

머리부 전후방향촬영 시 방사선피폭선량 저감을 위한 부가여과판에 대한 연구

이초희¹, 임창선^{1*}
¹건양대학교 방사선학과

A Study on Added Filters for Reduction of Radiation Exposure Dose in Skull A-P Projection

Cho-hee Lee¹ and Chang-Seon Lim^{1*}

¹Department of Radiological Science, Konyang University

요 약 머리부 전후방향촬영은 종래의 증감지-필름 방사선촬영보다 디지털방사선촬영 시 입사표면선량(ESD)이 훨씬 높다. 따라서 본 연구의 목적은 부가필터를 사용하여 환자의 피폭선량을 줄이기 위한 것이다. 본 연구에서는 머리부 팬텀을 이용하여 머리부 전후방향촬영 시 부가여과판의 두께에 따른 선량 감소효과를 알아보고, 동시에 부가여과판 사용에 따른 영상의 질적 저하의 평가를 위한 실험을 진행하였다. 선량측정은 머리부 팬텀을 머리부 전후방향촬영자 세로 위치시켜 입사표면선량과 투과선량을 0.1 mmAl으로부터 0.5 mmCu+2.0 mmAl까지 16종류의 부가여과판을 바꾸어 가며 측정하였다. 영상의 화질 평가를 위해서 총 17매의 영상을 촬영하였고 촬영된 영상은 영상의학과 전문의에게 평가를 의뢰하였다. 그 결과 부가여과판 중 0.2 mmCu+1.0 mmAl의 복합여과판을 사용한 부가여과판까지 진단적 가치가 있는 영상을 얻었고, 이 때 머리부 팬텀에 입사표면선량은 약 0.6 mGy이었다. 이 값은 국제원자력기구(IAEA)에서 권고하고 있는 머리부 후전방향촬영 시 입사표면선량 5 mGy의 12%에 불과하였다. 따라서 검사부위에 따라 적정한 부가여과판의 사용으로 환자의 피폭선량을 상당히 감소시키는 효과를 얻을 수 있다.

Abstract Skull A-P projections are the bi-product where the ESD (Entrance Surface Dose) for digital radiography is much higher than that conventional screen-film radiography. Therefore, the aim of this study was to reduce radiation doses to patients by using an added filter. This research focuses on the identification of the reduction of exposure to radiation based on the thickness of an added filter when applying the 'Skull A-P Projection' by using the 'Skull Phantom'. Also, an experiment was conducted to evaluate the qualitative decline of images through filtration. The measurement of one's exposed dose to radiation was executed by locating the 'Skull Phantom' on the position of the 'Skull AP,' while changing 16 kinds of added filters from 0.1 mmAl to 0.5 mmCu + 2.0 mmAl in terms of incident and penetrating doses. For the qualitative evaluation of images, a total number of 17 images have been acquired in the 'Skull Phantom' under the same conditions as those for the measurement of one's exposed dose. The acquired images have been evaluated by a radiological specialist. As a result, the images with a diagnostic value have been obtained by using such added filters as the compound filter of 0.2 mmCu +1.0 mmAl. The exposed dose absorbed on the 'Skull Phantom' is about 0.6 mGy. The value is only 12% of 5 mGy, the ESD value acquired on the 'Skull P-A Projection', which is recommended by the International Atomic Energy Agency (IAEA). As a result, depending on the parts of inspection, it is possible to reduce the patient's exposed dosage of radiation considerably by using an appropriate added filter.

Key Words : Reduction of exposure to radiation, Added filter, Skull A-P projection

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 원자력연구기반확충사업(인력양성)임(과제번호: 2010-0021726)

*교신저자 : 임창선(lims088@konyang.ac.kr)

접수일 11년 05월 16일

수정일 11년 06월 03일

게재확정일 11년 07월 07일

1. 서론

방사선시설에서 환경방사선에 의한 영향을 줄이기 위한 노력도 필요하지만[1] 의료방사선에 의한 피폭은 인위적인 방사선 피폭 중 가장 큰 비중을 차지하고 있다[2]. 이에 그동안 방사선에 의한 환자의 피폭감소를 위한 연구[3-5]와 방사선관계종사자들의 피폭선량 실태에 대한 많은 연구[6-8]들이 이루어져 왔다.

특히 환자들은 방사선검사 시 직접적으로 적지 않은 방사선에 피폭되기 때문에 국제방사선방어위원회(ICRP)에서는 환자의 방사선방어 최적화를 위하여 ALARA(As Low As Reasonably Achievable) 개념에 맞게 최적의 영상을 얻으면서 환자가 받는 선량을 최소한으로 하도록 하고 있다[9]. 방사선검사 가운데 머리부 방사선촬영검사는 매년 증가하는 것으로 보고되어 있고[10] 머리부 방사선 촬영검사 시 환자가 받는 선량은 흉부 방사선검사 시 환자선량 보다 10배 이상으로 국제 기본 안전 기준에서도 머리부 후전방향촬영 시 입사표면선량(ESD, Entrance Surface Dose)이 5 mGy를 초과하지 않도록 권고하고 있다[11]. 더욱이 최근에는 디지털방사선촬영시스템이 많이 보급되고 있다. 그런데 디지털방사선촬영시스템에서는 영상 검출기의 반응 범위가 매우 넓어 필름-증감지 시스템보다 더 많은 노출 선량으로 환자가 받는 피폭선량이 증가할 수 있다[12,13]. 특히 머리 전후방향촬영은 종래의 증감지-필름 방사선촬영보다 디지털방사선촬영 시 입사표면선량이 훨씬 높은 것으로 알려져 있다[14]. 따라서 본 연구에서는 디지털방사선촬영시스템에서 머리부 방사선촬영 시 진단영상의 화질을 저하시키지 않으면서 환자가 받는 선량을 최소한으로 하기 위한 적절한 부가여과판을 찾아보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 실험기기 및 재료

- 1) X-선 발생장치 : Digital Diagnost TRF-1000-150 (PHILIPS)
- 2) 선량계 : Rad-check MICRO-R (Model 06-526-5240, Fluke)
- 3) 머리부 팬텀 : Transparent(RS-108T, Fluke)
- 4) 부가여과판 :
Al (0.1 mm, 0.2 mm, 0.5 mm, 1.0 mm, 1.5 mm, 2.0 mm, 2.5 mm), Cu (0.1 mm, 0.2 mm, 0.5 mm), 0.1 mmCu+1.0 mmAl, 0.1 mmCu+2.0 mmAl, 0.2

mmCu+1.0 mmAl, 0.2 mmCu+2.0 mmAl, 0.5 mmCu+1.0 mmAl, 0.5 mmCu+2.0 mmAl,

- 5) 출자 및 스티로폼

2.2 실험방법

(1) 선량의 측정

입사표면선량 측정을 위해 우선 일반적인 환자 머리부 방사선촬영과 같이 X선관 초점과 수상기(Image receptor)와의 거리를 100 cm으로 조정하였고 촬영을 위한 조사 조건은 장비에 설정되어 있는 X선관전압 77 kVp, 관전류량 25 mAs로 하였다.

부가여과판은 0.1 mmAl, 0.2 mmAl, 0.5 mmAl, 1.0 mmAl, 1.5 mmAl, 2.0 mmAl, 2.5 mmAl, 0.1 mmCu, 0.2 mmCu, 0.5 mmCu와 구리여과판에 알루미늄을 덧댄 0.1 mmCu+1.0 mmAl, 0.1 mmCu+2.0 mmAl, 0.2 mmCu+1.0 mmAl, 0.2 mmCu+2.0 mmAl, 0.5 mmCu+1.0 mmAl, 0.5 mmCu+2.0 mmAl 등 모두 16개를 차례로 바꿔가며 사용하였다. 이때 X선 발생장치의 고유여과는 2.7 mmAl이었다.

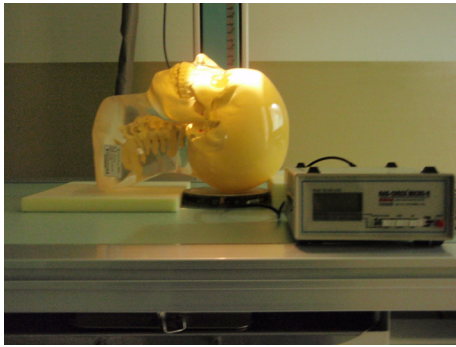


[그림 1] 입사표면선량 측정
[Fig.1] Measurement of ESD

그리하여 머리부 팬텀(Skull phantom)과 두께가 같은 20 cm 스티로폼 위에 선량계의 이온 챔버(Ion chamber)를 올려놓고 입사표면선량을 측정하였다[그림 1].

투과선량은 머리부 전후방향(Skull AP) 촬영자세로 위치시킨 머리부 팬텀 아래에 이온 챔버(Ion chamber)를 놓고 측정하였다[그림 2].

입사표면선량과 투과선량은 동일 부가여과판 두께에서 5회 측정된 값을 평균하였고, 입사선량 값에서 투과선량 값을 감산하여 흡수선량을 산출하였다.



[그림 2] 투과선량 측정
[Fig. 2] Measurement of penetrating dose

(2) 머리부 전후방향(Skull AP)촬영상의 평가

부가여과판의 두께와 종류를 바꿔가며 촬영하여 얻은 17개의 머리부 팬텀영상을 머리부 전후촬영의 평가기준인 ①전체 사진농도가 적절한가 ②두께 내외판이 선명하게 보이는가 ③골절음영이 있다면 식별 가능하겠는가 ④추체골 음영이 선명한가 ⑤작은 병변도 식별 가능하겠는가 ⑥해상도는 적절한가의 6개 항목을 3명의 영상의학과 전문의에게 평가를 의뢰하여 진단에 가장 적절한 영상을 선정하도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 선량의 측정 결과

우선 부가여과판의 종류에 따른 머리부 팬텀의 입사표면선량(ESD) 측정 결과는 표1과 같이 부가여과판을 사용하지 않았을 때 1.9 mGy이었고 부가여과판이 0.1 mmAl 일 때는 사용하지 않았을 때와 같은 1.9 mGy이었다. 그리고 부가여과판이 0.2 mmAl일 때 1.8 mGy, 0.5 mmAl 일 때 1.6 mGy, 1.0 mmAl일 때 1.5 mGy, 1.5 mmAl일 때 1.3 mGy로 부가여과판의 두께를 달리함에 따라 0.1에서 0.2 mGy의 감소가 일어났다. 또한 부가여과판을 구리로 사용한 0.1 mmCu일 때 1.0 mGy, 0.2 mmCu일 때 0.7 mGy, 0.5 mmCu일 때 0.2 mGy의 입사표면선량을 나타내었다. 복합여과판인 0.1 mmCu+1.0 mmAl일 때 0.9 mGy, 0.1 mmCu+2.0 mmAl일 때 0.7 mGy, 0.2 mmCu+1.0 mmAl일 때 0.6 mGy, 0.2 mmCu+2.0 mmAl 일 때 0.5 mGy, 그리고 0.5 mmCu+2.0 mmAl일 때 0.2 mGy 로 0.5 mmCu 부가여과판을 사용한 경우와 같은 선량을 나타내었다.

팬텀을 투과한 방사선의 투과율은 부가여과판의 두께를 증가시킴에 따라 점차 높아져 0.6%에서부터 2.1%까

지의 투과율을 나타내었다.

[표 1] 부가여과판의 종류에 따른 선량측정 결과
[Table 1] Measured dose according to the kinds of an added filters

Added filter	Entrance dose (mGy)	Penetrating dose		Absorbed dose (mGy)
		mGy	Rate (%)	
none	1.9	0.0119	0.6	1.8881
0.1mmAl	1.9	0.0122	0.6	1.8878
0.2mmAl	1.8	0.0119	0.7	1.7881
0.5mmAl	1.6	0.0113	0.7	1.5887
1.0mmAl	1.5	0.0110	0.7	1.4890
1.5mmAl	1.3	0.0100	0.8	1.2900
2.0mmAl	1.2	0.0096	0.9	1.1904
2.5mmAl	1.1	0.0092	0.8	1.0908
0.1mmCu	1.0	0.0095	1.0	0.9905
0.2mmCu	0.7	0.0078	1.1	0.6922
0.5mmCu	0.2	0.0042	2.1	0.1958
0.1mmCu+1mmAl	0.9	0.0085	0.9	0.8915
0.1mmCu+2mmAl	0.7	0.0080	1.1	0.6920
0.2mmCu+1mmAl	0.6	0.0071	1.2	0.5929
0.2mmCu+2mmAl	0.5	0.0065	1.3	0.4935
0.5mmCu+1mmAl	0.2	0.0040	2.0	0.1960
0.5mmCu+2mmAl	0.2	0.0036	1.8	0.1964

머리부 팬텀에서의 흡수선량은 부가여과판을 사용하지 않았을 때 1.8881 mGy, 부가여과판이 0.1 mmAl 일 때 1.8878 mGy에서부터 0.5 mmCu+2.0 mmAl일 때 0.1964 mGy로 부가여과에 따른 평균 방사선에너지의 증가에 따라 흡수선량치가 감소됨을 나타내었다.

부가여과판의 재질로서 알루미늄과 구리를 비교하였을 때에는 알루미늄보다 구리에서 흡수선량이 현저하게 감소되는 것을 보였고 0.1 mmCu와 0.2 mmCu를 단독으로 사용하였을 때보다 구리 후면에 알루미늄을 덧댄 0.1 mmCu+1.0 mmAl, 0.1 mmCu+2.0 mmAl, 0.2 mmCu+1.0 mmAl, 0.2 mmCu+2.0 mmAl에서 흡수선량치가 더 감소하였다.

3.2 머리부 전후방향촬영 영상과 평가 결과

부가여과판의 두께와 종류에 따른 17개의 머리부 팬텀 영상 중 진단에 유용한 영상의 선정을 3명의 전문의에게 의뢰한 결과 진단에 유용한 것으로 각각의 전문의가 평가한 영상은 0.1 mmAl(그림 3), 0.2 mmAl(그림 4), 0.5 mmAl(그림 5), 1.0 mmAl(그림 6), 1.5 mmAl(그림 7), 0.1 mmCu+1.0 mmAl(그림 8), 0.1 mmCu+2.0 mmAl(그림 9), 0.2 mmCu+1.0 mmAl(그림 10), 0.2 mmCu+2.0 mmAl(그림 11)이었다.



[그림 3] 0.1 mmAl
[Fig. 3] 0.1 mmAl



[그림 4] 0.2 mmAl
[Fig. 4] 0.2 mmAl



[그림 11] 0.2 mmCu+2.0 mmAl
[Fig. 11] 0.2 mmCu+2.0 mmAl



[그림 5] 0.5 mmAl
[Fig. 5] 0.5 mmAl



[그림 6] 1.0 mmAl
[Fig. 6] 1.0 mmAl



[그림 7] 1.5 mmAl
[Fig. 7] 1.5 mmAl



[그림 8] 0.1 mmCu+1.0 mmAl
[Fig. 8] 0.1 mmCu+1.0 mmAl



[그림 9] 0.1mmCu+2.0mmAl
[Fig. 9] 0.1mmCu+2.0mmAl



[그림 10] 0.2mmCu+1.0mmAl
[Fig. 10] 0.2mmCu+1.0mmAl

이 가운데 0.1 mmAl(그림 3), 0.2 mmAl(그림 4), 0.5 mmAl(그림 5), 1.0 mmAl(그림 6), 1.5 mmAl(그림 7)의 부가여과판을 사용한 영상은 3명의 전문의가 진단에 매우 유용한 우수한 영상으로 평가하였고 0.1 mmCu+1.0 mmAl(그림 8), 0.1 mmCu+2.0 mmAl(그림 9), 0.2 mmCu+1.0 mmAl(그림 10)의 부가여과판을 사용한 영상에 대해서는 진단에 전혀 지장이 없거나 우수한 영상정보를 나타내는 것으로 평가하였다. 그리고, 0.2 mmCu+2.0 mmAl(그림 11)의 부가여과판을 사용한 영상에 대해서는 1명의 영상의학과전문의가 진단에 매우 유용한 것으로 평가하였으나 나머지 2명은 추체골 음영이 선명하지 않거나 작은 병변의 식별이 어려워 진단에 지장을 초래할 수 있는 영상으로 평가하였다.

3.3 선량측정 및 영상평가결과에 대한 검토

본 연구에 사용한 X선발생장치는 디지털방사선촬영 장치로서 고유여과가 2.7 mmAl이며, 머리부 전후방향촬영 시 부가여과판을 사용하지 않더라도 입사표면선량(ESD, Entrance Surface Dose)은 1.9 mGy이었다. 머리부 후전방향촬영과 전후방향촬영에 요구되는 방사선량은 같으며 이 측정된 값은 의료피폭의 저감을 위하여 국제 기본 안전 기준에서 권고하고 있는 5 mGy[11]를 초과하지 않고 있다. 그러나 영국이 권고하고 있는 2.04 mGy[15], 우리나라 식약청에서 권고하고 2.23 mGy에 매우 가까우며, 우리나라 의료기관에서 측정된 최소 선량 값 0.26 mGy[10]보다는 매우 높은 값이라고 할 수 있다. 특히 환자에 대한 방사선방어의 최적화를 위하여 ALARA원칙에 따라야 한다면 가능한 환자가 받는 선량은 낮추는 것이 필요하다.

본 연구에서는 유용한 방사선영상진단과 환자의 방사선 피폭의 최소화를 고려할 때 0.2 mmCu+1.0 mmAl의 부가여과판을 사용하는 것도 가능한 것으로 평가되었으며 이 때 머리부 팬텀에 입사표면선량은 약 0.6 mGy이었다. 이 값은 국제원자력기구(IAEA)에서 권고하고 있는

머리부 후전방향촬영 시 입사표면선량(ESD) 5 mGy의 12%에 불과하였다.

4. 결론

최근 종래의 필름-증감지 시스템보다 디지털방사선촬영시스템은 훨씬 큰 영상관검출기의 반응범위(greater dynamic range), 넓은 노출관용도(wider exposure latitude), 영상 후처리의 편리성, 임상외사의 접근성, 필름비용의 절감 등 많은 장점을 가지고 있지만[14] 환자에 대한 피폭선량은 증가할 수 있다[12,13]. 특히 머리 전후방향촬영은 종래의 증감지-필름 방사선촬영보다 디지털방사선촬영 시 입사표면선량이 훨씬 높은 것으로 알려져 있어 진단영상의 화질을 저하시키지 않으면서 환자가 받는 선량을 최소한으로 하기 위한 방안의 모색이 필요하였다.

이에 본 연구에서는 머리부 팬텀을 이용하여 머리부 전후방향촬영 시 16개 종류의 부가여과관의 두께에 따른 선량 감소효과를 검토해 보았고, 동시에 부가여과판 사용에 따른 영상의 질적 저하에 대하여 3명의 영상의학과전문인에게 의뢰하여 평가해 보았다. 그 결과 부가여과판 중 0.2 mmCu+1.0 mmAl의 복합여과판을 사용한 부가여과판까지 진단적 가치가 있는 영상을 얻었고, 이 때 머리부 팬텀에 입사표면선량은 약 0.6 mGy이었다. 이 값은 국제원자력기구(IAEA)에서 권고하고 있는 머리부후전방향촬영 시 입사표면선량(ESD) 5 mGy의 12%에 불과하였다. 따라서 검사부위에 따라 적절한 부가여과판의 사용으로 환자의 피폭선량을 상당히 감소시키는 효과를 얻을 수 있다.

References

[1] B. S. Kang and C. S. Lim, "A Study on the Environmental Radiation Dose Measurement in the Nuclear Medicine Department", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.11, No.6, pp.2118-2123, June, 2010.

[2] Y. H. Kim, "Method for Measurement of Entrance Surface Dose and Role of Radiation technologist", Journal of Radiological Science and Technology, Vol.28, No.3, pp.173-191, September, 2005.

[3] Y. H. Kim et al, "Patient exposure doses from medical X-ray examinations in Korea", Journal of

Radiological Science and Technology, Vol.28, No.3, pp. 241-248, September, 2005.

[4] J. M. Kim and S. C. Kim, "The thickness of Cu Filter to reduce 1/2 of the patient dose", Journal of Korean Society of Radiological Technology, Vol.24, No.1, pp.17-22, June, 2001.

[5] K. M. Choi et al. "The Reduction of Radiation Dose Using Key-Filter in Chest Radiography", Journal of Korean Society of Radiological Technology, Vol.19, No.2, pp.67-70, December, 1996.

[6] B. S. Lim, "Radiation Exposure Dose on Persons Engaged in Radiation-related Industries in Korea", Journal of Radiological Science and Technology, Vol.29, No.3, pp.185-195, September, 2006.

[7] C. S. Lim and S. H. Kim, "A Study on the Radiation Dose Managements in the Nuclear Medicine Department", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.10, No.7, pp.1760-1765, July, 2009.

[8] W. K. Choi et al. "Shielding Effect according to the Direction of Control Room Door Opening during Radiography", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.11, No.9, pp.3347-3352, September, 2010.

[9] ICRP, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 60, Annals of the ICRP Vol.21, No. 1-3, Pergamon Press, Oxford, 1991.

[10] National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, "Technical Information for Skull X-ray radiography", pp.1-47, December, 2010.

[11] IAEA, International basic safety standards for protection against ionizing radiation and the safety of radiation sources, IAEA Safety Series No.115, Vienna, pp.279-280, 1996.

[12] G. H. Jo et al, "A Study on the Exposure Parameter and the Patient Dose for Digital Radiography System in Dae Goo", Journal of Radiological Science and Technology, Vol.31, No.2, pp.177-182, June, 2008.

[13] I. J. Lee, "Evaluation of Image According to Exposure Conditions using Contrast-Detail Phantom for Chest Digital Radiography", Journal of Radiological Science and Technology, Vol.32, No.1, pp.25-31, March, 2009.

[14] G Compagnone, et al., "Comparison of radiation doses to patients undergoing standard radiographic examinations with conventional screen-film radiography, computed radiography and direct digital radiography",

British Journal of Radiology, Vol.79, pp.899-904, 2006.

- [15] A. Aroua et al., "Adult reference levels in diagnostic and interventional radiology for temporary use in switzerland", Radiation Protection Dosimetry, Vol.111, No.3, pp.289-295, 2004.
-

이 초 희(Cho-Hee Lee)

[준회원]



- 2011년 5월 ~ 현재 : 건양대학교 방사선학과 재학

<관심분야>
방사선학

임 창 선(Chang-Seon Lim)

[정회원]



- 1986년 2월 : 건국대학교 법학과 (법학사)
- 1991년 2월 : 건국대학교 대학원 법학과 (법학석사)
- 1999년 2월 : 목포대학교 대학원 물리학과 (이학석사)
- 2007년 2월 : 전남대학교 대학원 법학과 (법학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 건양대학교 방사선학과 부교수

<관심분야>
방사선학, 의료법학