 팬텀 (50%유방 실질 + 50%지방으로 구성된 4.2cm으로 압박된 유방)



검사 방법

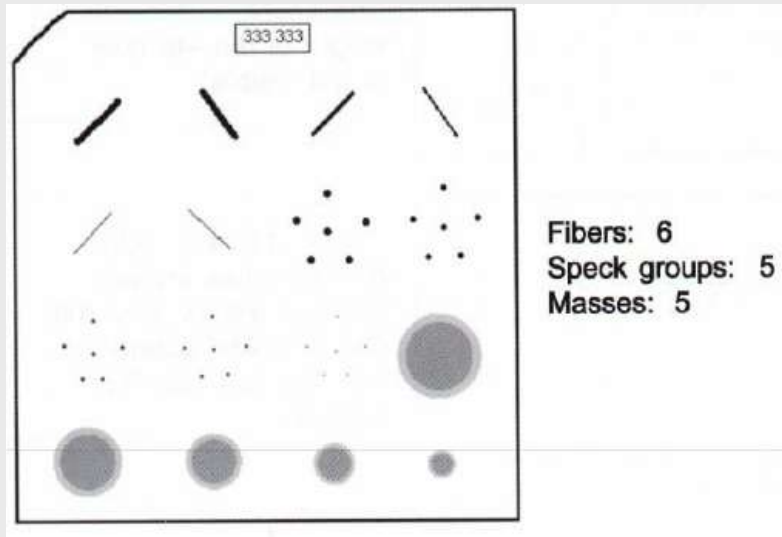
- (1) Phantom을 Chest wall의 중심에 맞춘다.
- (2) Full Size의 Compression paddle를 장착하고, 5 daN의 Force로 압박을 한다.
- (3) AWS의 Worklist상에서 New Patient 선택 후, 'Phantom image'를 입력한다.
- (4) Parameter를 설정한다. Auto mode로 Exposure한다.
- (5) Exposure 한 후 이미지를 확인한다.



표준팬텀을 이용한 검사

(GE : 2000DS)

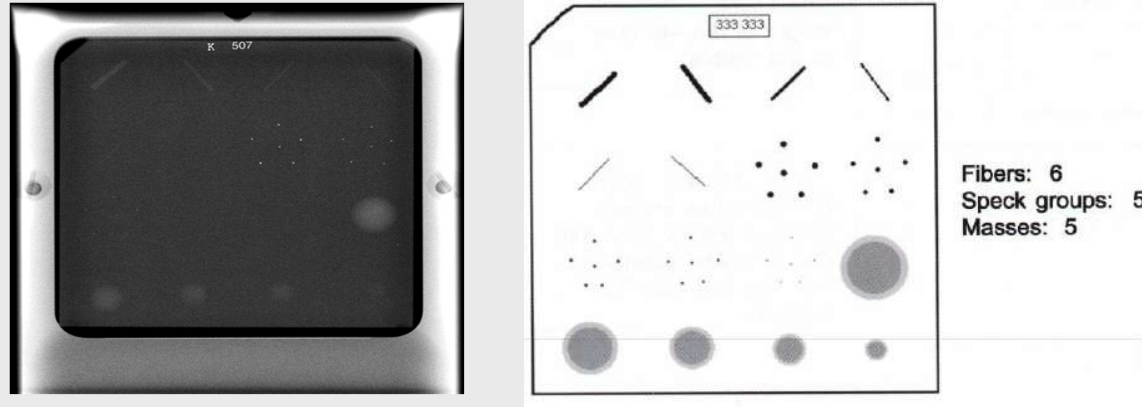
평가 방법



- 섬유소 6개
(1.56, 1.12, 0.89, 0.75, 0.54, 0.40 mm)
- 알갱이 그룹 5개
(0.54, 0.40, 0.32, 0.24, 0.16 mm)
- 종괴 5개
(2.00, 1.00, 0.75, 0.50, 0.25 cm)

표준팬텀을 이용한 검사

(GE : 2000DS)



- 섬유(fibers) : 모든 길이가 다 보이고 위치와 방향이 올바르면 1점. 섬유 반 이상이 보이고 위치와 방향이 올바르면 0.5점
 - 알갱이(speck groups) : 2배 이상의 확대경을 이용. 6개의 알갱이 그룹 중 4개 이상 보이고 제 위치에서 보이면 1점. 2~3개가 제 위치에서 보이면 0.5점.
 - 종괴(masses) : 둥근 변연이 $\frac{3}{4}$ 이상 보이고 제 위치에 있으면 1점. 제 위치에 있으나 둥글게 보이지 않으면 0.5점.
- ✓ 평가 기준 : 섬유소 4개 이상, 석회화 그룹 3그룹 이상, 종괴 3개 이상, 총 10개 이상

3. 1년 정도관리 항목

- ✓ 조사야 점검
- ✓ 해상도 점검
- ✓ 자동노출 장치의 점검과 재현성
- ✓ 인공물 점검
- ✓ 관전압의 정확도와 재현성
- ✓ 선질(Beam Quality) 점검
- ✓ 평균 유선 선량 측정
- ✓ 방사선 출력율
- ✓ 판독대와 방의 조도 측정

조사야 점검

(GE : 2000DS)

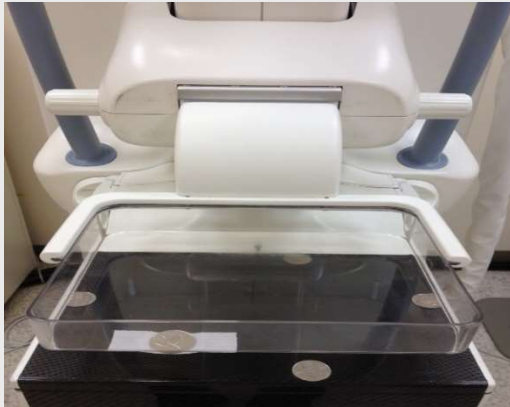
목적

- X선 조사야와 광조사야 차이를 측정하고, compression paddle의 chest wall edge와 image receptor의 chest wall edge의 오차를 측정

검사 기구

동전 5개 (100원 짜리 4개, 500원 짜리 1개)

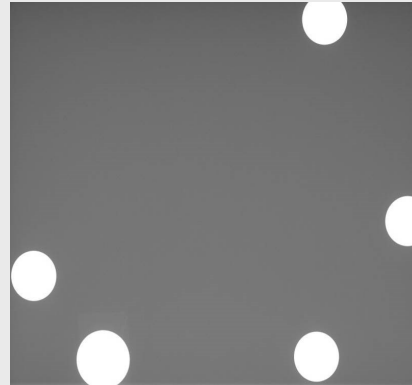
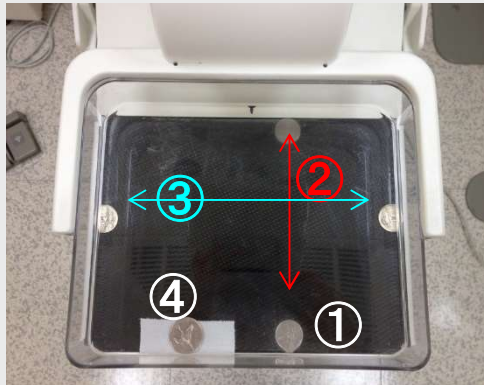
검사 방법



조사야 점검

평가방법

- 엑스선 조사야는 수상면(image receptor) 전체를 포함해야 하되 **SID의 2%**를 초과하여 흥벽쪽으로 엑스선 조사야가 연장되지 않는다.



조사야 오차 구하는 법: 오차/660(66cm)*100
1.6mm 이면 $1.6/660 * 100 = 0.25\%$

- ① 흥벽측에서 X선 조사야와 수상면의 차이 (SID의 **2%** 이내 – 1.3cm 이내)
- ②, ③ X선 조사야와 광조사야 일치도 (SID의 **2%** 이내 – 1.3cm 이내)
- ④ 압박대의 흥벽측 끝과 영상 기록계간 정렬상태 (SID의 **1%** 이내 – 6mm 이내)
(660mm SID 기준)

해상도 점검

목적

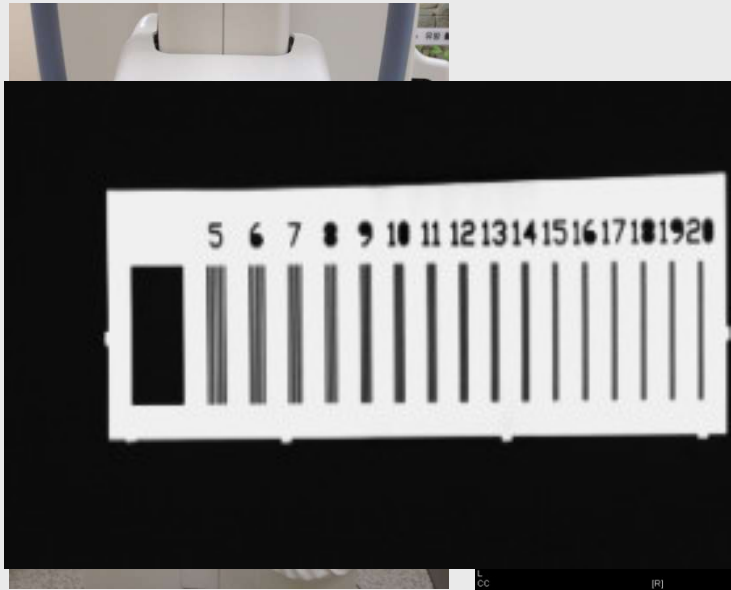
- 고해상도 pattern을 사용하여 현재 사용하는 TUBE 의 filament 성능과 Image receptor의 해상도를 평가

검사 기구

- 고대조도-고해상도 pattern (16 lp/mm ~ 20 lp/mm 까지 측정가능)
- 양극 및 음극 축 방향을 지시하는 납 표시기
- 4.5cm acryl (적정한 mAs을 낼 수 있게 acryl 재질의 균일 감쇠 물질사용)

해상도 점검

검사 방법 및 평가기준



양극과 음극축 방향에 **평행할 때**
(7~8 L p/mm 이상)



양극과 음극축 방향에 **직교할 때**
(5 L p/mm 이상)

자동노출 장치의 점검과 재현성

목적

- AOP(automatic optimization of parameter) Mode에서의 **조건**의 **정확성**과 영상에서의 **SNR**(signal to noise ratio)의 측정

검사 기구

- 아크릴 판 20cm x 20cm크기의 두께 25, 50, 60mm (Seno DS)

검사 방법

- (1) Worklist 에서 New patient 입력 및 Standard mode 선택
- (2) bucky 위에 25mm 두께의 아크릴을 올리고 5 daN compression
- (3) Left breast laterality 선택하고 exposure 한 후 해당 filter, kVp, mAs의 값이 도표의 범위에 있는지 확인
- (4) 각기 다른 두께를 선택하여 같은 방법으로 측정
- (5) 각 Raw image를 열어 True size의 zoom을 선택하여 chest wall에 근접한 영역과 측면 중심의 ROI 값 측정

자동노출 장치의 점검과 재현성

검사 방법

Test	Measurement	LSL	USL	Status
AOP 25mm	Mo/Mo/26kv	Mo/Mo/26kv		PASS
MAS 25mm	35.90	20.00	60.00	PASS
SNR 25mm	<u>85.73</u>	50.00	N/A	PASS
Test	Measurement	LSL	USL	Status
AOP 50mm	Rh/Rh/29kv	Rh/Rh/29kv		PASS
MAS 50mm	63.10	40.00	90.00	PASS
SNR 50mm	<u>73.32</u>	50.00	N/A	PASS
Acrylic	Measurement	LSL	USL	Status
AOP 60mm	Rh/Rh/31kv	{Rh/Rh/31kv, Rh/Rh/30kv}		PASS
MAS 60mm	60.40	45.00	95.00	PASS
SNR 60mm	<u>63.65</u>	50.00	N/A	PASS

50	Rh/Rh	40-90	29
60	Rh/Rh	45-95	31

인공물 점검

목적

- Digital detector에서 촬영된 영상에서 인공물이 확인 되는지 평가 (인공물 유무, flat field, 균일도, 장비 artifact, grid attenuator defect 등)

검사 기구

- 디지털 영상 수상기 전체를 덮을 만큼 충분히 큰 4cm두께의 아크릴 블록 (Flat field phantom)

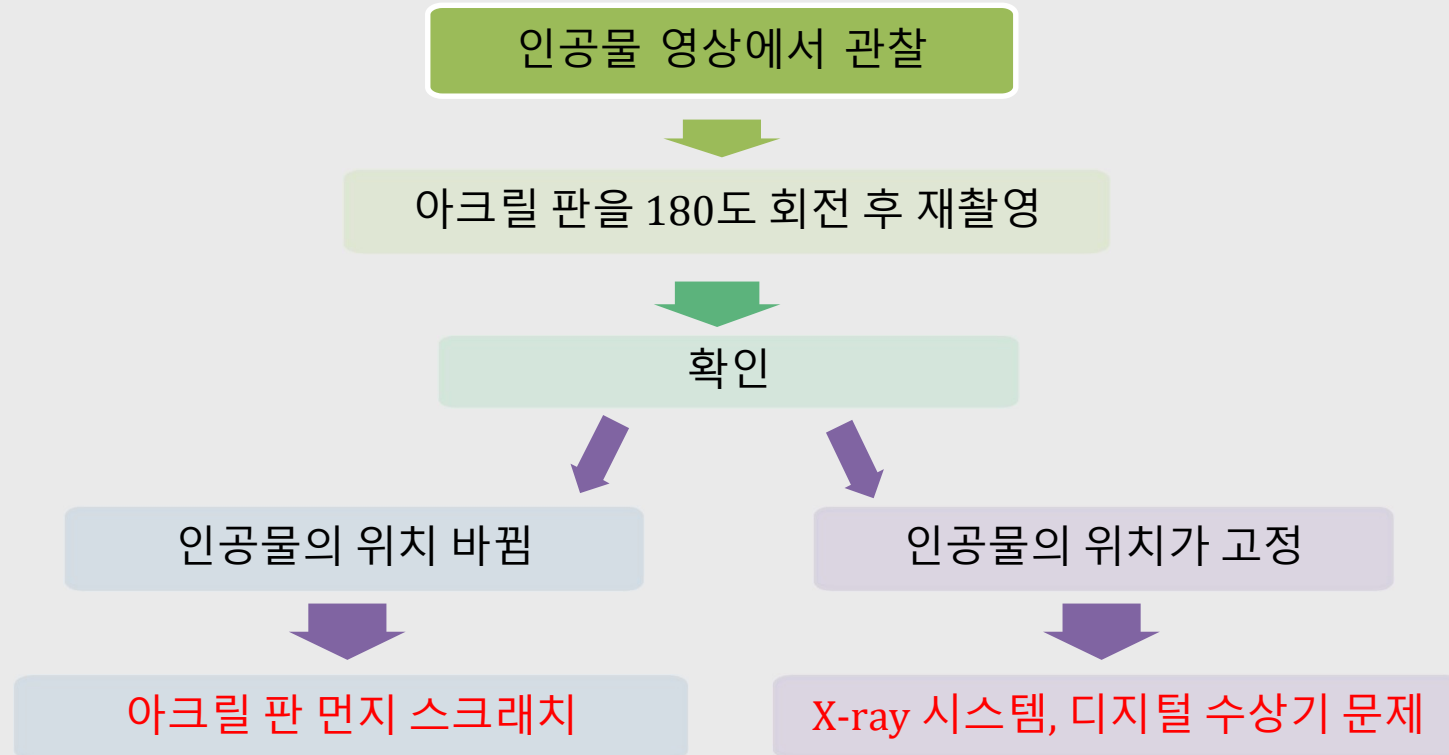
검사 방법

- (1) Compression paddle을 제거 하고 아크릴 판을 detector가 완전히 가려질 수 있도록 위치
- (2) 28kVp, 65mAs, Mo/Mo 로 manual모드로 new patient 를 선택한 후 촬영
- (3) 아크릴 판을 180도 회전하여 같은 모드로 재촬영(2회 촬영)



인공물 점검

평가 기준



관전압의 정확도와 재현성

목적

- 관전압(kVp)의 정확성과 반복 촬영에서 일관된 관전압을 나타내는지 확인

검사 기구

- Unfors

검사 방법

- 수동 측정 manual mode에서 보편적인 임상 촬영용 kVp 를 선택 후 기록
- 동일한 조건으로 4번의 촬영 후 각 측정 kVp 값들을 기록(설정,평균,최고,최저)



관전압의 정확도와 재현성

평가 방법



- 정확도** : 4번 촬영 kVp 값들을 평균
 설정 kVp와 비교하여 $\pm 10\%$ 이내 유지
- 재현성** : 4번 촬영 kVp 값들의 표준편차를 계산하고
 변동계수(표준편차/평균)를 구하여 0.02 이내

7	4회 측정										
8	kV	mAs	1	2	3	4	평균	표준편차	변동계수	결과	
9	28		28.5	28.5	28.49	28.5	28.498	0.005	0.0002	적합	
10							0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	적합	
11							0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	적합	

선질(Beam Quality)점검

목적

- X-ray의 반가층(HVL : Half Value Layer)을 측정하여 영상에서 대조도를 저하시키지 않는 범위에서 환자의 유선 선량을 최소화하는데 적절한지 확인
HVL : 최초의 방사선 세기를 50%로 감소시키는 흡수 물질의 두께를 말함

검사 기구

- Unfors

검사 방법

- (1) Chamber를 4.5cm 높이의 paddle 밑의 가운데 고정
- (2) 수동으로 임상적 kVp, mAs 선택 후 촬영 후 선량 기록
ex)ACR Phantom, 28kVp, 60mAs , Mo/Rh
- (3) 평균유선선량 측정 시 같은 조건 값 사용이 유리함



선질(Beam Quality)점검

검사 기구

- Dosimeter
- 0.1mm 두께의 5 ~ 6개의 99%의 순도 알루미늄(1100형 알루미늄 합금)

검사 방법

- (1) Chamber를 4.5cm 높이의 paddle 밑의 가운데 고정하고, 수동으로 임상적 조건(kVp, mAs) 선택 후 촬영 후 선량 기록
- (2) **알루미늄을 0.2mm부터 paddle 위에 x-ray가 완전히 가려지는 위치에 놓고 촬영하여 0.1mm 알루미늄을 가감**하여 선량이 알루미늄이 없을 때의 선량과 비교하여 50%의 전과 후의 값을 얻어낸 후 두께와 선량을 기록



선질(Beam Quality)점검

평가방법

- 측정된 조사선량과 Al 박판의 두께를 아래의 식에 대입하여 HVL 을 산출한다.

$$HVL = \frac{t_b \ln(2E_a/E_0) - t_a \ln(2E_b/E_0)}{\ln(E_a/E_b)}$$

E_0 =박판 없이 직접조사선량

E_a = E_0 의 절반보다 약간 큰 조사선량 >>> 이때의 박판의 두께 t_a

E_b = E_0 의 절반보다 약간 적은 조사선량 >>> 이때의 박판의 두께 t_b

- 권장기준

$$HVL > kVp / 100 + 0.03 \text{ (mm Al단위)}$$

평균유선선량 측정

목적

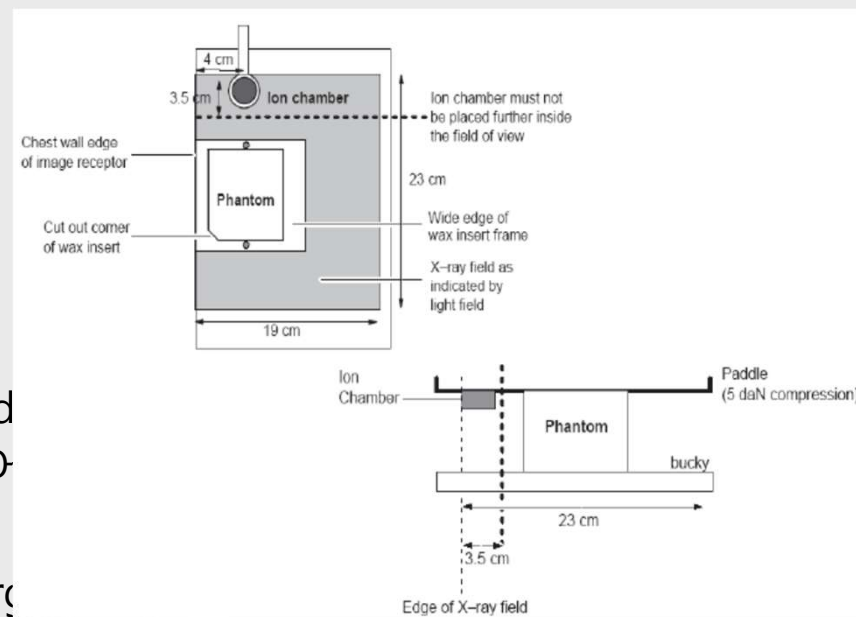
- 보통의 환자 (약 4.2cm 압박된 유방두께, 50% 지방질, 50% 유선조직)에서 입사 조사 선량을 측정하여 연관된 평균 유선 선량을 계산하기 위함

검사 기구

- Unfors , ACR phantom

검사 방법

- (1) 일반촬영조건(contact mode, grid, full filed) 위치시키고, chamber를 흉벽에서 4cm 떨어 일치하도록 paddle 아래 부분에 고정
- (2) 5daN 으로 압박, 일반적인 사용의 kVp, target
- (3) 4번 촬영, 조사선량과 mAs를 기록



평균유선선량 측정

평가방법

- 평균 유선 선량(mrad) = 평균 입사 조사선량(R) X 평균 유선 선량 변환인자(mrad/R)
- 노출당 0.3rad(3mGy) 이내

- 평균 유선 선량(mrad)
 = 평균 입사 조사선량(R) X 평균 유선 선량 변환인자(mrad/R)
 = 0.470(R) X 233(mrad/R)
 = 109.51mrad
 = 1mGy 노출당 0.3rad(3mGy) 이내

조사선량 [mR]	470.3		
반가층 (HVL) [mmAl]	0.421	입사선량 [R]	0.470
환산치 [mrad/R]	233	평균유선 선량 [mGy]	1.00

평균유선선량 측정

평가방법

표 6. Roentgen 입사노출에 따른 유선의 방사선량(mrad)-4.2cm 두께의 50% 유선지방, 50% 유선지방(Mo/Mo 저지극/여과판 조합)

반가중	X-선 권전압(kVp)											W/AI 저지극-여과판 조합
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
0.23	116											
0.24	121	124										
0.25	126	129	131									
0.26	130	133	135	138								
0.27	135	138	140	142	143							
0.28	140	142	144	146	147	149						
0.29	144	146	148	150	151	153	154					
0.30	149	151	153	155	156	157	158	159				170
0.31	154	156	157	159	160	161	162	163	164			175
0.32	158	160	162	163	164	166	167	168	168	170	171	180
0.33	163	165	166	168	169	170	171	173	173	174	175	185
0.34	168	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	190
0.35		174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	194
0.36			179	181	182	183	184	185	185	186	187	199
0.37				185	186	187	188	189	190	191	191	204
0.38					190	191	192	193	194	195	195	208
0.39						196	197	198	198	199	200	213
0.40							201	202	203	204	204	217
0.41								206	207	208	208	221
0.42									211	212	212	225
0.43										215	216	230
0.44											220	234
0.45												238

입사노출(entrance exposure)선량(R)을 평균유선선량(mrad)로 변환하려면 kVp와 반가중에 적합한 수치(factor)를 입사노출선량에 곱한다. 예: 30kVp,HVL(반가중) 0.36mm 알루미늄인 경우 평균유선선량은 다음과 같이 구한다. 0.50R(입사선량) X (185 mrad/R)=93mrad(또는 0.93mGy)

표 7. Roentgen 입사노출에 따른 유선의 방사선량(mrad) 4.2cm 두께의 50% 유선지방, 50% 유선지방 (Mo/Rh 저지극 / 여과판 조합)

반가중	X-선 권전압(kVp)										
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
0.28	149	151	154	158	159						
0.29	154	156	158	162	163						
0.30	158	160	162	166	167						
0.31	163	164	166	171	171	172					
0.32	167	169	171	176	176	176	177				
0.33	171	173	175	180	180	180	181	181			
0.34	176	178	179	184	184	185	185	186	187		
0.35	180	181	183	188	188	189	190	191	191		
0.36	185	186	187	192	192	193	193	194	195	195	
0.37	189	190	191	196	196	197	197	198	199	199	200
0.38	193	194	196	201	201	201	202	202	203	203	204
0.39	198	199	200	205	205	206	206	207	208	208	208
0.40	202	203	204	209	209	209	210	210	211	211	212
0.41	206	207	208	213	213	213	214	214	215	215	216
0.42	211	211	212	217	217	218	218	219	219	220	220
0.43	215	216	217	222	222	222	223	223	224	224	225
0.44	220	220	221	226	226	226	227	227	228	228	229
0.45	224	224	225	230	230	230	231	231	232	232	233
0.46	228	228	229	234	234	234	235	235	236	236	237
0.47				238	238	239	240	240	241	241	242
0.48					242	243	243	244	244	245	245
0.49						247	247	248	248	249	250
0.50							251	252	252	253	254
0.51								257	257	258	258
0.52									261	261	262
0.53										266	266
0.54											269
0.55											
0.56											
0.57											
0.58											
0.59											
0.60											

방사선 출력율

목적

- 임상적으로 사용하는 어떤 SID에서 표준 유방 촬영 (Mo/Rh) 조건으로 28kVp에서 작동할 때 3초간의 시간 경과에 대해 초당 7.0 mGy (800mR/sec) 공기 커마(kerma)를 보기 위함

검사 기구

- Unfors

평가 방법

- 방사선 출력율(mGy/s) = 조사 선량율(mR/s) x 0.00873mGy/mR
= 891mR/s x 0.00873mGy/mR
= **7.77mGy/s**
* 1R=0.87rad=0.0087Gy
- 평가 : 초당 **7.0mGy** (800mR/sec) 공기 커마(kerma)보다 많아야 함.
*출력선량 조건 : 28kV, 320mAs, Mo/Rh(target/filter)



판독대와 조도 측정

목적

- 판독실에서 외부 조명등이 미칠 수 있는 영향과 실제 판독대에서의 조도를 측정하여 판독에 영향을 미칠 수 있는 수준을 확인

검사 기구

- 조도계

검사 방법

- (1) 판독용 모니터로부터 50cm 떨어진 곳에서 조도계로 측정
- (2) 일상적인 판독실의 외부 조명 상태를 유지 한 후 판독대를 점등 20분 후 판독대의 중심 상하좌우의 조도를 측정하고 평균 조도를 계산
- (3) 판독대를 소등 한 후 판독대 표면에서 방의 조도를 측정

평가 방법

- 판독실의 조도는 **50Lux 이하**

Thank You