

◆ 원 저 ◆

복부투시조영 검사 시 Added filter와 Grid 변화에 따른 선량 및 화질에 관한 연구

홍선숙¹ · 강경미¹ · 성민숙¹ · 이종웅²

¹서울아산병원 영상의학팀 · ²강동경희대학교병원 영상의학과

Study on dose and image quality by Added filter and Grid change when exam abdominal fluoroscopy

Seon Sook Hong¹ · Kyeong Mi Kang¹ · Min Suk Seong¹ · Jong Woong Lee²

¹Department of Radiology, Asan Medical Center

²Department of Radiology, Kyung Hee University Hospital at Gang-dong

Abstract

Amount of radiation exposure by seeing through fluoroscopy examination while is many patient exposure administration and unprepared misgovernment be. In this study, abdominal fluoroscopy during the scan, the dose and image quality change according to the use of grid and added filter optimized by measuring the test condition is proposed. Uses seeing through fluoroscopy examination equipment of Image Intensifier of Easy Diagnost Eleva (Philips), under tube type and uses Human phantom and measures average area dose according to grid insertion existence and nonexistence and added filter kind change. Measure sum of 29 organ dose and effective dose through PCXMC imagination simulation program and image J program through noise, SNR, image distortion was measured. Resolution, sharpness, and analyzed using the MTF curves. Fluorography the grid to insert the filter thickness and thickening and increased the average area dose and organ doses and effective dose. In the case of spot examination, when inserted grid, average area dose and organ dose and effective dose increased. Filter thickens the average area dose decreased, but the organ doses and effective dose were increased when use

Received: September 14, 2012, 1st Revised: September 28, 2012, /
2nd Revised: October 19, 2012./ Accepted for Publication: October
26, 2012.

Corresponding Author: 홍선숙
(138-736) 서울시 송파구 풍납2동 388-1 서울아산병원 영상의학팀
Tel: 02) 3010-2747 CP: 010-2572-3181
E-mail: sweat-74@hanmail.net

0.2mmCu+1mmAl filter, decreased slightly. Noise and SNR measurements without inserting the grid, if you do not use the added filter was the lowest and when measure the distortion, 0.1mmCu+1mmAl filter was no difference of image quality in case insert grid was judged that when did not use occasion added filter that do not use grid, difference of image quality does not exist. Did not show a big difference, according to the grid and uses of the added filter sharpness, and resolution. Patient dose increases with factors that reduce the quality of the image so reckless grid and the use of the added filter when abdominal fluoroscopy examination should be cautious in using.

Key words : Abdominal fluoroscopy, grid, added filter, dose, image quality

I. 서론

2000년대부터 디지털 방사선 장비가 사용 됨에 따라 서 의료 영상의 획득이 편리해지고 높은 수준의 화질 관리가 가능해졌다. 특히 넓은 dynamic range로 인하여 선량의 과다, 과소 수준에서도 영상의 품질 저하 없이 화질 관리가 가능하다. 이러한 폭 넓은 dynamic range의 특징으로 디지털 시스템은 환자를 검사하는데 있어서 재촬영율을 감소시킨 반면 디지털 시스템을 구성하고 있는 여러 인자들의 부적절한 구성은 검사 조건을 증가시키는 원인이 되었으며 또한, 양질의 image를 유지하려는 사람들의 욕구에 의하여 실제적인 환자피폭 선량은 감소되지 않고 있다.^{1,2}

최근 사람들의 의료 피폭에 대한 관심이 증가하고 방사선에 대한 지식 수준이 높아짐에 따라 많은 선진국가에서 환자선량의 저감화를 위한 대안을 구축하고 의료 방사선피폭에 대한 관리를 실시하고 있는 실정이다.³

디지털 의료 시스템에서 영상 정보의 손실 없이 환자 선량을 저감화 하기 위한 노력으로 촬영 인자들의 다양한 변화를 통한 영상 품질 및 화질 관리를 실시하고 있다. Grid의 사용 유무, added filter의 사용 유무, collimation의 변화, pulse rate의 변화, capture image의 사용 등을 그 예로 들 수 있다.^{4,5}

이 중 grid의 사용은 이차선(secondary radiation)을 흡수하여 대조도를 향상시키고 또한 산란선을 흡수하여 선예도를 증가시키는 반면 노출량을 증가하여 환자 피폭선량을 증가시킨다. 또한, added filter는 target을 떠난 X선 광자의 저에너지 방사선을 흡수하여 피폭선량을 감소시킴으로 X선 영상을 형성하는 유용한 광자의 비율을 높이는 역할을 하게 된다.^{6,7}

현재 일반촬영보다 높은 피폭이 이루어지고 있는 투시 조영 검사의 경우 이러한 image를 형성하는 장비의 물리적 인자를 고려한 선량 감소 및 화질 관리를 통한

장비의 성능 관리가 미비한 실정이다. 이러한 물리적 여러 인자를 고려하여 영상의 잡음을 감소시키고 대조도 및 해상력을 증가시킴으로 검사 영상의 진단 효과를 최적화하고 특히 피폭 선량을 감소할 수 있는 관리가 무엇보다 시급한 실정이다.

본 연구에서는 복부 투시 조영 및 spot 검사 시 added filter 종류를 변화하고 grid의 삽입 유무에 따른 선량 변화 및 화질 평가를 통하여 최적의 피폭 선량 감소와 최적의 화질을 유지할 수 있는 이상적인 촬영 인자를 선택하고 검사의 효율을 증가시키는데 그 목적이 있다.

II. 대상 및 방법

본 논문에 사용 된 장비는 Easy Diagnost Eleva (Philips) , Image Intensifier, under tube type의 투시조영검사 장비를 사용하였으며 Human Phantom (Rando Phantom Art 200X (Flukebiomecal))을 사용하여 fluorography의 경우 70kVp, spot검사의 경우 85kVp AEC mode로 grid 삽입 유무와 added filter 종류 변화에 따른 선량 및 화질을 측정하였다(Fig. 1).



Fig 1. Dose and image quality measurement that use human phantom

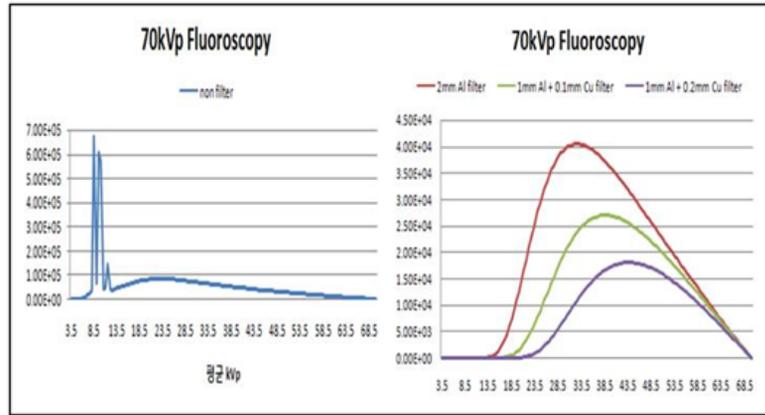


Fig 2. In the case of Fluorography, dose change simulation by added filter

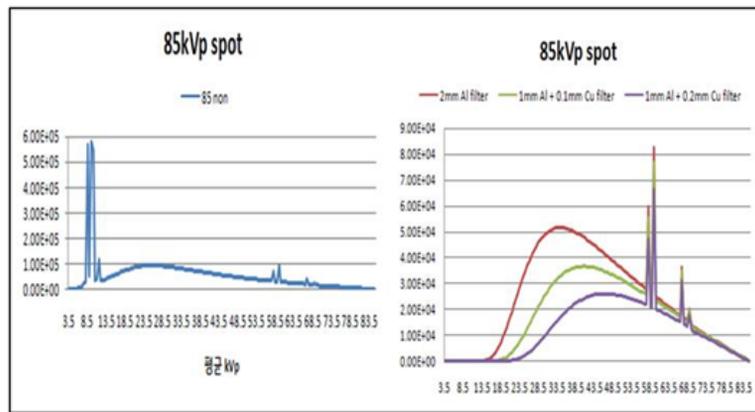


Fig 3. In the case of spot exam, dose change simulation by added filter

1. Fluorography와 spot 검사의 면적선량 평가

Fluorography는 10초 동안의 연속 면적선량(Dose Area Product : 이하 DAP)을 측정하였으며, Spot 검사의 경우 5장 평균 면적선량을 grid 삽입 유무와 added filter 종류 변화에 따라 측정하고 면적선량의 증감비율을 분석하였다. Added filter 종류 변화에 따른 X선 선량 변화는 SRS-78 프로그램으로 시뮬레이션 하였다(Fig 2,3).

2. 가상시뮬레이션 프로그램을 통한 장기선량 및 유효선량 평가

PCXMC 2.0 Monte Carlo 전산모사 (A pc-based Monte Carlo program (STUK-Radiation and Nuclear Safety Authority)를 사용하여 grid 삽입 유무와 added filter 종류 변화에 따라 fluorography는 10초 동안의 연속 면적선량과 spot 검사의 경우 5장 면적선량을 통해 시뮬레이션하여 29개 total organ dose(이하:

장기선량)와 ICRP의 effective dose를 비교, 분석하였다(Fig. 4).

Organ	Dose (Sv)	Eff. Dose (Sv)	Organ	Dose (Sv)	Eff. Dose (Sv)
Adipose bone marrow	0.000287	1.3	Esophagus	0.000040	18.7
Adipose	0.000289	20.1	Esophagus	0.000004	35.2
Breast	0.000000	NA	IBreast	0.002628	2.0
Breast	0.000000	12.2	Upper arm bones	0.000015	24.9
Colon (Large intestine)	0.001739	2.7	Middle arm bones	0.002291	3.6
Esophagus (Large intestine)	0.002139	3.0	Lower arm bones	0.004579	1.7
Esophagus (Large intestine)	0.001209	5.0	Hand	0.001712	2.0
Extrathoracic airways	0.000000	NA	Lower leg bones	0.000141	7.3
Gall bladder	0.000241	5.9	Middle leg bones	0.000004	19.8
Heart	0.000284	6.5	Lower leg bones	0.000001	100.0
Kidneys	0.000291	5.3	Skin	0.001959	0.7
Liver	0.001999	1.6	Small intestine	0.001630	2.0
Lungs	0.000203	3.9	Spleen	0.000628	6.5
Lung/nodes	0.000062	1.9	Stomach	0.002901	3.2
Muscle	0.000037	0.2	Testicles	0.000194	20.4
Oesophagus	0.000295	14.5	Thymus	0.000048	43.4
Oral mucosa	0.000000	NA	Thyroid	0.000003	65.8
Ovaries	0.001057	17.5	Urinary bladder	0.002909	5.2
Pancreas	0.001086	9.9	Uterus	0.001921	6.3
Prostate	0.001269	10.2			
Salivary glands	0.000000	NA	Average dose in total body	0.001012	0.1
Spleen	0.000003	0.8	Effective dose ICRP70 (Sv)	0.001032	2.2
Stomach	0.000000	NA	Effective dose ICRP103 (Sv)	0.001027	1.6
Upper arm bones	0.000004	46.3			
Middle arm bones	0.000027	7.5			
Lower arm bones	0.000021	4.8	Abs. energy fraction (J)	72.367367	

Fig 4. Organ dose and effective dose measurement that use PCXMC

3. Spot 영상의 noise 및 SNR 평가

Grid 삽입 유무와 added filter 종류 변화에 따른 spot 영상을 PACS를 통해 저장하여 미국 국립보건원 (National Institute of Health : NIH)에서 제공하는 Image J 프로그램을 통하여 동일한 ROI 지점의 히스토그램으로 signal과 noise value를 획득, 신호대잡음비(signal to noise :이하 SNR) 계산을 통해 영상의 화질을 평가하였다. SNR은 noise 대비 신호의 크기로서 SNR이 높을수록 noise에 대한 신호의 저항력이 좋으며 양질의 화질임을 알 수 있다.

4. Spot 영상의 SNR, PSNR 비교를 통한 화질 평가

Grid가 삽입되지 않고 added filter가 적용되지 않은 spot 영상을 기준으로 Image J 프로그램을 통하여 SNR, PSNR, MAE, RMSE value를 비교, 평가 하였다. 이 중 PSNR 값은 SNR가 유사한 개념으로 쓰이지만 SNR은 평균값을 기준으로 측정하는 반면 PSNR은 순간적으로 나타날 수 있는 최대 peak 값을 통해 신호대잡음비를 측정하게 된다. 일반적으로 30dB 이상이면 임상적으로 질적 차이를 구분할 수 없는 것으로 기준하고 있으며 PSNR이 높을수록 화질은 우수하게 된다. MAE와 RMSE는 측정치의 오차를 표현한 것으로 MAE는 평균오차의 제곱으로 RMSE는 각 측정치의 평균오차의 제곱근으로 표현하며 MAE와 RMSE가 작을수록 정확성이 높은 지표로 사용된다.

5. Modulation Transfer Function (이하 MTF) 곡선을 통한 spot 영상의 해상력 평가

MTF 측정을 위하여 IEC-61267에서 제시된 4 종류의 선질 중 RQA 5의 선질로 70kVp에 21mmAl added filter를 사용하고 edge method를 이용해 Edge Spread Function(ESF)과 Line Spread Function(LSF)을 구하고 최종적으로 MTF 곡선을 구하여 MTF 50%(0.5) 지점이 교차하는 점의 공간주파수 값인 선예도와 MTF 10%(0.1) 지점이 교차하는 점의 공간주파수 값인 해상력을 구하여 grid 삽입유무와 filter 종류에 따른 영상의 화질을 비교 평가하였다. 계산을 위해 사용된 도구로는 Matlab (Mathworks, version 7.6.0.321 (R2008a))을 사용하였다(Fig. 5).

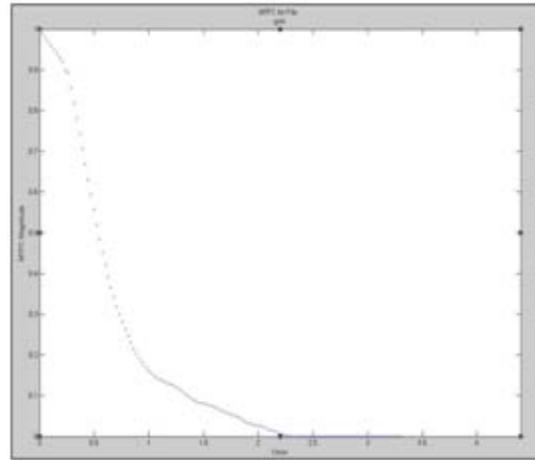


Fig 5. Resolution and sharpness measurement that use MTF curved line

III. 결과

1. Fluorography와 spot 검사의 면적선량 평가 분석

Added filter 추가에 따른 면적선량의 변화는 fluorography의 경우 grid 삽입 유무에 관계없이 filter 종류가 두꺼워짐에 따라 선량이 증가하였다. 그 증가 비율은 grid가 없는 경우 +45.4%까지, grid가 있는 경우 +28.47%까지 증가하였다. 반면 spot검사의 경우 filter 두께가 두꺼워짐에 따라 면적선량은 감소하였으며 감소 비율은 grid가 없는 경우 -55.69%, grid가 있는 경우 -56.09%까지 감소하였다. Grid 유무에 관계없이 비슷한 비율로 면적선량이 감소하는 것을 볼 수 있었다.

Grid 삽입 유무에 따른 면적선량의 변화는 fluorography의 경우 grid를 삽입하였을 경우 면적선량이 크게 증가하였으며 filter 두께가 두꺼워질수록 증가 비율은 낮아졌다. 면적선량의 증가 비율은 +78.68% ~ +102.23%까지 증가하였다. Spot 검사의 경우 grid를 삽입함에 따라 면적선량은 크게 증가하였으며 filter 종류 변화에 따라서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 면적선량의 증가 비율은 약 +147% 증가하였다(Table 1).

Table 1. Added filter, depending on the type of grid and the presence of the insertion
10 seconds fluorography and 5 spot checks of the average area dose

		(unit : : DAP(mGym ²))			
		non filter	2mmAl filter	0.1mmCu + 1mmAlfilter	0.2mmCu + 1mmAlfilter
Fluorography	Grid out	39.01	45.73	49.57	56.72
	Grid in	78.89	82.49	90.84	101.35
Spot	Grid out	54.41	38.87	30.66	24.11
	Grid in	134.44	96.32	76.16	59.03

Table 2. Added filter, depending on the type of grid and the presence of the insertion organ doses and effective dose

		29 organ total dose(mGy)	ICRP 60 effective dose(mSv)	ICRP 103 effective dose(mSv)
Fluorography	Grid out	non filter	0.000524	0.000505
		2mmAl filter	0.004551	0.005835
		0.1mmCu + 1mmAlfilter	0.006563	0.0089
		0.2mmCu + 1mmAlfilter	0.009093	0.01277
	Grid in	non filter	0.001108	0.001068
		2mmAl filter	0.008209	0.010525
		0.1mmCu + 1mmAlfilter	0.012026	0.01631
		0.2mmCu + 1mmAlfilter	0.016248	0.022818

2. 가상시뮬레이션 프로그램을 통한 장기선량 및 유효선량 평가 분석

PCXMC 전산 모사 프로그램 가상 시뮬레이션 결과 fluorography의 grid 삽입 유무에 따른 29개 장기 선량과 유효선량은 grid를 삽입하였을 경우 증가하였다. 또한, added filter 종류에 따른 변화는 filter 두께가 증가할수록 장기선량과 유효선량도 면적 선량과 마찬가지로 증가되었다.

Grid를 삽입하고 0.2mmCu +1mmAl filter를 사용한 경우 장기선량과 유효선량은 가장 높은 값을 나타냈다 (Table 2)(Fig 5,6).

Spot 검사의 grid 삽입 유무에 따른 29개 장기 선량과 유효선량은 grid를 삽입하였을 경우 증가하였다. Added filter 종류에 따라서는 면적선량은filter 종류가 두꺼워짐에 따라 감소했지만, 장기선량과 유효선량은 2mmAl filter와 0.1mmCu + 1mmAl filter까지 증가하다가 0.2mmCu + 1mmAl filter에서 소폭 감소하였다.

Grid를 삽입하고0.1mmCu + 1mmAl filter를 사용한 경우 장기선량과 유효선량은 가장 높은 값을 나타냈다 (Table 3)(Fig 7,8).

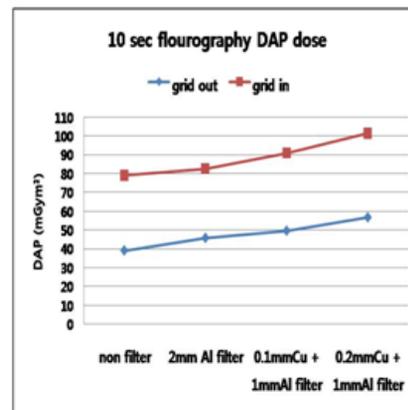


Fig 5. 10 sec fluorography average area dose

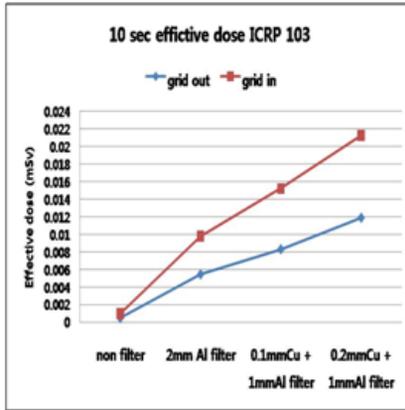


Fig 6. 10 sec fluorography effective dose

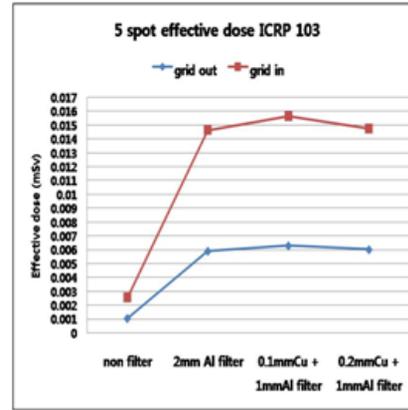


Fig 8. 5 spot effective dose

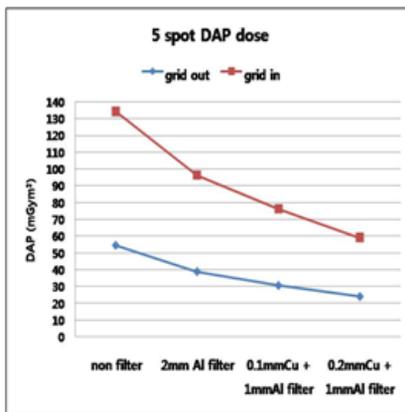


Fig 7. 5 spot average area dose

3. Spot 영상의 noise 및 SNR 평가 분석

동일한 ROI 영역을 지정하여 noise와 SNR을 측정하고 결과 filter 종류에 따른 noise value는 filter 두께가 두꺼워 질수록 noise는 증가했다. Grid를 삽입하지 않은 경우에는 약 +17.88배까지 noise가 증가하였고, grid를 삽입하였을 경우 약 +3.7배까지 증가하였다. Grid는 삽입하지 않은 경우에 비해 grid를 삽입하였을 때 noise가 증가하였으며 증가비율은 grid를 삽입하였을 때 +1.36배 ~ +6.32배까지 증가하였다.

Grid 삽입유무에 따른 SNR grid를 삽입하지 않은 경우 grid를 삽입했을 때 보다 높은 값으로 측정되며, filter 종류에 따른 SNR은 filter 두께가 두꺼워짐에 따

Table 3. Spot exam on the grid and the presence of the insertion filter according to the type of organ doses and effective dose

		29 organ total	ICRP 60 effective	ICRP 103 effective	
		dose(mGy)	dose(mSv)	dose(mSv)	
Spot	Grid out	non filter	0.001012	0.001102	0.001027
		2mmAl filter	0.004724	0.006315	0.005907
		0.1mmCu + 1mmAlfilter	0.004828	0.00673	0.006297
		0.2mmCu + 1mmAlfilter	0.004505	0.006439	0.006022
	Grid in	non filter	0.002501	0.002722	0.002538
		2mmAl filter	0.011706	0.015649	0.014638
		0.1mmCu + 1mmAlfilter	0.011994	0.16719	0.015641
		0.2mmCu + 1mmAlfilter	0.011029	0.015764	0.014743

Table 4. Grid insert and filter type changes according to the presence of noise and SNR

		non filter	2mmAl filter	0.1mmCu + 1mmAlfilter	0.2mmCu + 1mmAlfilter
Signal	Grid out	39.02	39.276	39.738	43.283
	Gird in	39.483	41.84	45.86	51.814
Noise	Grid out	0.229	1.107	1.874	4.095
	Grid in	1.488	3.589	4.623	5.507
SNR	Grid out	170.39±13.05	35.48±5.96	21.20±4.60	10.57±3.25
	Grid in	26.53±5.15	11.66±3.41	9.92±3.15	9.41±3.07

Table 5. Distortion of grid insertion existence and nonexistence and reflex by filter kind change

		Grid insert presence & Filter according to the type of quality comparisons (noisevalueisthesmallestnonfilter&gridoutwhenstandards)			
		SNR	PSNR	RMSE	MAE
Grid out filter/ Gridoutnonfilter	A	47.71	47.71	0.161	0.015
	B	37.822	37.822	0.501	0.104
	C	21.549	21.549	3.263	2.516
Grid in filter/ Gridoutnonfilter	D	42.212	42.212	0.302	0.045
	E	25.35	25.35	2.107	1.285
	F	17.234	17.234	5.362	4.819
	G	11.167	11.167	10.783	10.37

- A: 기준영상과 grid out, 2mmAl filter 사용 영상의 비교 (2mmAl/non)
- B: 기준영상과 grid out, 0.1mmCu + 1mmAl filter 사용 영상의 비교 (0.1mmCu + 1mmAl/non)
- C: 기준영상과 grid out, 0.2mmCu + 1mmAl filter 사용 영상의 비교 (0.2mmCu + 1mmAl/non)
- D: 기준영상과 grid in, non filter 사용 영상의 비교 (non(grid in)/non)
- E: 기준영상과 grid in, 2mmAl filter 사용 영상의 비교 (2mmAl(grid in)/non)
- F: 기준영상과 grid out, 0.1mmCu + 1mmAl filter 사용 영상의 비교 (0.1mmCu + 1mmAl(grid in)/non)
- G: 기준영상과 grid out, 0.2mmCu + 1mmAl filter 사용 영상의 비교 (0.2mmCu + 1mmAl(grid in)/non)

라 SNR이 감소하였다. Grid를 삽입하지 않고 filter를 부과하지 않은 경우 noise가 가장 적고 SNR은 가장 큰 값을 나타냈다(Table 4).

4. Spot 영상의 SNR, PSNR 비교를 통한 화질 평가 분석

3에서 실험한 결과로 noise가 가장 적고 SNR이 가장 높은 grid를 삽입하지 않고 filter를 부과하지 않았을 경우의 영상을 기준으로 영상의 왜곡도를 측정된 결과 grid를 삽입하지 않았을 경우 PSNR 값이 2mmAl filter, 0.1mmCu + 1mmAl filter를 사용했을 경우 각각 47.71dB과 37.822dB로 측정되어 기준 영상과 비교 할 때 질적 차이를 나타내지 않는 것으로 판단되었다.

Grid를 삽입했을 경우 PSNR 값은 filter를 부과하지 않았을 경우 42.212dB으로 측정되어 기준영상과 비교

할 때 질적 차이를 나타내지 않는 것으로 판단되었다. Grid를 삽입하지 않고 2mmAl filter를 부과했을 때 영상이 기준 영상과 비교하여 SNR, PSNR은 가장 높고 RMSE, MAE 값은 가장 낮게 측정되었다(Table 5).

5. Modulation Transfer Function (이하 MTF) 곡선을 통한 spot 영상의 해상력 화질 평가 분석

Edge method를 이용하여 구한 MTF 곡선에 의해 선 예도와 해상력을 측정된 결과 선예도는 grid를 삽입하고 0.2mmCu + 1mmAl filter를 사용하였을 때 0.545 가장 우수하였으며, 해상력은 grid를 삽입하지 않고 filter를 부과하지 않았을 때 1.389로 가장 높은 측정치를 나타냈다. 하지만, grid 삽입유무와 filter 종류 변

화에 따른 선예도와 해상력은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 6)(Fig 5).

Table 6. Sharpness and resolution by grid insertion existence and nonexistence and filter kind change (unit : lp/mm)

	50% MTF	10% MTF
A	0.538	1.389
B	0.541	1.364
C	0.538	1.361
D	0.526	1.345
E	0.538	1.379
F	0.538	1.342
G	0.53	1.311
H	0.545	1.288

- A : Grid out, non filter
- B : Grid in, non filter
- C : Grid out, 2mmAl filter
- D : Grid in, 2mmAl filter
- E : Grid out, 0.1mmCu + 1mmAl filter
- F : Grid in, 0.1mmCu + 1mmAl filter
- G : Grid out, 0.2mmCu + 1mmAl filter
- H : Grid in, 0.2mmCu + 1mmAl filter

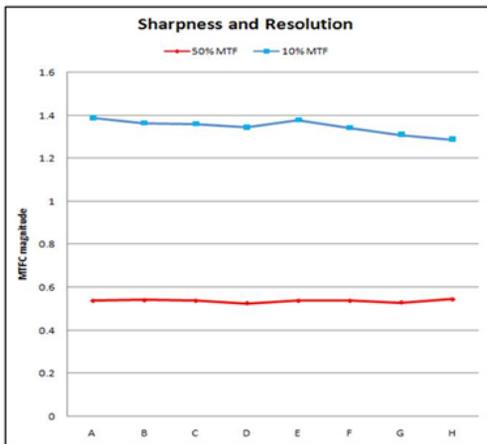


Figure 5. Grid insertion existence and nonexistence, sharpness by filter kind change and resolution comparison

IV. 고찰

인류가 받는 인공피폭은 약 20%에 해당되며 이 중 약 15%가 의료피폭에 해당된다. 이 중 하나인 투시조영 검사는 검사 도중 연속적인 방사선이 투시되므로 많은 양의 환자 피폭을 일으키는 피폭원 이기도 하다. 그러나, 투시 검사 도중 환자가 받는 피폭에 대한 관리가 미비한 실정이며, 여러 촬영 인자로 인한 화질관리 및 장비의 성능관리가 부족한 실태이다.⁵

현재의 디지털 시스템 환경에서 검사를 최적화하면서 환자피폭선량을 저감화 시키기 위한 방법으로 여러 촬영인자들을 다양화하는 노력이 시도되고 있다.⁸

따라서 본 연구에서는 복부투시조영 검사 시 added filter와 grid를 변화시키면서 fluorography와 spot 검사 시의 선량과 영상을 화질을 평가하여 최적의 촬영인자를 알아보려고 하였다.

먼저, fluorography 면적선량 측정 결과 grid를 삽입하지 않고 filter를 사용하지 않은 경우 면적선량이 가장 적게 측정되었으며, added filter의 두께가 두꺼워질수록 면적선량은 증가하였다. 이는 fluorography 검사 시 연속되는 방사선으로 인해 관전류의 값을 최소로 설정하는 장비의 특성상 added filter의 추가로 감약되는 선량이 영상을 구성하는 최소 선량에 미치지 못하므로 장비는 인위적으로 더욱 많은 선량을 부과하게 되어 filter의 두께가 두꺼워질수록 면적선량이 증가하게 된다. Grid를 삽입한 경우 삽입하지 않았을 경우보다 최고 약 2배까지도 선량 증가가 일어났다. spot 검사의 면적선량 측정 결과 grid를 삽입하지 않고 0.2mmCu + 1mmAl filter를 부과하였을 때 면적선량이 가장 적었다. 이는 저에너지 방사선을 흡수함에 따라 선질의 경화로 인해 표면선량의 감소가 이루어졌기 때문이다.

반면 PCXMC 전산모사 시뮬레이션 프로그램에 의한 장기선량 및 유효선량 평가는 fluorography는 added filter의 종류가 두꺼워짐에 따라 면적선량이 증가한 것과 마찬가지로 장기선량 및 유효선량이 증가하였다. Filter가 두꺼워짐에 따라 증가 된 입사선량은 장기선량 및 유효선량을 증가시키는 요인으로 작용하였다. Spot 검사 또한 filter의 종류가 두꺼워짐에 따라 장기선량 및 유효선량이 증가하다가 0.1mmCu+1mmAl filter 부과 시 가장 많은 선량으로 측정되었으며, 0.2mmCu+1mmAl filter 부과 시 소폭 감소되어 나타났다. Filter의 두께가 두꺼워짐에 따라 선질은 경화되

고 인체의 심부에 위치하는 장기에 흡수되는 선량의 증가로 인하여 장기선량 및 유효선량이 증가되었다. 그러나, 과도한 filter의 사용은 인체에 도달하는 방사선의 강도를 감약시킬 수 있음을 고려해야 할 것이다. Grid를 삽입한 경우 또한 면적선량과 마찬가지로 장기선량과 유효선량은 증가하였다. Grid는 피사체로부터 산란선을 흡수하여 영상의 대조도를 향상시키는 특징이 있지만 cut off 현상 등의 방지를 위해 더 많은 선량을 필요로 하게 되어 면적선량 및 장기선량과 유효선량이 증가된다. 따라서, 높은 대조도와 선예도가 높은 영상이 요구되는 경우를 제외하고 fluorography와 spot 검사에서 grid 사용과 added filter를 부가하는데 있어 피폭선량을 고려하여 사용에 신중을 기하여야 할 것이다.

Grid 삽입유무와 added filter 종류에 따른 noise 및 SNR 측정 결과 grid를 삽입하지 않고 filter를 부가하지 않은 경우 noise는 가장 적고 SNR은 가장 높은 것으로 평가되었다. Added filter 종류 변화에 따라서는 grid를 삽입하지 않았을 경우 SNR이 큰 폭으로 감소하였으며, grid를 삽입하지 않은 경우 filter가 두꺼워짐에 따라 약 -17배까지 SNR이 감소하였다. Grid 삽입유무에 따른 SNR은 grid를 삽입한 경우가 삽입하지 않은 경우에 비하여 약 -6.5배까지 SNR이 감소하였다.

또한, 선예도와 해상력을 통한 화질 측정 결과 grid와 filter 종류 변화에 따른 선예도 및 해상력은 근소한 차이를 보였으며 grid를 삽입하지 않고 filter를 부가하지 않은 경우의 영상이 해상력이 가장 높게 측정되었으며, grid를 삽입하고 0.2mmCu+1mmAl filter를 부가한 경우 해상력이 가장 낮게 측정되었다. 50% MTF 곡선의 교차점으로 평가되는 선예도는 grid를 삽입하고 0.2mmCu+1mmAl filter를 부가한 경우 가장 높은 값을 나타냈다. 이는 grid가 피사체로부터 산란되는 산란방사선을 흡수함으로써 선예도가 증가된 것으로 판단할 수 있다. 따라서, grid의 삽입과 added filter의 무분별한 부가는 영상의 noise를 증가시킴으로써 SNR을 감소시키는 요인이 된다. 이러한 noise는 영상의 대조도(contrast)를 감소시키며, 영상의 흐림으로 인한 공간분해능(spatial resolution)의 저하를 가져온다.⁹

영상의 왜곡도를 판단하기 위하여 noise가 가장 적게 측정된 grid를 삽입하지 않고 added filter를 부가하지 않은 영상을 기준으로 하여 측정한 결과 grid를 삽입하지 않은 경우에는 2mmAl filter와 0.1mmCu + 1mmAl filter를 부가하였을 때 PSNR 값이 30dB를 넘

어 사람이 인지할 수 있을 정도의 화질의 차이가 없는 것으로 판단되었다. 또한, grid를 삽입한 경우에는 added filter를 부가하지 않았을 경우에만 차이가 없고 filter가 부가된 경우 인지될 정도의 화질의 차이가 나타나는 것으로 판단되었다.

그러나, 이러한 선량과 화질의 특성들은 인체 복부 팬텀을 기준으로 실험된 결과로서 환자의 특성에 따라 선량의 증감은 달라질 수 있다. 또한, 복부투시조영 검사 시 복용되는 조영제는 선량의 증가를 가져올 수 있으며 이에 따른 화질의 변화를 배제할 수 없다. 따라서, 추후에는 환자의 체위 등의 특성과 조영제의 특성을 고려한 grid 및 added filter에 따른 선량 및 화질에 관한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

또한, 우리가 인식할 수 있는 한계에 가까운 주파수는 2.0 ~ 2.5 lp/mm 에서의 MTF 값을 비교하게 되는데 복부투시조영 검사의 spot 영상은 그 보다 낮은 1.3 ~ 1.4 lp/mm 영역으로 측정되었다. 그러나, 시스템의 제한성을 규정하는 나이키스트 주파수의 규정은 일반촬영의 경우 약 0.5 ~ 3 lp/mm 범위에서 임상적으로 수용가능하다는 특징을 볼 때 측정된 spot 영상 또한 임상적으로 수용할 수 있다고 판단할 수 있다.¹⁰

복부투시조영 검사 시 검사자는 grid와 filter의 무분별한 사용은 자제하고 무엇보다 최소한의 투시 시간 검사로 최적의 영상 정보를 획득하는 노력이 필요할 것으로 생각된다.

V.결과

Grid의 사용은 산란선을 제거하여 영상의 대조도와 선예도를 증가시키고, added filter의 사용은 연선을 제거함으로써 방사선질을 경화하고 피폭선량을 감소하게 된다. 그러나, 본 연구의 결과 fluorography의 경우는 grid와 filter의 사용은 면적선량과 유효선량을 동시에 증가시키는 결과를 초래하였다. 따라서, 환자의 체위 등으로 인한 산란선의 제거와 방사선 투과력을 증가시켜야 하는 검사를 제외하고 grid와 added filter 부가 사용을 자제해야 할 것이다.

Spot 검사의 경우 added filter의 사용이 입사되는 면적선량의 감소를 가져오지만 장기에 흡수되는 선량이 증가하여 실질적인 유효선량의 증가를 가져오게 된다. 또한, grid의 사용과 added filter의 부가 사용은 해상력과 선예도에 큰 차이를 나타내지 않았다. 따라서,

grid와 added filter의 사용이 꼭 필요한 검사의 경우 grid를 삽입하지 않은 경우에는 0.1mmCu+1mmAl 까지 added filter를 추가하여 사용하고 grid를 삽입한 경우 added filter를 사용하지 않고 복부투시검사를 시행하는 것이 유용할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Pascoal, A., Lawinski, C. P., Mackenzie, A., Tabakov, S. and Lewis, C.A. : Chest radiography - A comparison of image quality and effective dose using four digital systems, Radiation Protection Dosimetry, Vol. 114, Nos 1-3, pp. 273-277, 2005.
2. 최성현, DR System에서 격자 사용에 따른 선량 및 화질평가에 관한 연구, 한서대학교 건강증진대학원 p1-3, 2012
3. 방사선검사 및 핵의학검사에 적용되는 진단참고준위 공시 독일연방방사선방어청. 2003
4. Hart D 외 : The UK national patient dose database : now and in the future, The british journal of radiology, Vol78, 361-365, 2003
5. 김성배 : Humanoid Phantom을 이용한 소화기계 투시검사 환자의 피폭선량 분석평가, 고려대학교 의용과학대학원, 2, 2005
6. 고인호 : 진단용 X선 격자가 사진학적 특성에 미치는 영향에 관한 연구, 제주 한라대학 논문집, pp85-89, 2000
7. 임은경 : MTF,NPS, DQE를 통한 관전압과 Cu-filter 두께에 따른 영상 평가, 고려대학교 의용과학대학원 의학물리학과 pp16~25, 2006
8. 디지털 방사선검사에서 선량증가와 영상품질저하의 요인 분석, 최준구, 단국대학교 대학원 p13, 2008
9. Hart, D., Hillier, M.C. and Wall, B.F. : Doses to Patients from Medical X-ray Examinations in the UK-2000 Review, NRPB W14, National Radiological Protection Board, Chilton, UK, 2002.
10. 이종용 : Exposure횟수에 따른 IP화질 변화의 정량평가에 관한 연구, 석사학위논문, 고려대학교 의용과학대학원 p37-38, 2011