

◆ 원 저 ◆

## 투시 조영 검사 시 환자 선량 관리를 위한 진단참고선량 구축에 관한 연구 (UGI, Esophagography 기준)

홍선숙<sup>1</sup> · 박은성<sup>1</sup> · 조준영<sup>1</sup> · 성민숙<sup>1</sup> · 양한준<sup>2</sup>

<sup>1</sup>서울아산병원 영상의학팀 · <sup>2</sup>보건복지교육개발원

## Fluoroscopy examinations for the management of patient dose study on the establishment of diagnostic reference level (UGI, Esophagography standards)

Sun Suk Hong<sup>1</sup> · Eun Seong Park<sup>1</sup> · Joon Yeong Cho<sup>1</sup> · Min Suk Seong<sup>1</sup> · Han Joon Yang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiology, Asan Medical Center ·

<sup>2</sup>Department of Health, Welfare and Educational

### Abstract

This round of tests in patients with UGI and Esophagography data collected by national and international reference levels based on the original set of guidelines and fluoroscopy, through the provision of medical radiation exposure reduction and further optimization of Defense to realize that is intended. 359 names in our hospital underwent Esophagography 302 patients who underwent UGI average fluoroscopy time and number of images to calculate the average 21 cm Acryl phantom dose for 10 seconds and 20 seconds, average area dose and the area dose of 1 spot image, 5 spot consecutive images by measuring the patient dose and third quartile of the mean area dose was set seonryangin reference dose. Esophagography average patient dose was set to 30.05 Gy·cm<sup>2</sup>, DRL was set at a 25.37 Gy·cm<sup>2</sup>. Average dose of UGI patients were selected as 45.33 Gy·cm<sup>2</sup>, DRL was set at a 34 Gy·cm<sup>2</sup>. UGI patients with established average dose recommended in the 2008 national recommendation from the UGI examination with a dose of less than 49.7 Gy·cm<sup>2</sup> seonryangin is evaluated. This Note examines the dose of self-aware

---

Received February 06, 2012, 1st Revised February 02, 2012/ 2nd  
Revised February 15, 2012/ Accepted for Publication February 27,  
2012

Corresponding Author: 홍선숙

(138-736) 서울시 송파구 풍납동 388-1 서울아산병원 영상의학팀

Tel: 02) 3010-2747 Fax: 02) 3010-6416

E-mail: sweat-74@hanmail.net

through education recognizes the importance of dose reduction and examine if their efforts and further reduce patient dose could achieve optimization of the medical exposure is considered.

**Key Words** : UGI, Esophagography, Fluoroscopy, Acryl phantom, DRL

## I. 서 론

최근 국민 소득 수준의 증가와 그에 따른 삶의 질 향상에 따라 건강에 대한 관심이 증가하였다. 이와 더불어 정교한 의료 기술의 향상은 진료에 의한 의료상 피폭을 증가시키는 계기가 되었다. 실제로 인류의 인공 방사선 피폭은 약 20%에 해당하는데 이 중 의료상 피폭이 약 15% 이상 차지하고 있다. 이 중 약 11%는 진단용 X선에 의한 피폭으로 투시 검사 또한 이 범주에 해당된다.

이러한 의료용 방사선 사용에 관한 피폭선량 문제는 과거의 특정한 소수의 문제가 아닌 방사선관계종사자(의사, 방사선사, 간호사 등)를 비롯하여 진료를 받는 환자 모두가 가장 염두에 두어야 할 사항으로 야기되고 있다.<sup>1-2</sup>

이러한 의료 방사선 피폭은 선진국을 중심으로 검토되어 왔으며, 일부 의료 기관에서는 5년 단위로 조사선량에 대하여 진단 부위별로 장기적 관찰을 통하여 환자 선량의 변화를 검토하고 있다. 영국에서는 국립방사선 방어학회(National Radiological Protection board : NRPB)를 통해 영국 전역에서 수집한 환자선량을 통한 분석을 통해 national reference dose를 권고하여 환자의 선량 관리를 시행하고 있다.<sup>3</sup> 또한, 일본에서는 일본 방사선의학종합연구소(National Institute of Radiological Sciences : NIRS)가 의료분야에서 환자선량 및 집단선량을 평가하고 있으며, 일본 방사선 기사회에서는 피폭저감화를 위한 방법으로 Roentgen 수첩 배부를 통한 검사내용 기록, 촬영 검사 매뉴얼 개발과 환자 선량평가에 대한 측정법, 의료피폭가이드라인을 개발하여 권고하는 활동이 시행되고 있다.<sup>4-5</sup> 독일에서는 유럽 연합집행위원회의 유럽원자력공동체(EURATOM) 지침 제 97/43호 “의료상 피폭시 전리방사선의 위험을 방지하기 위한 대인건강보호”를 수용하여 진단참고준위(Diagnostic Reference Level : 이하 DRL) 도입을 통해 환자선량 관리를 실시하고 있다.<sup>6</sup>

또한, 국제방사선방어위원회(International Commi-

ssion on Radiation Protection : ICRP)은 ICRP publication 73 발간을 통해 환자에 대한 DRL로 사용할 것을 권고하였으며, 2008년에는 진단방사선분야에서 환자 방어와 최적화를 위한 ICRP publication 103을 발간하여 DRL로 적용하도록 권고하였다.<sup>7-8</sup>

국내에서는 환자선량에 관리의 필요성을 파악하고 식품의약품안전청에서는 국내 실정에 적합한 DRL을 일반 촬영과 유방촬영분야에서 권고한 바 있다. 그러나 일반 촬영에 비하여 높은 환자피폭이 이루어지는 투시조영검사(fluoroscopy)에 대한 명확한 기준과 방법이 미비한 실정이다. 특히, 상부위장관조영검사(이하 UGI)와 식도조영검사(이하 Esophagography)의 경우 검사의 빈도가 많고 다른 검사에 비하여 많은 피폭선량을 제공할 수 있기 때문에 체계적인 관리와 측정이 필요한 실정이다.<sup>9</sup>

본 연구에서는 본원에서 이루어진 UGI와 Esophagography 검사 환자를 대상으로 검사에 걸린 시간과 촬영 영상의 수, 면적선량 자료를 수집하여 참고 선량을 설정함으로써 현재의 환자피폭선량 실태를 알아보고 이를 바탕으로 한 본 원 투시검사의 가이드라인 제시를 통하여 의료방사선피폭을 감소하고 더 나아가 방어의 최적화를 실현하는데 그 목적이 있다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. Acrylic phantom을 이용한 UGI, Esophagography의 기준 선량 산출

일반 성인의 평균 복부 두께를 나타내는 21 cm 두께의 Acrylic phantom 사용하였으며, 촬영에 사용된 투시 장비로는 undertube type의 Easy Diagnost (Phi lips, Netherlands)를 사용하였으며(Fig. 1), DAP meter 장비를 통하여 fluoroscopic 상태에서 10초와 20초의 면적선량과 spot 상태에서 1장과 5장을 연속으로 촬영했을 때의 면적선량을 측정하여 기준 선량으로 설정하였다(Fig. 2). 면적선량 측정에 사용된 장비는 PD4100L (Toreck, Japan)이 사용되었다(Fig. 3).



Fig. 1. Undertube type fluoroscopic equipment



Fig. 2. DAP meter

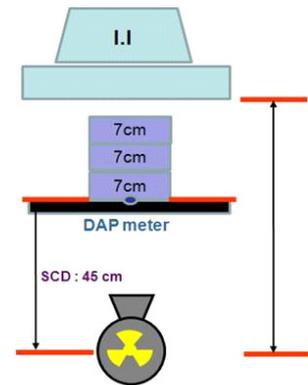


Fig. 3. Standard dose measurements using acrylic phantom

## 2. UGI, Esophagography 환자의 평균 투시 시간과 평균 영상 수 산출

조사대상으로는 2011년 2월부터 6월까지 본원에서 UGI 시행 환자 302명, Esophagography

시행환자 359명을 대상으로 수집된 data를 통하여 각각의 평균 투시 시간과 평균 영상 수를 산출하였다.

## 3. UGI와 Esophagography 환자의 평균 선량 산출과 AMC 참고 선량 설정

산출된 각 검사의 평균 투시 시간과 평균 영상 수에 acrylic phantom을 통해 산출된 초당 또는 영상수당 기준선량을 곱하여 환자의 평균 피폭 선량을 산출하였다. 또한, 국제 여러 나라에서 권고된 DRL과 국내 식품의약품안전청에서 권고한 DRL을 참고하여 평균 선량의 3사분위 지점을 본원의 참고 선량으로 설정하였다.

# III. 결 과

## 1. Acrylic phantom을 이용한 UGI, Esophagography의 기준 선량

DAP meter를 이용한 면적선량 측정값으로 fluoroscopy 상태에서 10초 1.01 Gy·cm<sup>2</sup>, 20초 2.03 Gy·cm<sup>2</sup>의 기준 선량이 산출되었고, spot 상태에서 1장 1.19 Gy·cm<sup>2</sup>, 5장 연속 촬영 4.8 Gy·cm<sup>2</sup>의 기준 선량으로 산출되었다 (Table 1).

Table 1. DAP of fluoroscopic 10sec, 20sec and 1, 5

DAP (Gy·cm <sup>2</sup> )	Fluoroscopy		Spot	
	10 sec	20 sec	1 spot	5 spot
	1.01	2.03	1.19	4.8

## 2. UGI, Esophagography 환자의 평균 투시 시간과 평균 영상 수

359명을 대상으로 한 Esophagography의 경우 검사 시간은 0.43-24.21분 까지 분포되었으며 평균 검사 시간은 4.192분으로 평가되었고, spot 영상 수는 5-210장 까지 분포되었으며 평균 영상 수는 47.7장으로 평가되었다.

302명을 대상으로 한 UGI의 경우 검사 시간은 0.25-27.35분 까지 분포되었으며 평균 검사 시간은 6.881분으로 평가되었고, spot 영상 수는 7-226장 까지 분포되었으며 평균 영상 수는 37.8장으로 평가되었다 (Table 2).

Table 2. Average of fluoroscopy studies

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

Table 3. Average of esophagography dose and DRL

Fluoro dose	$(2.03 \times 12) + (1.01 \times 1) = 25.37 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$
$\approx 4.2\text{min } 250\text{sec} = (20 \times 12) + (10 \times 1)$	
Spot dose	$(0.48 \times 8) + (0.12 \times 7) = 4.68 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$
$\approx 47\text{장} = (5 \times 8) + (1 \times 7)$	
Total Esophagography dose	$25.37 + 4.68 = 30.05 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$
DRL of AMC	$30.05 \times (3/4) = 22.54 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$

Table 4. Average of UGI dose and DRL

Fluoro dose	$(2.03 \times 20) + (1.01 \times 1) = 41.61 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$
$\approx 6.89 \text{ min } 410 \text{ sec} = (20 \times 20) + (10 \times 1)$	
Spot dose	$(0.48 \times 7) + (0.12 \times 3) = 3.72 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$
$\approx 38\text{장} = (5 \times 7) + (1 \times 3)$	
Total UGI dose	$41.61 + 3.72 = 45.33 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$
DRL of AMC	$45.33 \times (3/4) = 34 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$

### 3. UGI와 Esophagography 환자의 평균 선량과 AMC 참고 선량

Esophagography의 환자 평균 선량은 fluoroscopy dose와 spot dose를 합한 값으로  $30.05 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ 로 평가되었으며, 선량의 3사분위를 참고 선량으로 설정할 때  $25.37 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ 로 평가되었다 (Table 3)

UGI의 환자 평균 선량은 fluoro dose와 spot dose를 합한 값으로  $45.33 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ 로 평가되었으며, 선량의 3사분위를 참고 선량으로 설정할 때  $34 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ 로 평가되었다 (Table 4).

## IV. 고찰

의료피폭에 대한 방어의 최적화는 치료와 진단의 모든 필요 사항에 대한 최대화를 만족하면서 환자의 선량을 합리적으로 달성 가능한 최소화하는 것이 목적이다. 의료 피폭의 경우 선량한도가 적용되지 않으므로 최적화를 통한 방사선 피폭을 최소화 하는 노력이 필요하다.<sup>10</sup>

2008년 식품의약품안전청에서는 전국 77개 투시조영장비를 대상으로 UGI와 colon study에 대한 환자선량 실태를 조사하였다. 의원, 병원, 종합병원, 상급종합병원으로 나누어 기관별 평균 환자선량을 조사하였고, 상

급종합병원을 기준으로 본 원의 2009년도 선량을 비교한 결과 본원의 환자선량이 약 1.6배 정도 높은 것으로 평가되었다. 따라서, 본 연구는 현 환자선량의 실태를 파악하고 참고 선량을 설정함으로써 환자의 피폭선량을 감소시키고 선량 관리의 중요성을 인지, 강화하고자 하였다.

DAP meter를 통해 수집된 359명 Esophagography 환자의 평균선량과 비교할 때 수집된 환자의 평균선량은  $32.25 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ 로 측정되었으며, UGI의 경우 수집된 302명의 UGI 환자의 평균 선량이  $64.34 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ 로 측정되어 권고 선량보다 약 1.3배 많은 평균선량으로 측정되었다. 수집된 359명과 302명의 3사분위 지점에서 DRL을 설정할 경우 Esophagography는  $38.66 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ , UGI는  $85.33 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ 으로 설정되며 이 선량은 권고 선량보다 약 1.7배 높은 선량으로 평가되었다. 이러한 수집 결과는 현재 본 원의 환자 피폭에 대한 실태를 반영하고 있으며, 피폭 저감 활동이 무엇보다 중요한 사항을 다시 한 번 확인할 수 있었다.

이러한 상황들을 고려하고 권고된 준위를 고려하여 본 연구에서 실험을 통해 설정된 Esophagography의 환자 평균선량은  $30.05 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ 로 설정하였고, 그에 따른 DRL은  $25.37 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ 로 설정하였다. 그동안 국내외적으로 Esophagography의 기준이 권고된 자료가 없어

비교 평가는 불가능하였다. UGI의 환자 평균선량은 45.33 Gy·cm<sup>2</sup>로 설정하였고, 그에 따른 DRL은 34 Gy·cm<sup>2</sup>로 설정하였다. 설정된 값은 2008년 국내에서 권고된 UGI 검사에서의 권고 선량인 49.7 Gy·cm<sup>2</sup>보다 적은 선량으로 평가된다.

본 연구의 제한점으로서 기준 선량 설정을 위해 사용된 Acryl phantom은 성인 복부 평균두께를 기준으로 사용하였으며, 변수가 많은 환자들의 체형을 고려하지 못하였다. 또한 Esophagography 검사 부위에 비해 두꺼운 phantom을 사용하여 기준 선량을 측정함으로써 오차에 대한 가능성을 배제할 수 없다. 따라서 향후 인체 팬텀을 통하여 부위에 적합하게 기준 선량을 설정하여 보다 정확한 참고 선량의 설정이 필요할 것이다. 또한, 수집된 data의 양이 부족하여 객관성의 오차 가능성이 있으므로 향후 많은 표본의 수집과 다양한 검사에서의 data 확보, 통계 처리를 통한 객관성 확보가 필요할 것으로 사료된다.

UGI와 Esophagography 검사 환자들 중 폐색 환자나 기능저하 등의 주소를 가진 환자들의 경우 조영제의 통과 시간이 다른 환자에 비하여 오래 걸리는 특징 등을 고려하여 환자의 case 별로 준위를 설정하는 노력 또한 필요할 것으로 생각된다.

무엇보다 중요한 것은 검사자의 참고 선량에 대한 숙지와 저감화 하기 위한 노력이 필요하다. 투시 검사 시 선량을 저감화 하는 노력으로는 재촬영 방지, 적절한 collimation의 사용, last hold image 사용, capture image 사용, Grid 사용 방지, 적절한 영상 확대 사용, 적절한 pulse rate 사용, 차폐 등이 있다. 또한, 현재 대다수의 투시조영장비는 선량 표기가 불가능한 실정이다. 선량을 확인할 수 있는 시스템의 도입과 적정 선량 초과 시 알람 기능 등을 적절히 사용하는 방안이 무엇보다 시급하다. 따라서 방사선 관계 종사자와 장비 제조업체의 노력을 병행하여 시스템을 개선하고 체계적으로 관리한다면 영상의 질을 유지하면서 본 연구에서 제안한 권고 선량을 실현하고 나아가 투시 검사로 인한 의료상 피폭의 ALARA (As Low As Reasonably Achievable)<sup>11</sup>를 실현할 수 있을 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 원의 투시조영검사의 경우 전국 병원의 평균과 비교할 때 높은 선량 수준으로 검사가 시행되고 있는 실

태이다. 따라서, 본원의 Esophagography와 UGI 수집 data를 통하여 참고 선량을 설정함으로써 환자의 피폭 선량을 감소하고 나아가 의료상 피폭의 최적화를 실현할 수 있을 것이다. 또한, 검사자의 선량 숙지와 지속적인 교육을 통한 선량의 중요성을 깊이 인식함으로써 선량 저감화 활동의 지속적인 노력이 필요할 것이다.

## 참고문헌

1. Han JJ, Kim SK. An Analysis of the Radiation Exposure of Radiologic Technologists in the Field of Diagnostic Radiology according to Duty Station. *J Radiol Sci Technol* 1997; 20: 71-5.
2. Dong KR, Kim, CB, Park YS, Ji, YS, Kim CN, Won, JW, Roh JH. A study of Individual Dose for Radiological Technologists Working with Radiation. *Journal of Korean Society for Indoor Environment* 2009; 6: 38-47.
3. National Radiological Protection Board. Doses to Patients from Medical X-ray Examinations in the UK-2000 Review: NRPB-W14; 2002.
4. Textbook of Medical Dosimetry. Patient Exposures and Dosimetry for X-ray procedures 사단법인 일본방사선기술학회; 2006.
5. 의료피폭의가이드라인. 사단법인 일본방사선기사회 의료피폭가이드라인위원회; 2000.
6. 독일연방방사선방어청. 방사선검사 및 핵의학검사에 적용되는 진단참고준위 공시: 2003
7. International Atomic Energy Agency. International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and the Safety of Radiation Sources: IAEA Safety Series No. 115, Vienna, 279-280; 1996.
8. Jung Y, Dong KR, Kweon DC, Kevin D, Goo EH, Ahn SY. A Study on the Effects of Scattering Dose on Eyes and Thyroid for Panoramagraphy (Focus on TLD and PLD). *J Korea Asso Radiat Prot* 2010; 35: 1-5.
9. 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.
10. 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.
11. Han EO, Kwon DM, Dong KR, Han SM. A Model for Protective Behavior against the Harmful Effects of Radiation based on Medical Institution Classifications. *J Korea Asso Radiat Prot* 2010; 35: 157–62.