

# Changes in Spatial Resolution at Position of the Detector in Digital Mammography System

Hye-Min Kim,<sup>1</sup> Kwon Su Chon<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiological Science, Graduate School of Catholic University of Daegu

<sup>2</sup>Department of Radiological Science, Catholic University of Daegu

Received: April 15, 2016. Revised: April 22, 2016. Accepted: April 25, 2016

## ABSTRACT

X-ray mammography is the most effective method for the diagnosis of calcified lesions of various breast diseases. To reduce patient dose and to obtain optimal image required for diagnosis, the performance of the mammography system should be maintained continuously. Because the target (anode) angle of the X-ray tube is measured from the central X-ray, the effective angle can be slightly different in view of the position on the detector, which can result in degrading spatial resolution of the imaging within the field of view. In this study, we measured the MTF to examine spatial resolution for positions on the detector in the digital mammography system. For a tungsten wire of 50  $\mu\text{m}$  diameter, the highest spatial frequency was obtained. It meant that a wire diameter for measuring MTF through LSF should be small compared to the pixel size of the detector used in the mammography system. The spatial resolution showed slightly different performance according to positions on the detector. The center position gave the best spatial resolution and positions away from the center showed the degraded performance although the difference of the spatial resolution was small. The effective focal spot size of the full width at half maximum also showed similar result. It concluded that the slightly increase of the effective focal spot size gave the degradation of the spatial resolution for positions on the detector.

Keywords: Mammography, Modulation Transfer Function, Spatial Resolution

## I. INTRODUCTION

유방암은 2001년 이후 우리나라의 전체 여성암 중에서 발생률 1위를 차지하고 있으며 식생활의 서구화, 출산을 감소, 모유수유 기피 등 여러 가지의 이유로 유방암 발생률은 최근 빠른 추세로 증가하고 있다.<sup>[1]</sup> 엑스선유방촬영술(Mammography)은 유방암, 특히 작은 크기의 유방암을 발견하는 데에 우수하고, 유방암의 조기 진단에서 매우 중요한 진단 방법으로서 조기 발견율을 높여 유방암에 따른 여성의 사망률을 감소시키고 있다.<sup>[2]</sup> 여성의 유방질환의 조기진단을 위한 검사방법에는 유방촬영, 초음파 검사, 자기공명영상(MRI) 등 다양한 방법이 있지만 검사가 간단하고 비용이 저렴한 엑스선

유방촬영술을 가장 많이 시행하고 있는 추세이며, 엑스선유방촬영술은 다양한 유방질환 중 석회화 병변을 진단하는데 가장 효과적인 방법으로 알려져 있다.<sup>[1-2]</sup>

초기 아날로그 Film-Screen 방식에서 디지털형태의 CR(Computed Radiography) 및 DR(Direct Radiography)이 보급됨에 따라 필름의 입상성과 좁은 관용도 등의 물리적인 한계의 단점들을 극복하였다. 이런 발전은 적은 선량으로 보다 많은 진단학적 정보가 담긴 의료영상을 획득가능하게 하였으며, 영상에 담긴 의료영상학적 정보를 평가하기 위해 영상평가의 방법 또한 함께 발전해왔다.

영상성능관리의 주요인자로는 대조도(Contrast), 잡음(Noise), 공간분해능(Spatial resolution)을 고려할 수 있

다. 이 인자들의 상호 연관성을 설명하기 위해 잡음력 스펙트럼(Noise Power Spectrum, NPS), 신호 대 잡음비(Signal-to-Noise Ratio, SNR), 그리고 변조전달함수(Modulation Transfer Function, MTF)가 사용되고 있다. 특히 공간주파수의 변화에 따른 대조도 및 해상도의 변화는 MTF로 측정되고, 영상시스템의 해상도 특성을 나타낸다고 알려져 있다.<sup>[3,4]</sup>

엑스선유방촬영술에서 중심선의 엑스선 강도를 100%로 설계 하면 음극 쪽 강도는 120%까지 증가 할 수 있고, 양극 쪽의 강도는 75%까지 감소 할 수 있어 조사야에 대한 엑스선 강도의 차이는 최대 45%까지 변할 수 있다.<sup>[5]</sup> 또한 엑스선을 발생시키는 양극의 경사각도는 중심선을 기준으로 하기 때문에 조사야 내의 위치에 따라 엑스선관의 유효초점이 미세하게 달라질 수 있어 공간분해능의 차이가 발생할 수 있다. 본 연구는 디지털 엑스선유방촬영장치에서 MTF를 측정할 수 있는 팬텀의 영상을 획득하여 영상의 위치 또는 조사야의 위치별 해상도가 얼마나 변하는지를 조사하였다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 엑스선유방촬영장치

엑스선유방촬영술에서 조사야 내(inside)의 위치에 대한 공간분해능의 특성을 알아보기 위해 임상분야에서 많이 사용하고 있는 장비를 선정하였다. Fig. 1은 실험에 사용된 디지털 엑스선유방촬영장치(MAMMOMAT Inspiration, Siemens Healthcare, Germany)를 나타낸 것이고, Table 1은 이 장치의 주요 사양을 나타낸 것이다. 미세 석회화 검출을 위해 높은 공간분해능이 요구되기 때문에 디지털 일반촬영장치에서 사용되는 검출기의 픽셀보다 작은 픽셀의 검출기가 사용된다는 것이 특징이다. 환자의 피폭선량을 최소화하고 유방의 밀도에 따라 영상의 화질을 최대로 하기 위해 3가지 양극/필터 조합(Mo/Mo, Mo/Rh, W/Rh)을 제공하고 있다.

### 2. 실험재료

다양한 방법으로 검출기의 MTF를 측정할 수 있다. 주기적 패턴을 가지는 해상력차트를 이용하는 방법과 직경이 작은 와이어 또는 좁은 슬릿(Slit)을 이용하여 시스템의 LSF(Line Spread Function)를 측정하여, 이것

을 푸리에 변환하여 계산하는 방식으로 크게 나눌 수 있다. 최근에는 LSF를 확장한 ESF(Edge Spread Function)을 이용하여 MTF를 획득하는 방법도 광범위하게 사용되고 있으나, 본 연구는 와이어(wire)를 이용하여 LSF를 획득하는 방법을 사용하였다.

Table 1. Specifications of the image acquisition system used in this experiment.

Items	Contents
Anode of X-ray tube	몰리브덴/텅스텐
Added filtration	몰리브덴 타겟/몰리브덴 30 $\mu\text{m}$ 몰리브덴 타겟/로듐 25 $\mu\text{m}$ 텅스텐 타겟/로듐 50 $\mu\text{m}$
Source-detector distance	650.0 mm
Detector	직접변환방식
Detector size	240 mm $\times$ 300 mm
Pixel Size	85 $\mu\text{m}$ $\times$ 85 $\mu\text{m}$



Fig. 1. Digital mammography system used in this experiment.

LSF 측정을 위하여 텅스텐 와이어의 직경이 서로 다른 3개(50  $\mu\text{m}$ , 75  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ )의 팬텀을 제작하였다. 우선 240 mm  $\times$  300 mm의 아크릴판에 레이저 커팅을 이용하여 200 mm  $\times$  140 mm 를 제거하고, 텅스텐 와이어를 중심에서 좌우로 각각 50 mm, 75 mm 지점에 구멍을 뚫어 두께가 같은 5개의 와이어가 Fig. 2와 같이 대칭이 되도록 제작하였다. 와이어는 검출기의 픽셀 크기보다 작은(50  $\mu\text{m}$ ), 비슷한(75  $\mu\text{m}$ ), 큰(100  $\mu\text{m}$ ) 직경을 가지도록 선정하였고, 가능한 팽팽한 상태를 유지하도록 하였다. 각 팬텀은 와이어의 직경만 다를 뿐 다른 모든 조건은 동일하도록 제작되었다.

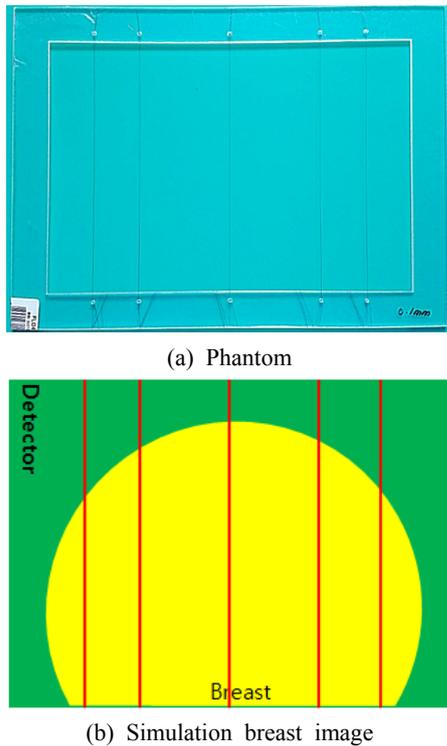


Fig. 2. A phantom (a) consists of five tungsten wires of  $100\mu\text{m}$  diameter for measuring LSF. Five wires (b) are correspond to five sections of the simulation breast image.

### 3. 영상 획득

제작한 와이어 팬텀과 디지털 엑스선유방촬영장치를 이용하여 영상을 획득하였다. 우선 하나의 팬텀을 디지털 엑스선유방촬영장치의 검출기 위에 두고 검출기와  $3^\circ$ 로 기울이고 압박대를 둔 상태에서 자동노출장치를 사용하지 않고 각 필터의 조합에서 28 kVp, 50 mAs의 조건으로 설정하여 영상을 획득하였다. 이 촬영조건은 임상에서 빈번하게 사용되는 조건이다. 검출기 배열에  $2^\circ \sim 3^\circ$ 의 각도를 줌으로써 배열과 평행하게 찍은 영상보다 많은 정보를 추출해 낼 수 있는 방법이 presampled MTF다.<sup>[6]</sup> 분석의 정확성을 위하여 동일한 조건으로 10개의 영상을 얻었다. Fig. 3은  $50\mu\text{m}$ 의 와이어 직경을 가지는 팬텀을 이용하여 Mo/Rh 조합에서 획득한 영상이다. 영상의 상단부분의 반원은 각도기로 각 팬텀의 각도를 정확히 결정하기 위하여 사용되었다. 검출기의 픽셀 어레이(Array)와 와이어가 이루는 각도의 차이로 인해 모아레 모양의 점선과 같은 영상이 얻어졌다.

### 4. 영상 분석

획득된 16비트 영상을 DICOM 형식으로 저장하여 ImageJ (NIH, USA)를 이용하여 와이어에 대한 부분을 관심영역으로 설정하고 픽셀값을 엑셀 파일 (Microsoft, USA)로 변환하였다. 와이어에 수직인 직선에 해당하는 픽셀의 위치에 대한 픽셀값의 프로파일을 획득하여 LSF를 구할 수 있다. 이 프로파일을 이용하면, 공간주파수에 해당하는 MTF 값이 부족하여 부드럽게 이어지는 그래프를 구하기 어렵다. 따라서 잘 알려진 Fujita의 Presampling 이론을 적용하여 LSF를 구하여 푸리에 변환함으로써 MTF를 구하였다.<sup>[7]</sup>

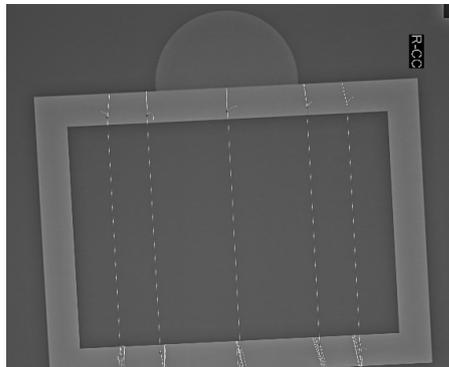
Fig. 4는 관심영역으로 설정된 부분에 대한 엑셀 파일로 얻어진 픽셀값을 나타낸 것이다. 획득된 10개의 영상에서 각각의 와이어에 동일한 위치에 관심영역을 두고 MTF를 구하였다. Fig. 3 (b)의 사각형 부분은 획득된 영상에 대한 각 와이어의 관심영역을 나타낸 것이다.

## III. RESULT

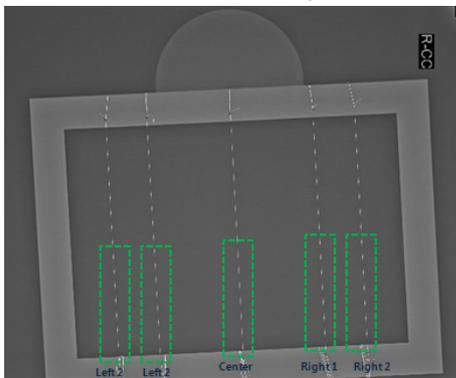
### 1. 와이어의 직경에 따른 MTF

일반촬영장치 경우 검출기 픽셀 사이즈는  $100\mu\text{m} \sim 125\mu\text{m}$  정도이며 이에 반해 엑스선유방촬영장치의 픽셀 사이즈는  $50\mu\text{m} \sim 85\mu\text{m}$  정도이다. 장비마다 검출기의 픽셀 사이즈는 다르며 장비의 픽셀 사이즈에 따라 적절한 와이어의 선택이 필요하다. 본 실험은 동일한 촬영조건하에서 Fig. 3(b)의 중심의 동일한 ROI 부분에서의 와이어의 직경에 대한 MTF의 변화를 조사하였다. Mo/Mo, Mo/Rh, W/Rh 모두  $50\mu\text{m}$  직경의 와이어 일 때 MTF가 가장 우수하게 나타났다. Fig. 5는 Mo/Rh 양극/필터 조합의 경우 중심에 위치한 와이어에 ROI를 설정하여 획득한 MTF 그래프이다. 낮은 공간주파수에서는 큰 차이를 보이지 않았으나 높은 주파수 영역에서는 와이어의 직경에 따른 차이가 나타났다. 사용된 검출기의 픽셀 크기가  $85\mu\text{m}$  인 것을 감안할 때 검출기의 픽셀보다 작은 직경을 갖는 와이어를 사용해야 검출기의 공간주파수에 따른 응답을 바르게 구할 수 있다는 것을 알 수 있다.  $50\mu\text{m}$  직경의 와이어의 경우 10% MTF에 해당하는 공간주파수는  $7.64 \pm 0.15$ 이며 10회 측정하여 구하였다. Table 2은 세 개의 직경이 다

큰 와이어에 따른 MTF에 해당하는 공간주파수 값을 비교한 것이다.



(a) DICOM image



(b) ROI

Fig. 3. Acquired wire DICOM image (a) and selected ROI (b).

N	Pixel	LSF	좌측 근사	우측 근사			
229	3657	2367	0.0176	322.695			
n	Sampling Interval	Pixel Value	LSF	nLSF	eLSF	DFT(Cos)	DFT(Sin)
0	0	3614	43	0.018166	0.00176	0.00176	0
1	0.00425	3601	56	0.023659	0.001865	0.001591	0.000973
2	0.0085	3609	48	0.020279	0.001977	0.000901	0.001759
3	0.01275	3601	56	0.023659	0.002094	-0.00016	0.002088
4	0.017	3601	56	0.023659	0.002219	-0.0013	0.001801
5	0.02125	3595	62	0.026193	0.002351	-0.00217	0.000911
6	0.0255	3606	51	0.021546	0.002491	-0.00246	-0.00037
7	0.02975	3622	35	0.014787	0.00264	-0.00202	-0.0017
8	0.034	3611	46	0.019434	0.002797	-0.00089	-0.00265
9	0.03825	3609	48	0.020279	0.002964	0.000665	-0.00289
10	0.0425	3609	48	0.020279	0.00314	0.002198	-0.00224
11	0.04675	3638	19	0.008027	0.003328	0.003227	-0.00081
12	0.051	3611	46	0.019434	0.003526	0.003367	0.001048
13	0.05525	3609	48	0.020279	0.003736	0.002464	0.002808
14	0.0595	3625	32	0.013519	0.003959	0.000676	0.003901
15	0.06375	3579	78	0.032953	0.004195	-0.00155	0.0039

Fig. 4. Calculated presampling MTF.

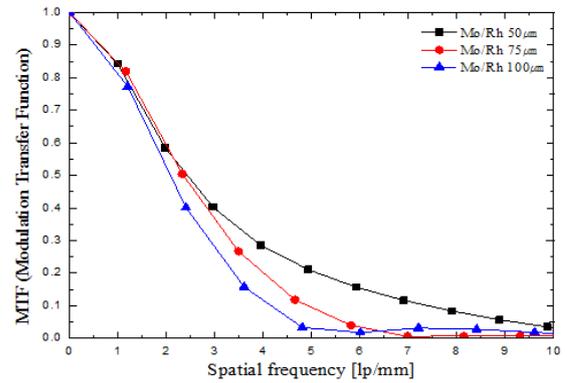


Fig. 5. Change in MTF for three different wire diameters under the filter/anode combination of Mo/Rh.

Table 2. Change of the spatial frequency for three different wire diameters under the filter/anode combination of Mo/Rh.

MTF	50 $\mu\text{m}$ [lp/mm]	75 $\mu\text{m}$ [lp/mm]	100 $\mu\text{m}$ [lp/mm]
1	0	0	0
0.9	0.628	0.628	0.521
0.8	1.147	1.232	1.041
0.7	1.521	1.606	1.436
0.6	1.908	1.971	1.758
0.5	2.432	2.347	2.060
0.4	2.991	2.825	2.402
0.3	3.823	3.324	2.897
0.2	5.128	4.015	3.389
0.1	7.383	4.912	4.145

## 2. 검출기 위치에 따른 MTF의 변화

검출기의 중심에 유방의 중심이 위치하도록 하기 때문에 중심에서 멀어지는 경우에도 공간분해능이 동일 한지를 알아보는 것은 병변진단에서 중요한 문제이다. 중심에 대해 좌우대칭으로 설치한 5개의 와이어의 MTF를 부가필터의 Mo/Mo, Mo/Rh, W/Rh 조합으로 MTF의 차이를 비교하였다. 필터의 조합에 따른 MTF의 변화는 없는 것으로 나타났다. Fig. 6은 Mo/Rh 양극/필터 조합에서 와이어 위치에 따른 MTF의 차이를 비교하였다. 5개의 와이어의 위치에 따른 공간분해능은 중심부분의 와이어가 나머지 와이어보다 우수한 MTF

특성을 보였으나, 그 차이는 미소하게 나타났다. Table 3은 와이어의 위치에 따른 10% MTF에 해당하는 공간주파수 비교한 것이다.

### 3. 와이어 방향의 MTF의 변화

검출기 중앙에서의 유효초점에 대해 공간분해능 변화를 관찰하기 위해서 와이어의 상하방향으로 MTF의 변화가 있는지 조사하였다. Table 4은 Mo/Rh 조합으

로 50 μm 직경의 와이어에 대해 획득한 영상을 상하방향에 5개의 ROI에 따른 10% MTF에 해당하는 공간주파수를 비교한 것이다. 획득된 10% MTF값의 평균은 7.76±0.05이고 최대값은 7.82, 최소값은 7.74로 그 차이가 0.08이므로 오차범위인 ±0.05이내이기 때문에 평균과 차이가 없다고 판단된다. 따라서 와이어 상하방향의 MTF의 변화는 차이가 없다고 볼 수 있다.

Table 3. Change of the spatial frequency in position the detector

position	Spatial resolution [lp/mm]										Mean±SD
Left 2	7.88	7.07	7.57	7.74	6.93	7.53	7.71	7.57	7.18	7.21	7.44±0.3
Left 1	7.35	7.92	7.25	7.42	7.56	7.46	7.43	7.37	7.79	7.44	7.50±0.19
Center	7.79	8.03	7.32	7.80	7.28	7.54	7.86	7.38	7.66	7.76	7.64±0.23
Right 1	7.81	7.35	7.32	7.43	7.45	7.34	7.60	7.37	7.49	7.53	7.47±0.14
Right 2	7.11	7.44	7.36	7.32	7.72	7.62	7.42	7.50	7.27	7.14	7.39±0.18

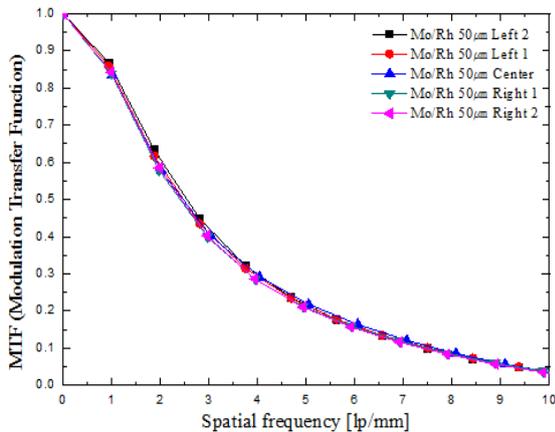


Fig. 6. Change in MTF at position of the detector for the filter/anode combination of Mo/Rh.

Table 4. Change of the spatial frequency in position the center wire

MTF	Spatial resolution [lp/mm]					Mean±SD
10%	7.79	7.74	7.82	7.75	7.66	7.76±0.05

### 4. 유효초점의 변화

엑스선속은 원뿔 형태의 방사형이기 때문에 확대,

왜곡, 반음영에 의해서 기하학적 불선예도가 발생한다. 검출기의 위치에 따른 공간분해능의 저하 원인을 확인하고자 50 μm 직경의 와이어 패턴을 이용하여 영상의 프로파일을 확인하였다. 유효초점이 증가할수록 반음영이 증가하여 영상의 반치폭(full width at half maximum)은 증가하게 될 것이다. Fig. 7은 1.5 배율 에서 50 μm 직경의 중앙부분에 대한 프로파일을 나타낸 것이다. 이 프로파일을 이용하여 반치폭을 계산하였다. 반음영의 효과를 크게 하고, 패턴 속 5개의 와이어가 모두 영상으로 나타날 수 있는 1.5 배율로 선정하여, 5개 와이어에 대해 영상의 프로파일을 얻어 반치폭을 계산하였다. 획득된 반치폭을 배율로 나누면 실제로 검출기의 위치별 유효초점의 크기가 된다. Table 5는 위치별 유효초점의 크기를 나타낸 것이다. 중앙부분에서 반치폭 또는 유효초점이 가장 작게 나타났으며 중앙에서 벗어날수록 반치폭이 증가하여 공간분해능이 떨어짐을 알 수 있다. 앞서 언급한 검출기 위치에 따른 MTF의 변화와 동일한 경향을 보였다.

Table 5. Effective focal spots at various positions on the detector.

Position	Left 2	Left 1	Center	Right 1	Right 2
FWHM[mm]	0.19	0.183	0.173	0.188	0.197

#### IV. DISCUSSION & CONCLUSION

엑스선유방촬영술은 유방암을 발견하는데 가장 우수한 검사방법으로 알려져 있다. 엑스선유방촬영장치는 미소의 밀도의 차이를 구별할 수 있는 우수한 대조도와 미세석회화를 검출할 수 있는 뛰어난 공간분해능을 동시에 요구하고 있다.<sup>[8]</sup> 미세석회화는 유방의 특정 위치에 국한되어 나타나지 않기 때문에 관심 부분에서 모두 균일한 성능을 보이는 것이 중요하다. 본 실험에서는 검출기의 위치에 따른 공간분해능의 특성을 MTF를 통하여 살펴보았다. 우수한 공간분해능을 구현하기 위하여 엑스선유방촬영장치의 검출기는 일반촬영장치에서 사용하는 검출기의 픽셀 크기(~ 100  $\mu\text{m}$ ) 보다 작은 픽셀 크기를 갖는 검출기를 사용한다. 일반촬영장치의 경우는 대략 100  $\mu\text{m}$ 의 직경을 갖는 와이어를 사용하여 MTF를 측정하고 있으나, 엑스선유방촬영장치의 경우 검출기의 픽셀 크기가 더 작기 때문에 더 작은 직경의 와이어를 사용해야 한다는 것을 알 수 있었다. 기존의 대부분의 연구는 검출기의 중앙부분에 대한 MTF를 측정하여 공간분해능을 나타내었다.<sup>[8]</sup>

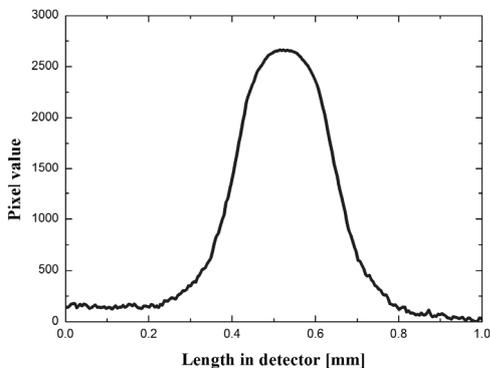


Fig. 7. Profile of the wire of 50  $\mu\text{m}$  diameter at magnification of 1.5 under the filter/anode combination of Mo/Rh.

엑스선유방촬영장치의 양극/필터 조합은 전체적으로 MTF에 큰 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 필터는 사용되는 필터의 종류에 따라 흡수단의 위치가 달라 높은 에너지에 영향을 주기는 하지만 주로 낮은 에너지를 제거하는 역할을 하므로 상대적으로 높은 에너지로 구성된 에너지에서는 MTF의 차이가 없을 것이라 예상할 수 있고 결과도 필터와 무관한 것으로 측정되었다.

엑스선관의 양극의 경사각은 통상적으로 수직인 면을 기준으로 제작된다. 따라서 검출기의 위치에 따른 엑스선관의 유효초점은 바라보는 각도가 달라지기 때문에 유효초점의 크기가 달라져 공간분해능의 차이가 발생할 수 있는 가능성이 증가하게 된다. 엑스선유방촬영장치에 사용되는 검출기의 크기 240 mm  $\times$  300 mm에서는 미소하지만 차이가 나타나고 있음을 알 수 있다. 이 효과는 사용되는 검출기의 크기가 클수록 증가할 것으로 예상된다. 상대적으로 같은 위치에서의 상하 방향은 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 검출기의 중심에서 멀어질수록 미세하지만 실제로 유효초점이 증가함으로써 반응영의 효과 또한 증가하여 공간분해능의 저하가 발생하는 것으로 나타났다.

현재 임상에서 미세석회화 또는 부분적 구조의 세부 진단을 위해 확대기법을 사용하고, 1.8배의 확대비가 많이 사용되고 있다. 본 연구는 확대비를 적용하지 않고 검출기 위의 위치에 따른 공간분해능의 변화를 조사하였다. 실제 임상 상황을 고려한다면 확대기법의 적용 시 공간분해능의 변화를 추가적으로 연구할 필요가 있을 것이다.

#### Acknowledgement

본 연구는 중소기업 기술개발사업(해외수요처연계기술개발사업, No. 2319977)의 지원에 의해 수행되었다.

#### Reference

- [1] Ministry of Health and Welfare, 2002 Annual Report of the Korea Central Cancer Registry, 2003.
- [2] S. Y. Choi, C. S. Kim, "Development of Automatic Cluster Algorithm for Microcalcification in Digital Mammography," Korean Society of Radiological Science, Vol. 32, No. 1, pp. 45-52, 2009.
- [3] R. H. Morgan, L. M. Bates, U. V. Gopala Rao, A. Marinaro, "The frequency response characteristics of x-ray films and screens," American Journal of Roentgenology, Vol. 92, pp. 426-440, 1964.
- [4] K. Rossmann, "Point spread-function, line spread-function, and modulation transfer function, tools for the study of imaging systems," Radiology, Vol. 93 No. 2, pp. 257-329, 1969.

- 
- [5] S. C. Bushong, *Radiologic Science for Technologists*, 10th Ed., Elsevier Science Health Science Co., Missouri, pp. 111-112, 2012.
- [6] H. W. Cho, K. S. Chon, "Change of MTF for Sampling Interval in Digital Detector," *Korean Society of Radiology*, Vol. 8, No. 5, pp. 224-230, 2014.
- [7] J. M. Kim, H. W. Jung, J. W. Min, E. K. Yim, "Correction Method of Slit Modulation Transfer function on Digital Medical Imaging System," *Korean Society of Radiological Science*, Vol. 29, No. 3, pp. 133-139, 2006.
- [8] M. Funke, N. Breiter, K. P. Hermann, J. W. Oestmann, E. Grabbe, "Magnification survey and spot view mammography with a new microfocus x-ray unit: detail resolution and radiation exposure," *European Radiology*, Vol. 8, No. 3, pp. 386-390, 1998.
- [9] H. Fujita, D. Y. Tsai, T. Itoh, K. Doi, J. Morishita, K. Ueda, A. Ohtsuka, "A Simple Method for Determining the Modulation Transfer Function in Digital Radiography," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, Vol. 11, No. 1, pp. 34-43, 1992.
- [10] *Modulation Transfer Function of Screen-Film Systems*, Report of the International Commission on Radiation Units and Measurements, 1986.
- [11] R. A. Sones, G. T. Barnes, "A method to measure the MTF of digital x-ray systems," *Medical Physics*, Vol. 11, No. 2, pp. 166-237, 1992.
- [12] J. Morishita, K. Doi, R. Bollen, P. C. Bunch, D. Hoischen, G. Sirand-rey, Y. Sukenobu, "Comparison of two methods for accurate measurement of modulation transfer functions of screen-film systems," *Medical Physics*, Vol. 22, No. 2, pp. 193-200, 1995.

## 디지털 엑스선유방촬영장치에서 검출기 위치에 따른 공간분해능의 변화

김민혜,<sup>1</sup> 천권수<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>대구가톨릭대학교 일반대학원 방사선학과

<sup>2</sup>대구가톨릭대학교 방사선학과

### 요 약

엑스선유방촬영술은 다양한 유방질환 중 석회화 병변을 진단하는데 가장 효과적인 방법이다. 환자의 의료피폭 저감과 진단에 필요한 최적의 영상을 얻기 위해서는 성능유지를 지속적으로 관리해야 한다. 엑스선유방촬영술에서 엑스선을 발생시키는 양극의 경사각도는 중심선을 기준으로 하기 때문에 조사야 내의 위치에 따라 엑스선관의 유효초점이 미세하게 달라질 수 있어 공간분해능의 차이가 발생할 수 있다. 본 연구에서는 디지털 엑스선유방촬영장치에서 검출기 위치에 따른 LSF를 측정하여 MTF를 계산함으로써 공간분해능 변화에 대해서 연구하였다. 와이어 직경에 대한 변화에서 50  $\mu\text{m}$  직경의 와이어의 경우 가장 높은 공간주파수 값을 나타냈으며 검출기의 픽셀보다 작은 직경을 갖는 와이어를 사용해야 검출기의 공간주파수에 따른 응답을 바르게 구할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 조사야 내의 검출기의 위치에 따라서 공간주파수는 중심부분의 와이어가 나머지 와이어보다 우수한 MTF 특성을 보였으나, 그 차이는 미소하게 나타났다. 또한 중앙부분에서 반치폭 또는 유효초점이 가장 작게 나타났으며 중앙에서 벗어날수록 반치폭이 증가하여 공간분해능이 낮아진 것으로 나타났다.

중심단어: 유방촬영술, 변조전달함수, 공간분해능