http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.08.233

골반촬영 시 내장된 필터를 이용한 환자선량 감소

Decreased of Patient Dose by Built-in Filter in Pelvis A-P Projection

신성규

동아대학교병원 영상의학과

Seong-Gyu Shin(ssg200@yahoo.co.kr)

요약

본 연구는 본원에서 사용 중인 DR 장비에 내장되어 있는 구리필터를 이용하여 골반전후방향 촬영 시 영상의 화질을 저하시키지 않으면서 환자의 피폭선량을 줄이고자 실시하였다. 동일 조사선량으로 none filter, 0.1mmCu, 0.2mmCu, 0.3mmCu로 변화시켜 선량을 측정하고 PCXMC 프로그램으로 장기선량을 산출하였다. 결과는 고환과 방광에서 높은 선량이 검출 되었으며 필터 두께가 증가할수록 선량이 감소하였고 감소폭은 0.1mmCu 일 때 가장 크게 나타났다. 또한 촬영된 영상을 3명의 영상의학과 전문의에게 의뢰하여 평가해 본 결과 0.1mmCu를 사용한 영상이 none filter시와 가장 동일한 진단적 가치가 있는 영상으로 평가 되었고 이때 골반부 입사표면선량은 0.895mGy로 none filter 대비 47%의 선량을 줄일 수 있었다. 따라서 골반전후방향 촬영 시 0.1mmCu를 사용하여 촬영하면 환자의 피폭선량을 효과적으로 감소시킬 수 있을 것이다.

■ 중심어 : | 구리필터 | 피폭선량 | PCXMC프로그램 | 골반전후촬영 |

Abstract

This study was performed to find a method to decrease the radiation exposure of patients when obtaining anteroposterior pelvic images maintaining the quality of the image by using the copper filter built in the DR equipment now being used in our hospital. We measured the level of radiation by changing the filters from none filter to 0.1mmCu, 0.2mmCu, and 0.3mmCu and detected the organ level of radiation by PCXMC program. As a result, high levels of radiation were detected in the bladders and testicles and the levels were decreased as the thickness of the filter was increased and the amount of decrease was the highest in 0.1mmCu. And we asked for the expert opinions to 3 radiologists and as a result, only images obtained by 0.1mmCu filter out of all the images on which copper filters were used were accepted as the ones with diagnostic value same as none filter. At this time, the incident dose on the pelvic region was 0.895mGy which was smaller than the one in none filter by 47%. Therefore, using 0.1mmCu when obtaining anteroposterior pelvic images can effectively decrease the radiation exposure of patients.

■ kepwords : | Copper Filter | Radiation Exposure | PCXMC Program | Anteroposterior Pelvic Imaging |

접수번호 : #120614-004

접수일자 : 2012년 06월 14일

심사완료일 : 2012년 07월 24일

교신저자 : 신성규, e-mail : ssg200@yahoo.co.kr

I. 서론

방사선의 이용가치는 급격하게 발전되어 의학, 공학 등의 분야에서 광범위하게 이용되고 있으며[1] 그 중에서도 국민소득의 증가와 전 국민 의료보험으로 인한 개개인의 건강관리에 대한 요구가 고조됨에 따라 방사선의 의학적 용도는 더욱 증대되고 있다[2]. 병원을 찾는 거의 모든 환자에게 있어 의료영상 검사는 필수적인 진료 과정으로 되어 있고 의료용 방사선검사의 기본적인 방법인 일반방사선촬영 또한 사용의 증가로 많은 발전을 가져왔다. 특히 디지털 영상 획득 장치(Digital Radiography; DR)는 필름 영상획득 장치에 비해 영상에 대한 접근용이성, 후처리 기능 등의 장점[3]으로 국내에서 널리 이용되고 있으며 점차 확대될 전망이다. 그러나 디지털영상획득 장치는 이런 장점을 가지는 대신 필름영상과는 달리 일반적으로 영상잡음을 줄여 영상의 질을 향상시키므로 피폭선량이 증가할 수 있다[4][5]. 특히 골반영상의학검사의 경우 필름 영상획득장치에 비해 1.4배의 입사표면선량 증가가 있었다[6]. 그리고 골반촬영의 연간 촬영횟수를 보면 2001년부터 2007년까지 매년 10%가 넘는 증가율로 2006년부터는 백만 건을 초과하고 있다. 요추검사의 2007년 연간촬영횟수가 20만 건이므로 5배나 많은 촬영건수를 보여주고 있다[7]. 특히 골반에는 생식선인 고환과 난소가 있어 방사선 피폭에 의한 신체적, 유전적 영향이 나타날 수 있다[8]. 따라서 본 연구에서는 디지털방사선촬영시스템에서 내장된 구리필터를 이용하여 골반 촬영 시 진단영상의 화질을 저하시키지 않으면서 환자가 받는 피폭선량을 최소한으로 하기 위한 적절한 구리필터의 두께를 찾고 환자가 받는 피폭선량을 얼마만큼 감소시킬 수 있는지 알아보고자 실시하였다.

II. 연구방법

1. 실험 기기

방사선촬영장치 : Siemens Axiom Aristos MX

선량계 : Electrometer/IonChamber (Model 20X5-60, Radcal)

팬텀 : Alderson Rando Phantom[그림 1].

그림 1. 디지털 영상획득 장치와 팬텀, 선량계

2. 실험방법

(1) 선량 측정

입사표면선량 측정을 위해 일반적인 골반전후방향촬영(Pelvis A-P)과 같이 팬텀을 위치시키고 FID를 100cm으로 유지 하였다. 촬영조건은 DR장비의 AEC (Auto Exposure Control) mode에서 제시되는 조건인 75kVp 22mAs로 고정하였고 내장된 구리필터를 이용하여 0.1mm, 0.2mm, 0.3mm로 바꾸어 가며 측정하였다. 이때 DR장비에 기본적으로 내장된 필터는 1.5mmAl 이다. 골반전후방향 자세로 위치시킨 팬텀의 위에 이온챔버를 올려놓고 입사표면선량을 측정하였다. 투과선량은 팬텀의 아래에 이온 챔버를 놓고 측정하였으며 입사표면선량과 투과선량의 값을 감산하여 흡수선량을 구하였다. 각각 5회씩 촬영하여 측정치의 값을 평균하였다[그림 2].

그림 2. 선량 측정

(2) 몬테카를로시뮬레이션

몬테카를로 시뮬레이션 프로그램(PCXMC 1.5)을 이용하여 none filter, 0.1 mmCu, 0.2 mmCu, 0.3 mmCu를 사용 했을 때의 유효선량과 장기선량을 각각 산출하였다.

(3) 영상 평가

구리필터의 두께를 바꾸어가며 촬영하여 얻은 골반 팬텀 영상을 3명의 영상의학과 전문의에게 평가를 의뢰하여 최저 1점에서 최고 5점 만점으로 평가하였다(Excellent : 5점- Bad : 1점).

Ⅲ. 결과

(1) 선량 측정 결과

구리필터를 바꾸어 가며 측정했을 때의 골반부 팬텀의 입사표면선량(ESD : Entrance Surface Dose)은 none filter시에 1.691 mGy로 가장 높았고 0.1 mmCu 일 때 0.895 mGy, 0.2 mmCu 일 때 0.591 mGy, 0.3 mmCu 일 때 0.426 mGy 로 구리필터 두께를 바꾸어가며 사용함에 따라 0.8mGy에서 0.1mGy 의 감소가 있었다[그림 3]. 팬텀을 투과한 방사선의 투과율은 구리필터의 두께를 두껍게 함에 따라 1.32% 에서 2.89% 까지 증가하였다[그림 4]. 흡수선량은 none filter시 1.669 mGy, 0.1mmCu일 때 0.878 mGy, 0.2 mmCu 일 때 0.577 mGy, 0.3 mmCu 사용시에 0.414 mGy 로 평균에너지의 증가로 방사선 흡수선량이 감소됨을 나타내었다[표 1].

표 1. 구리 필터 사용에 따른 선량 측정 결과(mGy)

filter (mmCu)	Entrance dose	Penetrating dose	rate (%)	Absorbed dose
none	1.691	0.022	1.32	1.669
0.1	0.895	0.017	1.93	0.878
0.2	0.591	0.014	2.42	0.577
0.3	0.426	0.012	2.89	0.414

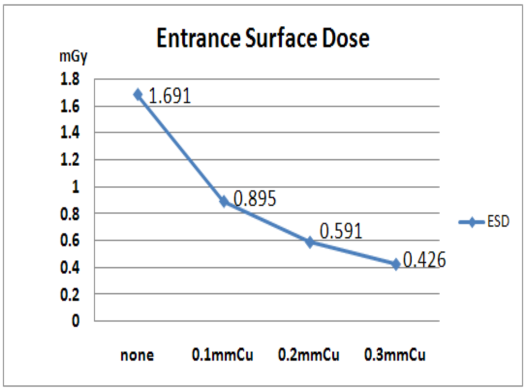


그림 3. 구리필터 사용에 따른 입사표면선량 변화

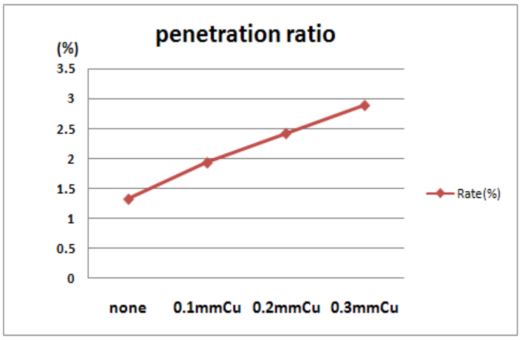


그림 4. 구리필터 사용에 따른 투과율 변화

(2) 몬테카를로 시뮬레이션 결과

PCXMC 프로그램을 이용하여 유효선량과 장기선량 산출한 결과 유효선량은 none filter시에 0.30mSv, 0.1mmCu 일 때 0.16mSv, 0.2mmCu 일 때 0.11mSv, 0.3mmCu 일 때 0.08mSv로 점차적으로 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 모든 값에서 none filter시에 장기선량이 가장 높게 나타났으며 0.1mmCu를 필터를 사용함으로 50%에 가까운 장기선량 감소가 있었고 필터를 추가 할수록 선량 값이 감소하였다. 각 장기선량 중 고환

(testes)의 선량이 1.52mSv로 가장 높게 나타났으며 그 다음으로 방광(bladder)이 높게 나타났다. 나머지 장기는 none filter시에 0.1mSv 이내의 차이로 근소한 차이를 나타내었다[표 2].

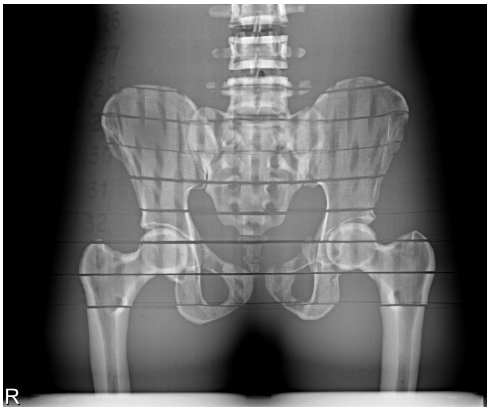
표 2. 필터 사용에 따른 장기선량, 유효선량 변화

	Added filter(mmCu)			
	none	0.1	0.2	0.3
small intestine	0.42	0.26	0.18	0.14
large intestine(upper)	0.44	0.27	0.19	0.14
large intestine(low)	0.43	0.27	0.19	0.15
bladder	0.84	0.48	0.33	0.25
uterus	0.5	0.31	0.23	0.17
testes	1.52	0.73	0.47	0.34
ovaries	0.32	0.21	0.16	0.12
Effective dose	0.30	0.16	0.11	0.08

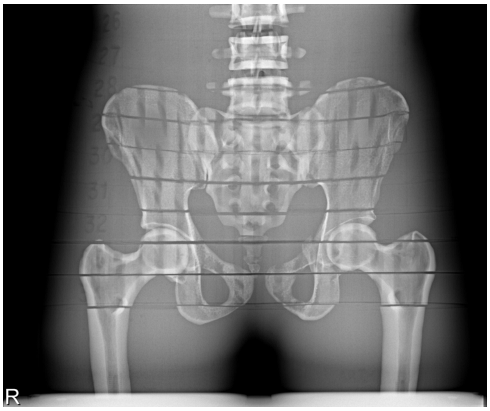
(3) 영상평가 결과

구리필터의 두께 변화에 따른 4개의 골반 팬텀 영상을 경력 10년 이상의 영상의학과 전문의 3명에게 평가를 의뢰하였다. 5점 만점으로 3점 이상은 진단에 유효한 것으로 보았다. none filter시 4.8점, 0.1mmCu를 사용했을 때 4.8점, 0.2mmCu 일 때 3.6점, 0.3mmCu 일 때 2.6점으로 나타났다. 0.1mmCu 를 사용한 영상만이 4.8점으로 none filter 일 때의 영상과 동일한 점수를 얻었다. 0.3mmCu를 사용했을 때는 2.6점으로 가장 저조한 점수를 나타났다[그림 5].

none filter



0.1mmCu



0.2mmCu

0.3mmCu

그림 5. 구리필터 사용에 따른 골반 팬텀 영상

Ⅳ. 고찰

국내환자의 경우 의료건강에 대한 더 큰 이익으로 인해 방사선 검사를 행함에 있어 피폭선량 관리 체계에 대해서는 미흡한 실정이나[9] 최근 방사선에 대한 위험도가 고조 되면서 방사선 검사에 대한 환자들의 관심도가 증가하게 되었고 최소한의 방사선으로 촬영하여 피폭선량을 줄이면서 진단 정보를 최대화하는 방안에 관한 것이 이슈가 되고 있다. 일본에서는 80년대 초부터 방사선 검사 시 피폭선량을 기록해 왔으며 그 결과 매년 피폭선량이 감소하고 있다고 한다[10]. 여과에 의한 방법은 환자에게 흡수만 일으키는 장파장의 X선을 제거하여 환자의 피폭선량을 감소시키면서 진단정보가 뛰어난 영상을 얻는 효과적인 방법이다[11]. 하지만 임상에서 부가여과를 사용한다는 것은 검사에 불편함이 따르고 알루미늄 필터를 사용할 경우 적정한 여과를 하기 위해서는 두께가 두꺼워져 불편함이 더 가중된다. 그래서 본 연구에서는 DR장비에 내장되어 있어 사용이 편리하고 알루미늄에 비해 약 25배 정도의 흡수를 가진 구리 필터를 이용하여[12] 영상의 질을 저하시키지 않으면서 환자의 피폭선량을 최소화 할 수 있는 방법에 대해 연구해 보았다. 먼저 필터를 사용하지 않았을 때 골반부 입사표면선량을 측정한 결과는 1.691mGy로 나타났다. 이는 식약청에서 우리나라 의료기관에서 골반 전후방향 영상의학 검사 시 환자가 받는 선량을 조사한 측정치인 최소 값 0.69mGy 보다는 다소 높은 결과를 나타냈으나 최대 값 12.69mGy 보다는 상당히 낮았고 권고 선량인 3.42mGy 보다도 적은 수치를 나타냈다[7]. 외국에서는 세계보건기구와 국제원자력기구 등 6개 국제기구가 공동으로 권고한 선량이 10mGy[13], 독일에서의 환자 권고 선량은 10mGy[14], 영국은 3.73mGy이며[15] 일본에서는 의료피폭 저감 목표 값으로 3mGy를 설정하고 있어[16] 본원에서 측정한 결과인 1.691mGy는 매우 낮은 값이라 할 수 있지만 환자에 대한 방어의 최적화를 위해 ALARA 원칙[17]에 따라야 한다면 환자 선량을 가능한 낮추어야 할 것이다[18] filter를 추가해 0.1mmCu를 사용했을 때는 0.895mGy로 none filter시와 비교했을 때 47%의 입사표면선량 감소 효과가 있었으며 영상평가에서도 none filter시와 동일하게 4.8점을 받아 영상의 화질을 저하시키지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 0.2mmCu를 사용 했을 경우는 0.591mGy로 65%의 입사표면선량 감소가 있었고 평가는 3.6점으로 판독은 가능한 영상으로 판정되었지만 none filter일 때와 비교할 때 영상의 질이 많이 낮아졌다. 0.3mmCu를 사용했을 때는 0.426mGy로 선량이 가장 낮았지만 2.6점으로 진단이 어려운 영상으로 평가 받았다. 유효선량과 장기선량을 산출하기 위해 임상에서 방사선 검사 시 환자의 기관선량과 유효선량을 계산하기위해 STUK(Radiation and Nuclear Safety Authority in Finland)에서 개발 보급 된 PCXMC 1.5 프로그램을 이용 하였다[19]. 이 프로그램은 교정된 크기의 소아와 어른 환자를 모델로 하여 방사선 검사부위를 선택하므로 본 연구에서는174cm, 71kg의 성인남성을 기준으로 하여 산출하였다. none filter일 때 장기선량은 고환이 1.52mSv로 가장 높았고 방광이 0.84mSv, 자궁이 0.5mSv였고 큰창자 위쪽과 아래쪽, 작은창자가 0.44mSv, 0.43mSv, 0.42mSv 로 근소한 차이가 났다. 0.1mmCu 일 때 고환이 0.73mSv, 방광이 0.48mSv, 자궁이 0.31mSv로 50%에 가까운 장기선량 감소가 있었다. 0.2mmCu 일 때는 고환이 0.47mSv, 방광 0.33mSv, 자궁 0.23mSv로 선량의 감소가 있었지만 0.1mmCu를 사용했을 때 보다는 감소폭이 완만했다. 0.3mmCu 일 때 고환이 0.34mSv, 방광 0.25mSv, 자궁 0.17mSv로 나타나 감소폭이 가장 낮았다. 구리필터 두께를 두껍게 할 수 록 장기선량의 감소가 있었으나 선량감소 폭은 점차 완만해 졌으며 0.1mmCu 일 때 선량감소 폭이 가장 크게 나타났고 영상의 평가도 0.1mmCu를 사용 했을 경우가 가장 높은 점수를 받아 진단적으로 가장 가치 있는 영상으로 판정 받았다. 따라서 골반전후방향 촬영에서 영상의 화질을 저하시키지 않으면서 환자의 피폭선량을 효과적으로 감소시키는 방법으로 기본적으로 내장된 필터인 1.5mmAl과 0.1mmCu의 조합이 가장 유용하며 영상 화질의 저하를 어느 정도 허용하면서 환자의 피폭선량을 조금이라도 더 줄이는데 중점을 두는 경우에는 1.5mmAl 필터와 0.2 mmCu 필터의 조합도 가능할 것이다.

V. 결론

DR장비에 내장된 구리필터를 이용하여 영상의 질을 저하시키지 않으면서 환자의 피폭선량을 줄이는 방법을 알아보고자 실시하였다. 본원에서 사용 중인 DR장비를 이용하여 none filter, 0.1mmCu, 0.2mmCu, 0.3mmCu로 바꾸어 가며 선량을 측정하고 PCXMC 프로그램을 이용하여 장기선량을 산출한 결과 고환과 방광에서 높은 선량이 검출 되었으며 필터 두께가 증가할수록 선량이 감소하였으며 감소폭은 0.1mmCu 일 때 가장 크게 나타났다. 또한 촬영된 영상을 3명의 영상의학과 전문의에게 의뢰하여 평가해 본 결과 구리필터를 사용한 영상 중 0.1mmCu를 사용한 영상만이 none filter시와 동일한 진단적 가치가 있는 영상으로 평가 되었고 이때 골반부 입사표면선량은 0.895mGy로 none filter 대비 47%의 선량을 줄일 수 있었다. 따라서 골반 전후방향 촬영 시 0.1mmCu의 사용으로 영상의 화질을 저하시키지 않으면서 환자의 피폭선량을 효과적으로 감소시킬 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] 윤철호, 황상용, "방사선이 일반보건에 미치는 영향에 관한 고찰", 최신의학, 제27권, 제4호, pp.113-127, 1984.

[2] 추성실, "방사선종사자들의 피폭관리와 대책", 대한방사선사협회지, 제14권, 제1호, pp.21-23, 1981.

[3] G Compagnone, "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.

[4] 조광호, "디지털 방사선의학에서의 조사선량 설정과 인지에 대한 실태", 대한방사선기술학회지, 제31권, 제1호, pp.177-182, 2008.

[5] 이인자, "흉부 디지털 방사선 촬영 시 C-D phantom을 이용한 촬영조건에 따른 영상 평가", 대한방사선기술학회지, 제32권, 제1호, pp.25-32, 2009.

[6] 박 일, "일반 방사선 촬영 시 영상획득 장치에 따른 방사선량 비교", 대한방사선방어학회, pp.132-133, 2011.

[7] 식품의약품안전청, "복부, 골반, 요추, 영상의학 검사에서의 환자선량 권고량 가이드라인", 2011.

[8] 방사선보건관리학 교제편찬위원회, *방사선보건관리학*, 청구문화사, 2009.

[9] 한재복, 최남길, 성호진, "입사 표면 선량 계산에 따른 진단용 X-선 촬영시 피폭선량 비교연구",한국콘텐츠학회논문지. 제11권, 제12호, 2011

[10] 김홍태, "흉부팬텀 CR영상의 화질평가 및 피폭선량 경감에 관한 연구", 디지털영상학회지, 제4권, 제1호, pp.72-79, 1998.

[11] 김재덕, "ROC(receiver operating characteristic) 해석", 대한구강악안면방사선학회지, 제30권, 제3호, pp.155-158, 2000.

[12] 허 준, "각종 X선 흡수체에 관한 실험", 대한방사선기술학회지, 제9권, 제1호, pp.125-129, 1986.

[13] ICRP Publication 103, *Recommendations of theICRP. Annals of the ICRP. Pergamon Press,* Oxford. 2007.

[14] 독일연방방사선방위청, *방사선검시 및 핵의학검사에 적용되는 진단참고준위 공시*, 2003.

[15] HPA, Dose to Patients from Radiographic and Fluoroscopic X-ray imaging Procedures in the UK-2005, Review, 2007.

[16] 사단법인 일본방사선기사회 의료피폭가이드라인위원회, *의료피폭의 가이드라인*, 2000.

[17] ICRP Publication 60, *Recommendations of the ICRP. Annals of the ICRP. Pergamon Press,* Oxford, 1990.

[18] 이초희, 임창선, "머리부 전후방향촬영 시 방사선피폭선량 저감을 위한 부가여과판에 대한 연구", 한국산학기술학회 논문지, 제12권, 제7호, pp.3117-3122, 2011.

[19] Tapiovaara M, Lakkisto M, Servomaa A, *A PC-based Monte Carlo program for calculating patient doses in medical X-ray examinations. STUK-A 139, Helsinki Finland,* Program version 1.5, 2001.

저 자 소 개

신 성 규(Seong-Gyu Shin) 정회원

- 2009년 2월 : 고신대학교 보건대학원 의료복지행정학과(보건학석사)
- 2011년 2월 : 고신대학교 의학대학원 예방의학과(의학박사)
- 2010년 ~ 현재 : 동의과학대학교 외래교수, 고신대학교 보건대학원 외래교수
- 1991년 ~ 현재 : 동아대학교병원 영상의학과
- 2009년 ~ 현재 : 방사선과학회 회원

<관심분야> : 보건의료, 방사선, 통계관리