

앉은 자세 상지 X-ray 검사(Sitting Position Upper Extremity X-ray Examinations)에서 피폭선량 저감화 연구

— A Study on the Gonads Exposure Dose of Upper Extremity Examinations in Sitting Position —

대구가톨릭대학교 방사선학과

조평곤

— 국문초록 —

상지 검사(upper extremity X-ray examinations, UEX) 시 환자 위치 잡이로 가장 많이 활용되고 있는 앉은 자세 상지 X-ray 검사(sitting position upper extremity X-ray examinations, SUEX) 시 방사선에 민감한 생식샘과 목적장기 이외 부위에 대한 피폭이 크다고 판단되어 의료기관 별 SUEX 시 납 앞치마(Apron) 착용 유무와 생식샘 및 목적장기 이외 부위에 대한 방사선 피폭과 피폭선량 감소 방안에 대한 연구 결과 거리가 멀어 질수록, 조사야 조절장치를 가능한 목적장기 부위로 제한 조절할수록, 피사체의 두께가 얇을수록 방사선에 의한 피폭은 감소하였고, 생식샘 차폐 유무에 따른 피폭은 생식샘을 차폐했을 때 약 10~50%의 저감화 효과를 얻을 수 있었다. 또한 검사 시 apron 착용 유무에 대한 조사에서는 대부분의 경우 apron을 착용하지 않은 것으로 조사되어 시급히 시정되어야 될 것으로 생각된다.

중심 단어: 상지 검사, 앉은 자세 상지 검사, 방사선 피폭, 생식샘, 차폐

I. 서 론

X-ray가 발견된지 110여 년이 지난 오늘날에도 방사선의 활용은 여러 분야에서 인류에 많은 이익을 주었고 최근에는 의료용뿐만 아니라, 방사선을 이용한 비파괴 검사, 원자력 발전 등 비 의료 분야에서의 활용도 많은 발전을 가져왔다. 특히 의료용으로의 이용은 초기에는 진단 영역에서 영상을 만들어 내는데 주로 이용하였으나 최근에는 동위원소를 이용한 핵의학 검사와 방사선을 이용한 암을 치료하는데 크나큰 발전을 거듭하고 있다. 그러나

진단을 위한 방사선 검사가 인간이 인공적으로 만든 전리 방사선의 피폭을 가장 많이 받게 하는 원인으로 알려졌고, 세계적으로도 진단을 위한 의료용 X-ray 검사가 원인이 되어 국민에게 피폭된 선량이 약 80%에 달한다는 연구 결과가 있다¹⁾. 현대 사회는 영상을 만들 수 있는 기술적인 측면에서 많은 발전을 거듭하고 있다. 그럼에도 불구하고 의료용 X-ray는 질환의 진단 측면에서 여전히 다른 진단 기술보다 우세하다²⁾. 방사선이 인간에게 이익을 많이 주는 것은 분명하지만 이에 못지않게 위해를 주는 것 또한 중요하다. 1898년 퀴리부처가 라듐을 발견함으로써 인류가 받은 이익은 헤아릴 수 없을 만큼 컸지만 본인은 정작 라듐에서 나온 방사선으로 인한 암 발생으로 피해를 받아야 했다³⁾. 일본의 히로시마에 투하된 원자폭탄은 2차 대전을 끝내는데 결정적인 역할을 했지만 피폭을 받은 주민들은 지금까지도 암과 여러 가지 질환으로

*접수일(2011년 7월 18일), 심사일(2011년 8월 17일), 확정일(2011년 9월 7일)

교신저자: 조평곤, (712-702), 경북 경산시 하양읍 금락1리 330
 대구가톨릭대학교 방사선학과
 TEL: 053-853-3457, C.P.: 017-203-6088
 E-mail: quizkid88@hanmail.net

시달려야 했고 소련의 체르노빌 원자력 발전소 역시 없어서는 안 될 중요한 발전소이었지만 체르노빌의 사고는 전 인류에게 방사선 이용에 대한 위험의 경각심을 충분히 일깨워 주었다⁴⁾. 방사선 피폭에 의한 위험을 경고하기 위해 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP)는 1959년 방사선 방호 철학 및 기술 기준으로 ICRP publication 1을 발간한 이후 세계 각국의 방사선 방호 개념에 대한 국제적 권고안을 발간하고 있다. 1977년에는 ICRP publication 26을 발표되었고, 이 권고안에서는 방사선의 생물학적 영향을 새롭게 확률적 영향과 비확률적 영향으로 분류하였고, 이에 따른 방사선 방호의 목적을 소개하였다. 그리고 1990년대에는 새로운 권고안으로 ICRP publication 60을 발표하였고, 작업종사자 및 일반인에 대한 새로운 방사선량 제한치를 구체적인 수치로 제시하였다⁵⁻⁹⁾. 우리나라의 경우도 이 권고안을 1998년부터 받아들여 2003년에는 도입을 완료하였다. 진단용 X-ray 검사에서 가능한 낮은 선량으로 목적을 달성할 수 있게 하려는 환자선량에 대한 ALARA(as low as reasonably achievable) 원칙을 적용한 연구^{10,11)} 등에 대한 새로운 인식과 산란 X-ray와 환자선량 사이의 관련성 등에 대한 연구¹²⁻¹⁴⁾들도 진행되고 있고 ALARA원칙의 적용은 진단을 위한 환자 선량 감소에 매우 긍정적인 영향을 미치고 있다. 우리나라 의료기관 대부분의 경우 일반 X-ray 검사 시 방사선 피폭에 대한 축적된 자료가 없기 때문에 환자 개개인에 대한 피폭 관리가 제대로 이루어지지 않고 있다.

이와 같이 불필요한 방사선 피폭을 줄이기 위한 연구들이 활발하게 진행되어 많은 성과를 거두었음에도 불구하고 의료용 X-ray 검사로 인한 방사선 피폭은 여전히 인공방사선에 의한 피폭 중에서 가장 많은 영역을 차지하고 있다¹⁾. 이에 본 연구에서는 상지 검사(upper extremity X-ray examinations, UEX) 시 환자 위치 잡이로 가장 많이 활용되고 있는 앉은 자세 상지 X-ray 검사(sitting position upper extremity X-ray examinations, SUEX) 시 방사선에 민감한 생식샘과 목적장기 이외 부위에 대한 피폭이 크다고 판단되어 의료기관 별 SUEX 시 납 앞치마(Apron) 착용 유무와 생식샘 및 목적장기 이외 부위에 대한 방사선 피폭과 피폭선량 감소 방안에 대하여 연구하였다.

II. 대상 및 방법

1. UEX 시 납 앞치마(apron) 착용 유무 조사

대한병원협회에 등록되어있는 병원을 대상으로 단순무작위추출법(simple random sampling)으로 추출된 종합병원 29곳, 의원 9곳을 대상으로 각 병원에 전화 설문을 통해 UEX 시 apron 착용 유무에 대한 설문을 진행하였다.

2. SUEX

UEX 중에서 SUEX는 손목(wrist, acrylic 4 cm), 팔꿈치(elbow, acrylic 6 cm)를 대상으로 하였고 조사야 조절(collimator)에 대한 영향을 알아보기 위하여 image plate(IP) 8×10 inch, 10×12 inch을 이용하여 각 IP의 전체에 해당하는 조사야 조절, IP의 장축으로부터 절반에 해당하는 조사야 조절 후 선량 변화를 측정하였다.

3. SUEX 실험 장비

목적장기에 대한 방사선 피폭 및 목적장기 이외에서의 피폭 선량 실험에 사용된 X-ray 발생장치는 DSR-2DC(LISTEM, KOREA), MULTIX TOP(SIEMENS, GERMANY), DIAGNOST BURKY TH(PHILIPS, NEDERLAND)이었고 피폭선량 측정 시 사용된 방사선 검출기(survey meter)는 451P-RYR(Fluke Biomedical Inc., Victoreen, USA)이었다.

4. SUEX 실험 방법

SUEX 시 환자는 환자 테이블 가장자리 약 41 cm 높이 의자에 앉은 자세를 하고 환자 테이블 위에 손목(acrylic 4 cm), 팔꿈치(acrylic 6 cm)에 해당하는 acrylic 팬텀을 각각 위치시킨 후 임상에서 일반적으로 많이 사용하고 있는 촬영조건을 설정(손목 55 kVp, 5 mA; 팔꿈치 60 kVp, 6.3 mA)하여 조사야 조절장치를 8×10 inch, 8×5 inch, 10×12 inch, 10×6 inch으로 조절해 가면서 실험하였다(Figure 1). 이때 초점 영상면간 거리(Focus Image Distance, FID)는 100 cm로 고정시켰고, 환자의 체형에 따라 초점에서 생식샘에 대한 거리가 변화되었을 때 생식샘에 대한 방사선 피폭 선량에 대한 변화를 알아보기 위하여 초점과 측정지점 사이의 거리를 142 cm, 150 cm, 160 cm로 변화해 가면서 측정하였다(Figure 2). 또한 apron 착용 유무 시 생식샘에 대한 방사선 피폭 양은 초점과 측정지점 사이의 거리 142 cm 지점에서 측정하였다(Figure 3). 실험은 각 측정지점에서 측정값에 대한 신뢰

도를 높이기 위하여 5회 측정 후 측정값에 대한 평균값을 측정값으로 하였다.

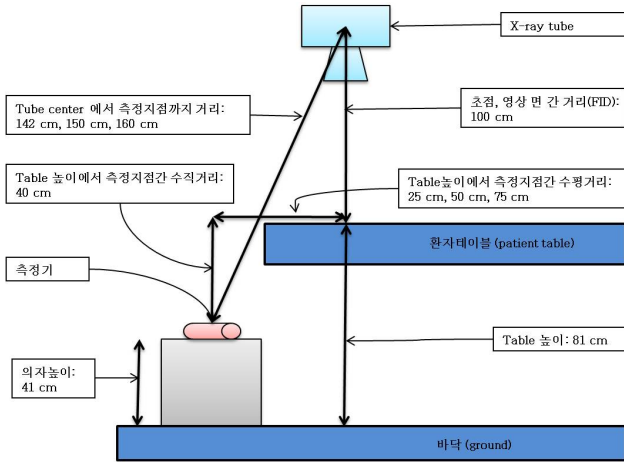


Figure 1. Schematics of radiation dose measurement for sitting position upper extremity X-ray examinations

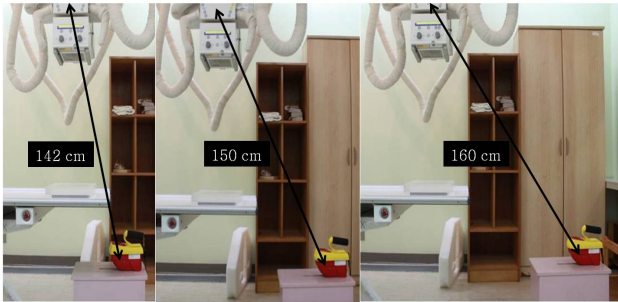


Figure 2. The distance of between X-ray tube center and measurement points



Figure 3. Measurements of radiation dose. No gonad shield(Lt.), Gonad shield(middle), Entrance surface dose(Rt.)

III. 결 과

1. UEX 시 납 앞치마(apron) 착용 유무 조사

UEX 시 목적장기 이외 부위에 대한 방사선 피폭을 방지하기 위한 납 앞치마 착용 여부에 대해 조사 대상 모든 병원에서 apron을 착용하지 않았다. 다만 임신부의 경우는 apron을 착용하였다.

2. SUEX 시 입사표면선량 비교

SUEX 시 조사야 조절장치의 조절유무, 거리변화, 피사체의 두께 변화에 따른 방사선량은 Table 1에서 보는 바와 같이 조사야 조절장치를 좁게 할수록, 거리가 멀어질수록, 피사체의 두께가 얇아질수록 방사선량은 감소하였다(Table 1).

Table 1. Radiation dose measurements to change in the distance and collimator (μSv)

Collimator Position	10×12		10×6		8×10		8×5	
	wrist	elbow	wrist	elbow	wrist	elbow	wrist	elbow
Distance (cm)								
142	0.041	0.067	0.032	0.052	0.037	0.069	0.021	0.044
150	0.024	0.053	0.014	0.024	0.030	0.049	0.016	0.026
160	0.018	0.026	0.013	0.016	0.016	0.032	0.012	0.017
ESD*	2,111	2,589	1,914	2,190	2,083	2,489	1,698	2,101

* Entrance Surface Dose

3. Apron 착용 유무 시 생식샘에 대한 방사선 피폭 (초점과 측정지점 사이의 거리 142 cm)

UEX 시 생식샘 차폐 여부에 대한 방사선 피폭을 알아보기 위한 실험에서는 Table 2에서 보는 바와 같이 생식샘에 대한 차폐를 하였을 경우 방사선에 대한 피폭이 감소하고 있음을 확인하였다(Table 2).

Table 2. Radiation dose measurements according to wear apron or not (μSv)

Collimator Position	10×12		10×6		8×10		8×5	
	wrist	elbow	wrist	elbow	wrist	elbow	wrist	elbow
Distance (cm)								
142 (without apron)	0.041	0.067	0.032	0.052	0.037	0.069	0.021	0.044
142 (with apron)	0.011	0.030	0.008	0.020	0.016	0.026	0.005	0.020
percent (%)	26.7	44.8	25.0	38.5	43.2	37.7	23.8	10.3

IV. 고 찰

1895년 X-ray가 발견된 이후 X-ray는 인류의 발전에 많은 공헌을 하였고, 특히 의료용으로 사용하고 있는 X-ray 검사의 경우 손해 보다는 이득이 훨씬 많기 때문에 그 피폭에 대한 정당성이 확보되었다. 그럼에도 불구하고 X-ray 검사 시 발생하는 환자선량은 불필요한 방사선 장해의 발생을 방지하기 위해서 진료의 목적을 달성할 수 있는 한 가능한 최소한으로 감소시켜야 하는데 이견은 없다. 결국 X-ray 검사의 수행과 방사선 피폭의 최소화 및 방사선 장해 방지라는 상충되는 과제는 합리적인 수준의 방사선 피폭관리를 통해서 달성될 수 밖에 없다. X-ray 검사 시 차폐로 인한 선량감소 효과는 수정체에 백내장 등을 유발할 수 있는 결정적 영향과 암 등을 유발하는 확률적 영향의 측면에서 검토되어야 하며 차폐체의 유용성에 대한 평가는 흡수선량과 영상의 질에 대한 양적인 평가에 기초하여야 한다. 결정적 효과는 어떤 역치선량을 초과하였을 때 일어나지만, 확률론적 효과는 역치선량이 없고 낮은 선량에서도 암이 유발될 가능성이 있으며 그 가능성은 선량에 비례하여 증가한다. 이와 같은 확률적 효과가 일어날 수 있는 가능성은 타당하고 가능한 낮은 선량을 유지함으로써 제한할 수 있다¹⁵⁾. 따라서 본 연구에서는 SUEX 검사 시 목적장기 이외 부위에 대한 방사선 피폭의 저감화 방안으로 조사야 및 거리변화, 피사체 두께, 생식샘에 대한 차폐 유무 시 방사선 피폭에 대한 변화에 대해서 연구하였다. 일반적으로 거리 변화에 따른 선량 분포는 광원으로부터 떨어진 거리가 2배 늘어나면 밝기는 4씩 줄어들고, 거리가 3배 늘어나면 밝기는 9씩 줄어든다는 거리 역자승의 법칙(inverse square law)에 따른다.

$$I = S/4\pi r^2 \dots\dots\dots (식 1)$$

여기서, I는 투과 후 빛의 세기, S는 투과 전(source) 빛의 세기, r은 거리, π 는 상수이다.

이번 연구에서도 SUEX 시 거리 변화에 따른 선량 분포는 각 검사 부위 별 거리가 멀어질수록 방사선량이 감소하고 있음을 확인할 수 있었고 조사야 조절장치의 사용 유무에 따른 산란선량 비교의 경우도 조사야 조절장치를 가능한 목적장기 부위로 한정시켜 사용함으로써 방사선 피폭선량 저감화에 중요한 역할을 하고 있음을 확인하였다. 또한 목적장기의 두께가 얇을수록 방사선 피폭량 또한 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

SUEX 시 동일한 거리에서 apron 착용 유무 시 생식샘에서 받는 방사선 피폭량의 경우 Table 2에서 보는 바와 같이 약 10~50%까지의 방사선량 저감화 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 이번 연구의 조사에 의하면 실제 임상에서 UEX 시 특별한 경우가 아니면 apron을 착용하지 않은 상태에서 대부분의 검사가 진행되고 있어서 방사선사들에 대한 차폐의 필요성 인식에 대한 교육이 절실하게 요구되는 시점이 아닌지 사료된다.

V. 결 론

SUEX 시 목적장기 이외 부위에 대한 방사선량 저감화 방안에 대한 이번 연구 결과 거리가 멀어질수록, 조사야 조절장치를 가능한 목적장기 부위로 제한 조절할수록, 피사체의 두께가 얇을수록 방사선에 의한 피폭은 감소하였고, 생식샘 차폐 유무에 따른 피폭은 생식샘을 차폐 했을 때 약 10~50%의 저감화 효과를 얻을 수 있었다. 또한 검사 시 apron 착용 유무에 대한 조사에서는 대부분의 경우 apron을 착용하지 않은 것으로 조사되어 시급히 시정되어야 될 것으로 생각된다.

감사의 글

이 연구 논문의 실험을 위해 수고해 주신 고려대학교 안산병원 영상의학과 논문팀원(김상일, 김동욱, 한현중, 배원영, 양명숙, 엄경진)에게 감사의 말씀을 전합니다.

참 고 문 헌

1. Bennett, B. G. Exposure from medical radiation world-wide. *Radiation Protection Dosimetry*. 36, 237-242, 1991
2. Wilbroad E, Muhogora, Nada A, Ahmed, Aziz Almosabihi et al., Patient dose in Radiographic Examinations in 12 Countries in Asia, Africa, and Eastern Europe: Initial Results from IAEA Projects, *AJR*, 190, 1453-1461, 2008
3. Wager RH, Boles MA, Henkin RE. Treatment of radiation exposure and contamination, scientific exhibit. *Radiographics*. 14(2), 387-396, 1994
4. Ricks R, Fry SA. The medical basis for radiation accident preparedness. New York, Elsevier science publishing CO, 1990

5. International Commission on Radiological Protection, 1990 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, ICRP publication 60, Annals of the ICRP Vol. 21(1-3), Elsevier Press, 1991
6. International Commission on Radiological Protection, Radiological protection and safety in medicine, ICRP publication 73, Annals of the ICRP Vol. 26(2), Elsevier Press, 1996
7. International Commission on Radiological Protection, Protection of the Patient in Diagnostic Radiology, ICRP publication 34, Annals of the ICRP Vol. 9(2), Elsevier Press, 1983
8. International Commission on Radiological Protection, Managing patient dose in Computed Tomography, ICRP publication 87, Annals of the ICRP Vol. 30(4), Elsevier Press, 2001
9. ICRP supporting guidance 2, Diagnostic reference levels in medical imaging, Review and additional advice, ICRP committee 3 33-52, 2002
10. Huda W. Assessment of the problem: pediatric doses in screen-film and digital radiography. *Pediatric Radiology*. 34(3), 173-182, 2004
11. Seibert JA. Tradeoffs between image quality and dose. *Pediatric Radiology*. 34(3), 183-195, 2004
12. Vassileva JA. Phantom approach to find the optimal technical parameter for plain chest radiography. *Br. J Radiol.*, 77, 648-653, 2004
13. Samei E, Lo JY, Yoshizumi TT, Jesneck JL, Dobbins 3rd JT, Floyd Jr CE, et al. Comparative scatter and dose performance of slot-scan and full-filled digital chest radiography system. *Radiology*. 235, 940-949, 2005
14. Tsuji Y, Araki K, Endo A, Okano T. Scatter radiation in cephalometric radiography: the effects of grid and collimation. *Dentomaxillofac Radiol*. 35, 278-282, 2006
15. 조평곤, 김유현, 최인자 등, Head CT 검사 시 안구 차폐용 Bismuth사용에 의한 수정체 선량 감소에 대한 평가, *방사선기술과학*. 31(2), 171-175, 2008

• Abstract

A Study on the Gonads Exposure Dose of Upper Extremity Examinations in Sitting Position

Pyong-Kon Cho

Department of Radiological Science, Catholic University of DaeGu

Sitting position upper extremity X-ray examinations (SUEx) is the most widely used patient positioning method for upper extremity X-ray examinations. For this method, the radiation dose is considerable for relatively less interesting organs. We investigated whether patients need to wear the apron during the examination or not. We also studied the examination methods which can reduce the radiation dose. The results showed that radiation dose was reduced as the distance of source to patient becomes longer and the thickness of object grows higher.

Key Words: upper extremity X-ray examinations, sitting position upper extremity X-ray examinations, radiation exposure, gonad, shield