

◆ 원 저 ◆

투시 검사 시 장비에 따른 환자와 시술자의 입사표면선량 연구

양해두 · 홍선숙 · 성민숙 · 하동윤

서울아산병원 영상의학팀

Fluoroscopic the equipment study in accordance with the entrance surface dose study of patients and practitioners

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

Department of Radiology, Asan Medical Center

Abstract

Purpose : Fluoroscopy equipment, depending on the type of changes that occur in the patient's position ESD and study the patient's scatter ray of ESD Practitioners considered a comparative analysis was to evaluate the correct dose.

Materials and Methods : HITACHI four overtube type TU-8000 Flat Detector and Under tube C-Arm Philips' Multi Diagnost Eleva with Flat Detector type were measured by. Each devices is a measure of the patient's esd randophantom position in tabel unfors Xi multi funtion then fixed to the abdomen fluoroscopy and 10 seconds, spot was measured three times, practitioners of the incident surface dose by considering the patient's scatter ray of the table for each device in the average human stomach 21cm thickness acrylic phantom (25 cm × 25 cm) Place the practitioner position after position randophantom unfors Xi multi funtion in the thyroid and stomach 1 minute by a fixed one-time fluoroscopy and measured.

Results : 10 seconds and the patient perspective of the c-arm ESD 1.2 times smaller on the AP and oblique measurements were measured in the 6-13 times smaller, spot positions to changes in the measured three times on the AP of the abdomen, ESD is 18 times smaller c-arm measurements and the oblique measurement was 19-30 times smaller, And 1 minute at practitioners fluoroscopy esd in the thyroid 2.12 times the c-arm, chest 1.75 times less the dose was measured. On the AP, depending on the

Received: September 3, 2013, 1st Revised: September 28, 2013, /

Accepted for Publication: October 18, 2013.

Corresponding Author: 양해두

(138-736) 서울 송파구 풍납2동 388-1 서울아산병원 영상의학팀

Tel:02) 3010-4394

E-mail: haedoo19@nate.com

device, but the lack of dose difference oblique positions of the two devices depending on changes in the area due to changes in both the AP than on the dose increased, the difference in dose between the two devices, the maximum difference was approximately 27 times.

Conclusion : Fluoroscopic equipment at the time of inspection in accordance with changes in dose according to the patient and the patient's positions changes, because the area of the scatter ray considering the change of dose measurements be made, and study of the equipment according to the characteristics of the efficiency and the exposure of the patient and practitioner is considered smooth study equipment manufacturers that can be done is to build the system and think that is also important. Various fluoroscopy when you check future changes in many factors of change in dose for the equipment in the laboratory system by considering the scatter ray radiation shielding for the management to take advantage of reckless undertube have been utilized as more exposure Reduction activities can help is considered as the direction.

Key words : Fluoroscopy, ESD : Entrance Surface Dose, dose

I. 서론

일반적인 방사선 검사에서 투시 조영(Fluoroscopy)은 일반촬영이나 전산화단층촬영 (Computed Tomography :CT)과 달리 검사 소요시간의 불규칙성과 시술자 인식 및 장비의 특성 그리고 촬영이 병행됨에 따라 피폭선량은 많은 변수에 의해 평가되고 있다.¹

혈관 조영 및 투시 조영 검사에 사용되는 방사선 장치는 투시와 촬영을 같이 함으로써 중재적 시술에 적합한 장치이며 투시 조영에서의 중재적 시술은 내시경 역행 췌·담관조영술 (Endoscopic retrograde cholangiopancreatography : 이하 ERCP)로서 췌·담도 질환의 진단과 치료분야에서 중요한 시술로 평가 되고 있다. 근래에 이르러 방사선 검사 및 중재적 시술이 다양화 됨에 따라 시술 건수가 증가했고, 검사 및 시술 시간의 증가는 환자와 시술자에게 피폭 선량의 증가로 이어지고 있다.²

일반적으로 의료진 선량은 환자선량과 상관성이 있어서 환자선량이 높아지면 의료진의선량도 높아지게 되며, 장비설계, 기술 상태, 임상 프로토콜, 그리고 어느 정도는 임상 경험에 의해 영향을 받는다.³

투시 조영 검사에서 방사선 피폭 관리는 다 방향 촬영 각도 및 확대율 그리고 환자 자세 등의 변수에 따라 선량이 변화되므로 시술 시 선량의 정량적 측정에 어려움이 따르며, 검사 특성상 다수의 관련종사자들이 방사선 피폭에 대한 경계심 없이 검사실내에서 장시간 동안

X-선에 노출된 채 업무를 수행하고 있어 의료 종사자들의 방사선 노출 기회가 증가되고 이에 따른 피폭을 통한 직업적 위험의 우려가 있다.⁴

투시 조영 검사에서 의료종사자들은 환자로부터 발생되는 산란선에 의해서 불균일 한 방사선 및 불필요한 방사선에 피폭되지 않도록 장비의 관리와 방사선에 노출되는 시간의 관리가 필요하다. 본 연구에서는 투시의 중재적 시술에 사용되고 있는 HITACHI사overtube방식의 TU-8000 모델과 philips사의 undertube C-Arm 방식의 장비Multi Diagnost Eleva with Flat Detector 모델로서 의료종사자 및 환자의 입사표면선량 (ESD: entrance surface dose)을 unfors XI multifunction meter를 이용해서 비교 측정 하여 투시의 중재적 시술에서의 정확한 선량 관리로 피폭선량 저감화를 실현하고자 한다.

II. 실험 및 방법

본 연구의 실험장비는 HITACHI사 overtube방식의 TU-8000 Flat pannel detector 와 Philips 사의 under tube C-Arm 방식의 Multi Diagnost Eleva with Flat pannel detector를 이용하였으며, 실험 장비 모두 간접DR로서 Flat pannel detector를 사용하였다. 인체부위별 입사표면선량(ESD: entrance surface dose)을 측정하기 위해 unfors XI Multi function meter를 이용하였다(Fig.1).

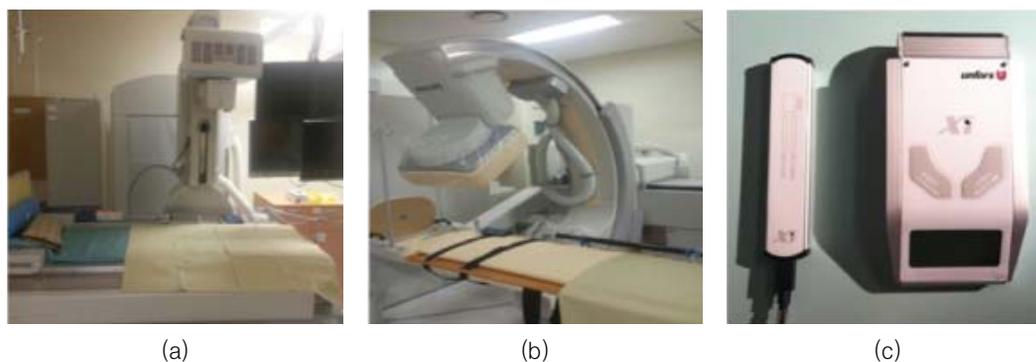


Fig. 1. A : HITACHI overtube TU-8000
 B : Philips undertube c-arm Multi Diagnost Eleva with FD
 C : Unfors Xi multi function meter

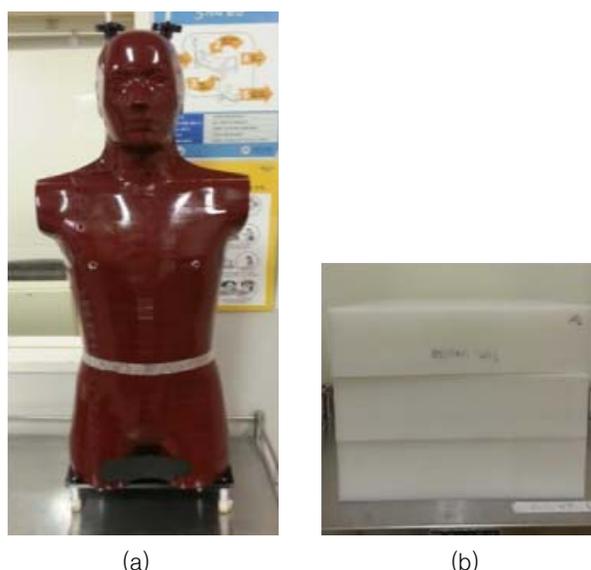


Fig. 2. A : RANDO Phantom : ART - 200X (Fluke biomedical 175cm,73.5kg Thickness 2.5cm, 36slice)
 B : 20 cm thickness acrylic phantom (25 cm x 25 cm)

실험에 사용된 phantom은 acrylic phantom (25 cm x 25 cm)과 RANDO Phantom : ART - 200X (Fluke biomedical 175cm, 73.5kg Thickness 2.5cm, 36slice) 을 이용하였다(Fig.2).

2. 실험 방법

각 실험장비에서 시술자와 환자의 입사표면선량을 측정하기 위해 장비에서의 Source image distance(SID)는 110cm, Image intensifier size(I,I)는 17inch로 고정시켰으며 filter는 각 장비마다 고유필터로서 HITACHI overtube 1.5mm Al, Philips undertube C-arm은

filter 없이 측정이 이루어 졌으며 실험 측정시 Fluoroscropy 조건은 74~87kVp 1.9~5.4mA로 자동노출제어시스템(Automatic exposure control : AEC)하에 측정하였으며, spot 조건은 85kVp와 40mA 고정하여 측정 하였다.

1) 환자의 입사표면선량(ESD: entrance surface dose)을 측정

Table위에 randophantom을 위치 시킨 후 abdomen에 unfors multi function meter를 고정시켜 각각 정면상(AP), 좌우사위상(both oblique)으로 체위 변화에 따라 투시(fluoroscopy)는 10초씩 5회, 저격(spot) 촬영은 각 3회 측정하여 평균값을 산출하였다(Fig. 3).



Fig. 3. Patient entrance surface dose measurements for each device

2) 시술자의 입사표면선량(ESD: entrance surface dose) 측정

Table위에 인체의 산란선을 고려하여 인체복부평균두께 21cm의 acrylic phantom을 올려놓고 시술자 위치에



Fig. 3. Patient entrance surface dose measurements for each device

맞게 table을 올려 고정 하고 randophantom을 실제 시술자 위치에 놓고 Phantom의 throid와 abdomen 위치에서 unfors multi function meter를 고정 시켜 각각 1분간 1회 투시(fluoroscopy)하 측정 하였다(Fig. 4).

III. 결 과

1. 장비에 따른 투시와 저격촬영의 인체 입사 표면선량

각 장치마다 randophantom을 체위 변화 시켜 투시

(fluoroscopy)하에 10초 동안 측정한 복부의 입사표면 선량에 대한결과 값으로 c-arm이 정면상에서는 1.2배 작게 측정 되었고 사위상에서는 6-13배 작게 측정되었다(Table 1).

저격촬영에서 체위 변화에 따라 3회씩 측정한 복부의 입사표면선량은 정면상에서 c-arm이 18배 작게 측정이 되었고 사위상에서는 19~30배 작게 측정이 되었다.

두 장비에서 투시하 측정된 값 보다 저격촬영에서의 측정된 입사표면선량의 차이가 높은 선량 분포를 나타내는 것을 알 수 있었으며, 투시시간과 저격촬영에서 체위변화에 따라 면적이 달라지므로 선량의 변화가 나타났고 이는 장비의 특성에 따라 같은 조건과 위치라도 선량의 차이가 크게 측정되었다(Table 2).

2. 시술자의 인체 부위에 따른 투시 입사표면 선량

두 장치에서 1분 동안 시술자의 인체에 투시(fluoroscopy)하 비교 결과 thyroid에서는 c-arm 이 2.12배, chest에서는 1.75배 적은 입사표면선량이 측정 되었다.

Table 1. by entrance surface dose fluoroscopy Equipment

(unit : mGy)

Fluoroscopy							average	multiple
	AP	0.168	0.159	0.17	0.171	0.169	0.167	1.2
Under tube	Lt oblique	0.15	0.164	0.161	0.151	0.168	0.158	13
	Rt oblique	1.179	0.178	0.17	0.182	0.165	0.374	6.4
Overtube	AP	0.193	0.207	0.21	0.201	0.201	0.202	
	Lt oblique	2.094	2.166	2.212	2.131	2.139	2.148	
	Rt oblique	2.64	2.31	2.38	2.42	2.29	2.408	

Table 2. by entrance surface dose spot Equipment

(unit : mGy)

Spot						average	multiple
	AP	0.173	0.165	0.171	0.17	0.17	18
Under tube	Lt oblique	0.101	0.097	0.099	0.1	0.1	30
	Rt oblique	0.164	0.156	0.158	0.15	0.15	19
Overtube	AP	3.04	3.04	3.05	3.04	3.04	
	Lt oblique	2.739	2.738	2.729	3.01	3.01	
	Rt oblique	3.03	3	3	2.73	2.73	

Table 3. Parts of the body according to the fluoroscopy of practitioners entrance surface dose (unit : mGy)

	Thyroid	Chest
Undertube	0.025	0.04
overtube	0.053	0.07
Multiple	2.12	1.75

IV. 고찰

투시 조영 검사는 투시와 저격촬영을 병행 하고 비교적 높은 관전압과 낮은 관전류를 이용하여 장비의 특성에 따라 자동노출조절(automatic exposure control)을 많이 사용하고 있다.

투시 조영의 각 장치마다 비슷한 수준의 관전압과 관전류를 사용하여 연구를 진행했을때 투시시간이 투시검사에서 피폭량을 결정하는 가장 중요한 요소이지만 실제로는 투시시간 외에도 X선관의 거리 및 환자 자세, 각도, 조사야(collimator)등의 다른 중요한 요인들이 작용하기 때문에 비례하지 않은 않는다고 보고 되고 있다.⁵

또한 의료진의 피폭은 투시 검사에서 받을 수 있는 방사선 피폭에 대해서는 주로 시술범위 내에 들어가는 손의 직접 피폭과 환자나 테이블로부터의 산란선에 의한 피폭, 그리고 방사선량은 적지만 X선관으로부터의 누출 방사선(leakage x-ray)에 의한 피폭이 있다. 환자의 피폭선량보다는 아무래도 적기 때문에 증상이 나타나기는 어려우나, 노출된 시술자의 손이나 다른 부위에서의 피폭량을 관과 해서는 안된다.⁶

현재 투시 조영검사에서 환자의 피폭 선량 측정은 국제방사선방호위원회(National Radiological Protection Board ;NRPB)에서 제시한 면적선량계(dose area projection ; 이하 DAP)를 이용하여 환자선량측정을 하고 있지만 검사가 진행되는 동안 계속적인 환자 체위 변화로 인해 X선입사면의 차이점이 문제점으로 지적되어 선량 측정에 어려움이 있으며, 공기 커마 및 환자의 산란선, 확대율, 환자의 자세등을 고려 하지 않은 면적에 대한 선량측정값도 문제점이라 할 수 있다.⁷

투시검사 중 중재적 시술의 다양한 검사와 환자의 증가로 인하여 시술자와 환자의 피폭관리가 중요시 되고 있다. 이에 따라 시술시 환자와 시술자의 입사표면선량

을 비교 측정하기 위하여 투시검사에서 사용되는 각기 다른 장비를 이용하여 비교 하였다.

환자의 입사표면선량 측정에서 투시하 정면상은 각 장치에 따라 선량 차이는 미비했지만 투시 검사 에서 주로 많은 체위를 유지하는 사위상에서의 선량차이는 최대 13배까지 측정 되었다. 저격촬영에서는 정면상에서 18배 차이로서 투시하 측정된 것 보다 차이는 컸으며, 사위상에서의 선량 차이는 최대 30배의 차이로 측정 되었다. 또한 두 장치에서 투시(fluoroscopy) 10초와 저격촬영 1회의 평균 값을 비교 분석한 결과 undertube c-arm이 투시와 저격촬영에서 입사표면선량이 작게 측정 되었다.

over tube방식의 장비와 under tube방식의 장비를 통한 환자 및 시술자의 선량 평가 결과 두 장비 간의 선량 차이의 폭은 크게 평가되었고, 체위 변화에 따라서는 두 장비 모두 선량이 증가했다.

시술자의 갑상선과 복부의 측정값은 환자의 산란선을 고려하여 21cm acrylic phantom을 이용해서 측정이 이루어 졌고 이 또한 두 장비의 선량 차이는 나타났으며 조건이 같았지만 장비의 system이 달라 환자와 시술자의 위치에서의 입사표면선량의 차이가 크게 측정 되었다.

Over tube는 시술자 위치 보다 튜브가 위에 위치해 있고 환자와 테이블로 인한 산란선의 발생 빈도가 높지만 under tube에서는 시술자 위치보다 detector가 아래에 위치해 있어 환자와의 거리가 비교적 짧아 시술자의 갑상선과 복부 쪽에 가해지는 선량이 적으며, table에 납 차폐막을 이용하여 선량 감소에 효과적이다.

투시검사는 각 장치 마다 조건과 선량의 차이가 발생하고 긴 시간 동안 환자의 위치 또는 검사도중 범위를 바꾸거나 관심 영역을 확대하는 등 이러한 요인들이 가변적으로 적용되는 경우가 많으며 시술자는 검사의 난이도와 숙련도가 피폭의 또 다른 중요한 요인으로 방사선피폭량의 영향을 준다. 또한 검사도중 같은 부위에 선량이 집중되기 때문에 선량의 관리가 중요시 되므로 선량의 관리를 위해 업체와 선량 시스템에 대한 구체적인 개선이 마련 되어야 하며, 의료진들의 선량에 대한 인식 정도에 따라 선량이 줄어들 수 있다고 사료 된다.

본 연구의 제한점으로서 두 장치에서 filter의 조건이 달랐으며, 영상의 비교는 하지 않았다. 환자의 선량 측정에서 검사시 사용하는 조영제를 고려하지 않고 측정이 이루어 졌다. 그리고 시술자의 선량 측정은 성인 복

부 평균 두께 acrylic phantom을 사용함으로써 환자들의 체형이 고려 되지 않았다.

향후 투시의 중재적 시술에서 환자의 수면 상태로 인하여 불규칙한 호흡과 움직임들로 발생할 수 있는 경우를 고려하여 기준이 되는 선량의 설정이 필요하다.

그리고 검사시 undertube system 사용을 높이고 방사선 차폐막을 잘 활용하여 시술자에게 방사선이 노출되는 정도를 최소화 함으로서 선량의 저감화에 노력해야 한다.

V. 결론

일반 방사선 검사 중 투시 검사는 방사선 피폭량이 다양하며 방사선량 권고치(reference dose level)를 제시하기 쉽지 않다.

또한 투시 검사는 장비의 종류에 따라서도 선량의 차이가 발생 하기 때문에 장비에 대한 인식이 필요하고 이로 인해 검사에 대한 이해와 시술자의 방사선 선량에 대한 인식도 이루어진 다음 투시 검사가 진행 되어야 한다.

본 논문의 연구 결과 투시 검사시 여러 많은 요인으로 변하는 피폭선량의 변화 중 장비에 대한 시스템을 고려 하여 검사실에서 피폭 관리를 위하여 무분별한 산란선과 차폐막을 활용할 수 있는 undertube가 보다 더 활용적이면서 피폭 저감화 활동에 도움이 될 수 있는 방향이라고 판단된다.

참고문헌

1. 안봉선,이규은,선종률 : X선 촬영시 피폭선량 및 실내 공간선량에 관한 연구, 대한방사선기술학회지, 21(2), 26-30,1998
2. 김태일, 윤진호, 백금문*, 김정이, 오제선, 이형진의 디지털디텍터 방식(Flat Panel Detector) 혈관조영 장비의 선량 비교 : 2007
3. ICRP Publication 85Avoidance of radiation injuries frommedical interventional procedures61
4. 강병삼, 전은미, 박형신, 홍광표, TACE 시술시 DAP와 환자 피폭선량관계; 대한심맥관기술학회지 2005.
5. Jaco JW, Miller DL. Measuring and monitoring radiation dose during fluoroscopically guided procedures. Tech VascIntervRadiol 2010;13:188-193
6. Woo KyoungJeong. Radiation exposure and its reduction in the fluoroscopic examination and fluoroscopy-guided interventional radiology 2011. 1273-1273
7. Hae Doo Yang. An Evaluative Study on ESD (Entrance Surface Dose) by Posture Changes for Fluoroscopy. 2012. 2-2