

◆ 원 저 ◆

투시 검사 시 체위 변화에 따른 입사표면선량의 평가 연구

양해두 · 홍선숙 · 박은성 · 성민숙 · 하동윤

서울아산병원 영상의학팀

An Evaluative Study on ESD(Entrance Surface Dose) by Posture Changes for Fluoroscopy

Hae Doo Yang · Seon Sook Hong · Eun Seong Park · Min Sook Seong · Dong Yoon Ha

Department of Radiology, Asan Medical Center

Abstract

This study intends to investigate patients' exact exposure doses by comparatively measuring ESD (Entrance Surface Dose) with the DAP meter, which excludes scattered rays, and ESD with the Xi multifunction meter, which includes scattered rays, by posture changes for Esophagography test and UGI test. The material were examined through Sonialvision-Safire II SPEC overtube system. ESD was measured by using the DAP meter, and as a tool to measure ESD including scattered rays on the plane of incidence of human phantom, the Xi multifunction meter was used. The average fluoroscopic time of Esophagography test was 4.192 minutes and the average number of images was 47.7, while the average fluoroscopic time of UGI test was 6.881 minutes and the average number of images was 37.8. The ratios of the incident dose of DAP meter and the ESD of Xi meter were calculated by dividing the fluoroscopic time and the number of images by each posture change. As for Esophagography test, the dose increased by 21.6~55.5% in the fluoroscopic test and by 4.8~24.7% in the spot test. In the front spot test, however, the dose increased by as little as 5.3%. As for UGI test, the dose increased by 21.1~49.5% in the fluoroscopic test and by 10.1~34.9% in the spot test. It is expected that measuring doses in consideration of scattered rays by posture changes will be an important index in evaluating and managing patients' exact exposure doses for each test above. Furthermore, it is judged that this sort of study is inevitable and desirable to reduce patients' exposure doses after all.

Key Words : DAP meter, ESD : Entrance Surface Dose, Scattering rays

Received October 14, 2011/ 1st Revised October 30, 2011/ 2nd Revised November 11, 2011/ Accepted for Publication November 27, 2011

Corresponding Author: 양해두

(138-736) 서울시 송파구 풍납동 388-1번지

서울아산병원 영상의학팀

Tel: 02) 3010-4442 Fax: 02) 3010-6416

E-mail: haedoo19@nate.com

I. 서론

과학 기술의 발달과 더불어 의료 영상 장비의 발달이 가속화 되고 이에 따라 진단과 치료를 위한 방사선의 사용이 급증하고 있다.¹ 최근에 히로시마 원전 사고와 국민들의 의식 수준이 높아짐에 따라 환자 자신이 검사에 의해 받는 의료 피폭 선량에 대한 관심으로 이어지고 있는 실정이다. 이에 따라 일본 등과 같은 선진국에서는 방사선 검사 시 환자의 방사선 피폭 선량에 대한 철저한 관리를 시행하고 있으며 특히 국제 방사선 방호 위원회(international commission on radiological protection : ICRP)에서는 피폭선량에 대한 정보를 인터넷 등의 통신매체와 많은 간행물을 통하여 방사선 검사의 정당화와 방호에 대한 자세한 이론적 배경을 제시함으로써 인류의 방사선 피폭 경감을 위한 관련 종사자들의 관심을 이끌어 내고 있다.² 환자의 피폭선량을 경감하는데 중요한 항목 중 하나로 선진국에서는 검사 별 진단참고준위(diagnostic reference level : DRL)를 설정하여 환자의 피폭선량 경감에 각고의 노력을 기울이고 있다.^{3~4} 최근 우리나라에서도 정부 산하기관과 대형 병원을 중심으로 방사선 검사에 대한 DRL의 기준을 마련하였고 현재 일반촬영의 일부 검사에 대하여 기준치가 우선적으로 발표되어 있다.⁵ 그러나 일반촬영보다 높은 피폭이 이루어지는 투시조영 검사에 대하여 준비가 미비한 실정이다.

투시조영 검사의 경우 검사가 진행되는 동안 계속적인 환자 체위 변화로 인해 X선 입사면이 바뀌어 유리선량계나 TLD의 위치를 변화시켜야 한다는 문제점 등으로 인하여 선량 측정에 어려움이 있었다. 이에 국제방사선방호위원회(National Radiological Protection Board : NRPB)에서는 투시조영 검사 시 면적선량계(dose area projection ; 이하 DAP)를 이용한 환자선량 측정을 권고하고 있다.⁶ 현재 투시조영 검사는 면적선량계를 사용하여 면적선량($Gy \times cm^2$)과 흡수선량(mGy)을 통해 선량관리가 이루어지고 있다. 면적선량계는 X-선관 조사야 부분에 부착되며 투과형인 평행 평판형의 전리상자로 이루어져 있다. 선량을 직접 측정하는 것은 아니고 선추의 단면적과 공기 커마(Gy)의 합을 측정하는 것이다. DAP meter의 측정 단위는 $Gy \times cm^2$ 로 나타나며 환자로부터의 산란선은 포함하지 않는다.

본 연구의 목적은 Esophagography와 UGI검사 시 체위 변화에 따라 산란선이 제외되고 air 커마 값이 포함된 DAP meter의 입사선량과 Xi multifunction meter를 이용하여 Human phantom장기의 산란선이 포함되어 측정되는 표면입사선량을 비교 측정하여 투시조영 검사 시 정확한 선량 관리로 피폭선량 저감화를 실현하고자 한다.

II. 실험대상 및 방법

1. 실험장비 및 측정기기

본 실험에 사용된 투시장비는 Sonialvision-Safire II SPEC(Shimadzu, Japan) overtube system을 이용하였으며, DAP meter를 이용한 표면입사선량 측정은 PD4100L(Toreck, Japan)을 사용하였으며, Human Phantom 입사면의 산란선이 포함된 표면입사선량 측정을 위한 장비로 Xi multifunction meter(Unfors, Sweden)를 이용하였다(Fig. 1, 2).

2. 조사대상

2011년 2월부터 5월까지 서울에 소재한 일개종합병원에서 Esophagography와 UGI 검사를 시행한 20세 이상의 환자 302~359명의 데이터를 가지고 투시 시간과 영상 수를 평균적으로 계산하여 phantom의 체위별로 측정 평가하였다. 측정 결과 Esophagography의 평균 투시시간은 4.192분(0.43~24.21), 평균 영상 수는 47.7(5~210)로 나타났고, UGI 검사의 평균 투시시간은 6.881분(0.25~27.35), 평균 영상 수는 37.8(7~226)로 나타났다(Table 1).

Table 1. Average of fluoroscopy studies

	Esophagography	UGI
No.of patients	359	302
Fluoroscopytime (min)	4.192 (0.43~24.21)	6.881 (0.25~27.35)
No. of images	47.7 (5~210)	37.8 (7~226)

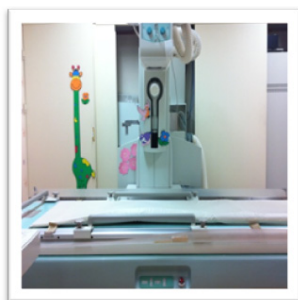


Fig. 1. Sonialvision-Safire II SPEC overtube system



Fig. 2. Unfors Xi multifunction meter of DAP meter



Fig. 3. The measurement of normal dose rate (overtube)



Fig. 4. 20 cm thickness acrylic phantom(25 cm × 25 cm) and multifunction meter

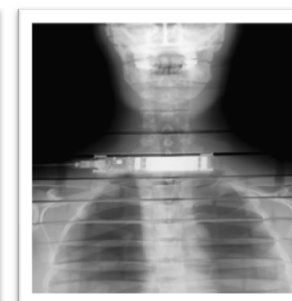
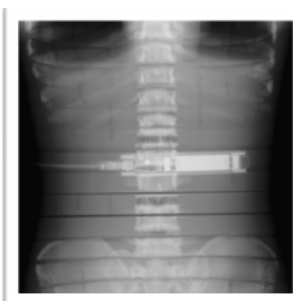


Fig. 5. Esophagography and UGI human phantom

3. 측정방법

선량측정을 위해 undertube system 형식의 선량 측정 방법에 따라 검사테이블에 측정기를 밀착시키고 그 위에 평균 복부 두께에 해당하는 두께 20 cm의 acrylic phantom(25 × 25 cm)과 Unfors Xi base unit과 Unfors Xi detector set의 다기능 측정기(multifunction meter) 이온챔버(ionchamber)를 이용하여 선량측정 장비를 교정하였다(Fig. 3, 4).

Human phantom을 이용하여 Esophagography와 UGI 검사 시 정면상, 측면상, 사위상의 자세를 재현하여 각 검사의 위치에 Unfors Xi multifunction detector를

부착하고 평균 투시 시간과 평균 영상 수에 따라 각각의 체위에서 선량측정을 시행하였다. Esophagography는 정면, 측면, 사위상에서 각각 1분 20초의 투시 시간 동안 선량을 측정하였고, 각각 16장의 영상을 촬영하여 선량을 측정하였다. UGI는 정면, 측면, 사위상에서 각각 2분 20초의 투시시간 동안 선량을 측정하였고, 저격 촬영은 각각 13장의 영상을 촬영하여 선량을 측정하였다. 측정 된 선량이 표기된 DAP meter와 Unfors Xi multifunction meter의 표면선량을 비교하여 오차 비율을 계산하였다. 각 자세마다 입사 표면선량을 체크했으며 I.I Size는 모든 자세를 포함할 수 있도록 15 inch로 바꾸어 실험 하였다(Fig. 5).

Table 2. Results of No. of DAP & Xi on Esophagography series(unit : mGy)

		Esophagus						Average
AP	Fluoro	DAP	2.82	2.831	2.826	2.825	2.86	2.8324
		Xi	3.503	3.574	3.502	3.54	3.512	3.5262
	Spot	DAP	3.777	3.774	3.774	3.775	3.78	3.776
		Xi	3.575	3.569	3.575	3.573	3.571	3.5726
LAT	Fluoro	DAP	3.56	3.556	3.559	3.561	3.56	3.5592
		Xi	5.532	5.539	5.54	5.531	5.536	5.5356
	Spot	DAP	3.316	3.314	3.32	3.314	3.314	3.3156
		Xi	4.131	4.14	4.136	4.134	4.134	4.135
Oblique	Fluoro	DAP	3.85	3.858	3.859	3.858	3.856	3.8562
		Xi	4.687	4.689	4.683	4.702	4.69	4.6902
	Spot	DAP	2.978	2.979	2.981	2.979	2.979	2.9792
		Xi	3.12	3.13	3.12	3.121	3.124	3.123

Table 3. Rate results of No. of DAP & Xion Esophagography series(unit : mGy)

	AP		LAT		Oblique	
	Fluoro	Spot	Fluoro	Spot	Fluoro	Spot
DAP	2.8324	3.776	3.5592	3.3156	3.8562	2.9792
Xi	3.5262	3.5726	5.5356	4.135	4.6902	3.123
Xi / DAP	1.2449	0.9470	1.5552	1.2471	1.2162	1.0482
(Rate)	(24.5%)	(-5.3%)	(55.5%)	(24.7%)	(21.6%)	(4.8%)

III. 결 과

Human phantom을 이용한 Esophagography시 정면상에서 투시 선량은 Xi meter의 선량이 DAP meter 선량보다 약 24.5% 증가하였고, 촬영 선량은 5.3% 감소하였다. 측면상에서의 투시 선량은 Xi multifunction meter 선량이 DAP meter 선량보다 약 55.5% 많은 선량을 나타냈으며, 촬영 선량은 24.7% 증가를 보였으며, 사위상에서의 투시 선량은 Xi meter 선량이 DAP meter 선량보다 약 21.6% 증가하였다. 촬영 선량은 4.8% 증가된 선량 분포로 나타났다. 따라서, 정면상에서 촬영 선량을 제외한 모든 체위에서 산란선이 포함 된 Xi multifunction meter의 선량이 DAP meter에 표기되는 선량보다 높은 선량 분포를 나타내는 것을 알 수 있었다(Table 2, 3).

Human phantom을 이용한 UGI 검사 시 정면상에서 투시 선량은 Xi multifunction meter의 선량이 DAP meter 선량보다 약 20.1% 많은 선량을 나타냈으며, 촬영 선량은 10.1% 많은 선량 분포로 나타났다. 측면상에서의 투시 선량은 Xi multifunction meter 선량이 DAP meter 선량보다 약 46.2% 많은 선량을 나타냈으며, 촬영 선량은 30% 많은 선량 분포를 나타냈다. 사위상에서의 투시 선량은 Xi meter 선량이 DAP meter 선량보다 약 49.5% 많은 선량을 나타냈으며, 촬영 선량은 34.9% 많은 선량 분포로 나타났다. 따라서, 모든 체위에서 산란선이 포함 된 Xi multifunction meter의 선량이 DAP meter에 표기되는 선량보다 높은 선량 분포를 나타내는 것을 알 수 있었다(Table 4, 5).

Table 4. Results of No. of DAP & Xi on UGI series(unit : mGy)

		UGI						Average
AP	Fluoro	DAP	16.665	16.979	16.78	16.98	16.56	16.7928
		Xi	20.18	20.27	19.967	20.31	20.1	20.1654
	Spot	DAP	7.903	7.864	7.895	7.956	7.912	7.906
		Xi	8.685	8.679	8.56	8.879	8.731	8.7068
LAT	Fluoro	DAP	34.974	35.12	34.894	35.21	35.08	35.0556
		Xi	51.03	51.56	50.989	51.37	51.24	51.2378
	Spot	DAP	12.51	12.59	12.42	12.57	12.49	12.516
		Xi	16.32	16.11	16.33	16.3	16.27	16.266
Oblique	Fluoro	DAP	23.797	23.812	23.579	23.82	23.814	23.7644
		Xi	13.007	13.012	13.007	12.99	13.01	13.0052
	Spot	DAP	2.978	2.979	2.981	2.979	2.979	2.9792
		Xi	17.54	17.53	17.45	17.59	17.59	17.54

Table 5. Rate results of No. of DAP & Xi on UGI series(unit : mGy)

	AP		LAT		Oblique	
	Fluoro	Spot	Fluoro	Spot	Fluoro	Spot
DAP	16.7928	7.906	35.0556	12.516	23.7644	13.0052
Xi	20.1654	8.7068	51.2378	16.266	35.522	17.54
Xi/DAP	1.2008	1.1012	1.4616	1.2996	1.4947	1.3486
(Rate)	(20.1%)	(10.1%)	(46.2%)	(30%)	(49.5%)	(34.9%)

IV. 고 찰

의료용 방사선검사는 양질의 진료를 위한 필연적인 수단으로서 매우 유용하게 활용되고 있다. 그 중 투시조영검사는 X-선을 이용한 일반촬영이나 전산화 단층촬영 (Computed Tomography : CT)과 달리 검사 소요시간이 길고 투시와 촬영을 병행하는 특성이 있어 피폭선량이 매우 중요하다.^{7~9} 그러나 실제로는 산란선이 고려되지 않은 면적에 따른 표면입사선량을 통해 선량 관리가 이루어짐으로써 환자 및 종사자의 정확한 선량 평가 관리의 신뢰성이 저하되고 있는 실정이다.¹⁰

본원 투시조영검사서 가장 많이 검사가 이루어지고 있는 식도조영검사 (Esophagography) 와 상부위장조영검사(upper gastrointestinal series : UGI)의 자세에 따라 투시시간과 영상수에 대한 면적선량(dose area

projection : DAP)과 표면입사선량(ESD: entrance surface dose)을 측정 및 비교 하고자 하였다. 본 연구에서 Esophagography 검사의 경우 체위 변화에 따라 투시 선량과 저격 촬영 선량이 산란선이 고려 된 Xi multifunction meter로 측정하였을 때 높은 비율로 증가되는 것을 볼 수 있었다. 특히 측면상에서의 투시 선량은 약 55.5% 높게 나타나 산란선의 영향이 매우 큰 것을 알 수 있었다. 그러나, 정면상에서 저격 촬영에 의한 선량은 DAP meter보다 약 5.3% 적게 측정 된 것을 볼 수 있었다. 이는 DAP meter와 Xi multifunction meter 교정 시에 20 cm acryl phantom을 사용함으로써 실제 식도의 두께보다 두꺼운 상태로 교정됨에 따라 그에 따른 선량의 오차를 배제할 수 없을 것이다. 따라서 향후 Esophagography 검사 시 정확한 선량 평가를 위해서는 평균 식도 두께에 해당되는 phantom을 사용해 교정하여 측정하는 것이

필요할 것으로 사료된다. UGI 검사 결과 사위상 측면상으로 체위가 변화됨에 따라 투시 선량과 저격 촬영 선량이 약 30~50% 까지 높은 비율로 증가되는 것을 볼 수 있었다. UGI 검사는 Esophagography 검사에 비해 검사 면적이 크고 두께가 두꺼워 산란선의 비율도 더 높은 비율로 증가되는 것으로 판단된다. 또한 DAP meter와 Xi meter의 정확한 교정에도 불구하고 정면상 검사에서 Xi meter가 더 높은 선량을 나타내는 것은 실제로 검사 시 acryl phantom과 Human phantom의 두께가 서로 달라 산란선의 영향으로 나타났을 것으로 판단된다.

Esophagography와 UGI 검사 모두 대체적으로 체위가 변화됨에 따라 산란선에 의한 선량 증가 현상을 나타냈으며 정면상 보다 측면상, 사위상으로 변화 될 때 높은 비율로 증가되는 것을 알 수 있었다.

본 연구의 결과와 같이 실제 Esophagography와 UGI 검사는 여러 체위를 변화하며 검사가 이루어지게 되고 그에 따른 산란선의 영향은 배제 할 수 없을 만큼 높은 비율로 나타났다. 따라서 DAP meter에 표기되는 입사표면선량만으로 환자의 선량을 과소평가하는 원인이 될 수 있을 것이다. 따라서 각 검사 시 체위 변화에 따른 산란선을 고려한 선량의 평가는 정확한 피폭 선량을 평가하는 중요한 지표가 될 것이며 앞으로 더 나아가 피폭 선량의 저감화 활동에 필연적이고 바람직한 방향이라고 판단되며, 투시시간과 저격촬영시 환자 자세에 따라 받는 선량의 기준을 정확히 계측하는 프로토콜 사용 필요하다.

본 연구의 Human phantom만을 이용하여 DAP meter의 선량과 Xi multifunction meter의 입사표면 선량을 비교함으로써 환자 두께 변화와 투시 시간과 저격 촬영 수의 변화에 따른 변수 들을 고려하지 못하여 연구의 한계점으로 나타났다. 따라서 향후 연구에서 다양한 phantom의 활용과 실제 환자들의 데이터를 통해 보다 정확한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

본원에서 실험한 결과 Esophagography의 정면상 자세에서 저격촬영을 제외하고는 Esophagography와 UGI 검사 모두 높은 비율로 선량이 증가한다는 것을 알 수 있었고 측면상 자세와 사위상 자세로 체위가 변화됨에 따라 산란선이 고려되어 측정 된 Xi meter의

선량측정결과가 산란선이 고려되지 않은 DAP meter의 선량측정결과에 비해 높은 비율로 선량이 증가되었다. 따라서 각 검사 시 체위 변화에 따른 산란선을 고려한 선량의 측정은 환자의 정확한 피폭 선량을 평가하고 관리하는데 중요한 지표가 될 것이며 앞으로 더 나아가 피폭 선량의 저감화 활동에 필연적이고 바람직한 방향이라고 판단된다.

참고문헌

1. Kim YH, Choi JH, KimSS, Oh YH, Lee CH, Cho PK, et al. Patient exposure doses from medical x-ray examinations in Korea. *Journal of Radiological and Science and Technology* 2005; 28: 241-8.
2. International commission on radiation protection. Managing patient Dose on Multi-Detector Computed tomography(MDCT). 2007. Contract No.: ICRP Publication 102.
3. International Atomic Energy Agency. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. 2007. Contract No.: IAEA Safety Series 115.
4. International commission on radiation protection. Recommendation of the International commission on radiation protection. 1991. Contract No.: ICRP Publication 60.
5. Park JH, Im IC, Dong KR, Kang SS. A Performance Evaluation of Diagnostic X-ray Unit Depends on the Hospitals Size. *J Korea Asso Radiat Prot* 2009; 34: 31-6.
6. Dong KR, Kweon DC, Chung WK, Goo EH, Kevin. D, Choe JH. Study on the angular dependence of personal exposure dosimeter - Focus on thermoluminescent dosimeter and photoluminescent dosimeter. *Annals of Nuclear Energy* 2011; 38: 383-8.
7. Kim SC, Ahn SM, Jang SS. The Study on Clinical Conditions and Skin Dose of Upper-Gastrointestinal X-ray Fluoroscopy. *Journal of Radiological and Science and Technology* 2007; 30: 7-12.

8. Kim CB, Dong KR, Chung WK, Ryu YH. Analysis on Difference Between X-ray Field and Light Field. *J of Advanced Engineering and Technology* 2010; 3: 481-4.
9. Dong KR, Ji YS, Kim CB, Choi SK, Moon SI, Kevin D. The Study on the Attenuation of X-ray and Imaging Quality by Contents in Stomach. *Journal of Radiological and Science and Technology* 2009; 32: 53-60.
10. Dong KR, Lee WH, Yang JS, Kweon DC, Ryu YH, Jung JE, et al. A Study about Organ's Depth Dose by the Characteristics of Equipment for Upper Gastrointestinal Series. *Journal of Radiation Industry* 2009; 3: 329-33.