

◆ 원 저 ◆

## 투시 조영 검사 시 확대율에 따른 피폭선량에 관한 고찰

강경미 · 홍선숙 · 성민숙<sup>1</sup> · 손운흥<sup>2</sup>

<sup>1</sup>서울아산병원 영상의학팀 · <sup>2</sup>신흥대학교 임상병리과

### Study on Radiation dose in according to Magnification' s rate in fluoroscopy

Kyeong-Mi Kang · Seon-Sook Hong · Min-Sook Seong<sup>1</sup> · Woon Heung Song<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Department Of Clinical Laboratory Science, Shinheung University

#### Abstract

**Purpose :** The purpose of this study is the magnification rates depending on the area of patient dose (DAP) and glass dosimeter see the change of the dose according to the dose characteristics of low-magnification aims to raise standards.

**Materials and Method :** Direct DR equipment Sonialvision DAR-8000f, Shimadzu was used, the patient entrance dose measurements to the surface of the Rando Phantom of the neck and the abdomen was placed on the Xi unfors. glass dosimeter for measuring organ doses at the same time the Rando Phantom of the major organs in place by inserting a 9 ", 12", 15 ", 17" and 30 seconds for each magnification were measured according in fluoroscopy. DAP meter area of the patient dose was measured.

**Result :** Esophagography at 17" 143% than 9" magnification the average area dose was increased. Organ dose of Esophagography at 17" was decreased 25.32% than 9" magnification. UGI at 17" was increased 129.73% DAP than 9" magnification. Organ dose of UGI at 17" was decreased 23.32% than 9" magnification.

Where the major organs of magnification at 17" were decreased(lung -25.96%, stomach -33.09%, spleen -27.81%, liver -4.92%) than 9" magnification.

Received: September 2, 2013, 1st Revised: September 29, 2013, /

Accepted for Publication: October 17, 2013.

Corresponding Author: 강경미

(138-736) 서울시 송파구 올림픽로 43길 88 서울아산병원 영상의학팀

Tel: 02) 3010-4313

E-mail: rodaltor1@nate.com

**Conclusion** : Expected to get better quality image While using the proper magnification, and have recognition that difference Organ doses and DAP meter in fluoroscopy

**Keyword** : Magnification, DAP, Organ dose

## I. Introduction

2009년에 발간된 National Council on Radiation Protection Measurement(NCRP) 160에 따르면 2000년 전에는 의료방사선의 비율이 전체 방사선비율의 약15% 정도였으나, 2006년 이후는 그 증가율이 현저히 높아져 거의 50%를 육박하고 있다고 보고 되고 있다.<sup>1</sup> 그 이유로 의학적 기술 발달 뿐만 아니라 일반인들의 건강검진의 관심도 증가에 따라 진단과 건강 검진을 목적으로 시행하는 CT(Computed tomography) 검사의 건수가 증가하였고, 그 외에도 실시간으로 영상을 획득 할 수 있는 투시검사(fluoroscopy)와 투시를 통해 치료를 병행할 수 있는 중재적 시술(fluoroscopic guided intervention procedure)의 증가가 의료 방사선 비율을 증가시키는데 기여하였다.<sup>2</sup> 이 중 실시간으로 방사선을 이용하여 검사를 시행하고 있는 투시 조영검사는 짧은 검사시간으로 많은 영상 정보를 획득하는 CT 검사와는 달리 검사자의 숙련도에 따라 검사시간이 증가하거나 감소한다. 투시 조영검사는 일반촬영과 같은 수준의 관전압(80-100kV)과 매우 낮은 관전류(<10mA)을 사용하나, 검사시간의 지연과 확대촬영, 검사부위의 광범위한 선택으로 장시간의 피폭이 불가피하다.<sup>3</sup> 이러한 방사선 피폭은 인체 내에서 생물학적 변화를 초래하며, 그 영향으로 확률적 영향과 결정적 영향을 들 수 있다. 확률적 영향은 적은 선량으로 장시간의 피폭을 받을 경우 유전적 변화, 암, 돌연변이 등을 일으킬 수 있으며, 결정적 영향은 고 선량 단시간의 피폭을 받을 경우 피부 홍반, 수포 및 세포사 등으로 사망에 이를 수도 있다. 이러한 결정적 영향은 역치 값을 가지고 있으며 1000~2000mGy를 초과할 경우 발생 할 수 있다. 의료 피폭에서는 방사선 치료의 부작용이나, 검사 특성 상 장시간의 투시를 요하는 중재적 시술과 같은 경우에도 발생 될 수 있다고 보고 되어진다.<sup>4~7</sup>

투시 조영검사와 중재적 시술은 생성기전이 같은 X 선을 사용하며, 장시간의 검사시간이 소요된다. 중재적 시술은 검사를 통해 진단을 내리고 치료를 병행 함으로써 시술시간의 지연으로 인한 누적 선량의 위험성을 가

지며, 투시 조영검사는 치료를 병행하는 검사를 시행하지는 않으나, 검사자의 숙련도, 검사시간, 조영제의 사용유무, 환자의 체위변환 등의 촬영 인자에 따른 환자 누적선량이 증가하는 위험이 있다. 이렇게 발생될 수 있는 환자와 검사자의 피폭선량의 저감화를 위해서 검사 시 입사선량의 감시(Monitoring)가 중요하게 대두되었고, 투시시간 측정과 참고 점에서의 공기-커마(air kerma at the reference point) 그리고 선량-면적 곱(kerma-area product=dose area product, DAP)인 DAP meter로 피폭량을 반영할 수 장치를 마련하였다. 현재 DAP meter가 설치된 모든 투시 기기에서 검사자는 피폭량의 대략적인 면적선량 정보를 획득하고, 모니터링 해 왔다.<sup>8~10</sup> 그러나 투시 조영 검사는 환자의 Position Change가 많고 확대 촬영, 실시간 촬영, 조영제의 사용 유무에 따라 환자의 피폭선량이 긴밀한 관계를 가지며 이 인자들이 환자 면적선량에 많은 영향을 주고 있어 면적선량만으로 환자의 피폭선량을 평가하는데 제한점이 따른다.

확대촬영은 투시 조영검사에 빈번히 사용되며 검사부위의 해부학적 모습을 자세히 볼 수 있고, 시술부위가 수술 접합부일 경우 수술 후의 회복상태와 변형된 모습을 관찰하는데 적합할 뿐 만 아니라 수술 후의 발생할 수 있는 장기 내의 출혈과 누공 등의 위치를 찾는 데 중요한 촬영기법이다. 하지만 영상의 확대촬영을 시행하게 되면, 단위면적 당 방사선 수가 감소하여 영상이 어둡게 된다. 이를 보정하기 위해 자동노출조절을 사용하게 되는데 이 때 더 높은 관전류를 이용하여 보정해줌으로써 상대입사선량은 증가하게 된다. 이러한 확대율과 면적선량에 따른 관계를 황, 김등<sup>11,12</sup>은 영상의 확대율에 따라 9"에서 DAP 값이 89.1mGycm<sup>2</sup>, 12"에서 82.4mGycm<sup>2</sup>, 17"에서 79.5mGycm<sup>2</sup>로 측정되어 확대율이 작아질수록 면적선량(DAP)값이 감소한다고 보고하였다. 이에 본 연구의 목적은 확대율에 따라 변화되는 환자의 면적선량 (DAP)와 유리 선량계의 선량 변화를 확인하고 저 확대율에 따른 선량 특성 기준을 마련하는데 목적이 있다.

## II. Materials and Methods

### 1. Materials

Direct Digital Radiography(DR) 장비로는 Socialvision DAR-8000f(Shimadzu, Japan)와 선량 측정용 phantom으로는 인체모형 Rando phantom (Model ART-200-5, Fluke Biomedical, WA, USA)을 사용하였고, 검사 시 환자의 면적선량측정을 위한 면적선량 측정 장치 Dose Area Product Meter-Diamentor M4(DAP, Germany)를 사용하였다. 환자가 받는 표면입사선량 측정에는Xi unfors function meter (Unfors, Sweden)으로 각각의 장기선량측정을 위해서는 Radiophotolumnescent Glass Rod Detector-2012로 측정하였다.

### 2. Methods

1) 투시 조영검사에서 많이 시행되는 식도 조영검사와 상 복부 위장 조영검사를 재현해 보기 위해 Rando Phantom 내의 유리 선량계를 식도와 상 복부 주요장기 위치에 위치시킨 후 각 확대율에 따른 주요 장기선량을 측정하였다.

2) Xi unfors function meter (Unfors, Sweden)를 통해 9", 12", 15", 17"등의 확대율에 따른 평균 입사 표면선량(Entrance Surface Dose : ESD)을 획득하였고, 동시에 평균 면적선량을 DAP meter로 측정하였다.

3) Rando Phantom 내에 위치 시켰던 유리 선량계에서 각 장기의 장기선량을 측정 해 봄으로써 동일한 확대 이미지에서의 평균 입사표면선량과 평균 면적선량, 평균 장기선량을 비교, 분석 해 보았다. 또한 상 복부 주요 장기 4곳의 확대 이미지에 따른 장기선량을 비교 해 보았다.

4) 확대율에 따른 영상 화질 평가를 하기 위해 9", 12", 15", 17"등의 각 확대영상에서 Acryl Phantom을 위치 시켜 촬영한 다음 Image J program을 통해 각 확대율에 따른 화질을 평가하였다.

## III. Results

### 1. Radiation Dose

식도 조영검사 시 평균면적선량에서는 9" 확대율보다 12" 확대율에서 40.38%가 증가하였고, 15" 확대율에서는 9" 확대율보다 110.60% 증가 되었으며, 17" 확대율 일 때에는 9" 확대율의 평균 면적선량보다 143%로 증

Table1. Average ESD, DAP, Organ dose in according to Magnification in Eso

Magnification (inch)	ESD (mGy)	DAP (mGycm <sup>2</sup> )	Organ dose (mGy)
9"	6.92	2500.56	0.657
12"	5.67	3510.19	0.517
15"	5.6	5265.5	0.536
17"	5.18	6075.5	0.44

가하는 면적선량이 측정되었다.

유리 선량계로 측정된 식도 장기선량은 9" 확대율보다 12"확대율에서 -8.42% 감소된 선량이 측정되었고, 15" 확대율에서는 9" 확대율보다 -18.58% 감소된 선량이 측정 되었다. 확대율이 가장 작은 17" 확대율은 9" 확대율 보다 -25.32% 감소된 선량이 측정되었다.

평균입사표면선량(ESD)은 12" 확대율 일 때 9" 확대율보다 -18.06%가 감소하였고, 15" 확대율에서는 -19.07% 감소하였으며, 확대율이 가장 작은 17" 확대율일 때에는 -25.14% 감소율을 보였다(Table1).

상 복부 위장 조영검사 시 평균 면적선량 측정 결과에서는 9" 확대율보다 12" 확대율이 42.25% 증가 하였고, 15" 확대율에서는 9" 확대율보다 100.32% 증가된 면적선량이 측정되었다. 17" 확대율일 때에는 9" 확대율의 평균 면적선량이 보다 129.73% 증가 하는 면적선량이 측정되었다.

유리 선량계에서 측정된 상 복부 장기선량에서는 9" 확대율보다 12"확대율이 -8.42% 감소된 선량이 측정 되었고, 15" 확대율에서는 9" 확대율 선량보다 -18.58% 감소된 선량이 측정 되었다. 확대율이 가장 작은 17" 확대율은 9" 확대율 보다 -23.32% 감소된 선량이 측정 되었다.

평균입사표면선량(ESD)은 12" 확대율 일 때 9" 확대율 보다 -8.02% 감소하였고, 15" 확대율에서는 -17.51% 감소하였으며, 확대율이 가장 작은 17" 확대율 일 때에는 -21.63% 감소율을 보였다(Table 2).

Table 2. Average ESD, DAP, Organ dose in according to Magnification in UGI

Magnification (inch)	ESD (mGy)	DAP (mGycm <sup>2</sup> )	Organ dose (mGy)
9"	14.33	5141.3	3.74
12"	13.18	7313.3	3.425
15"	11.82	10299.3	3.045
17"	11.23	11811.3	2.793

## 2. Organs doses

상 복부 조영검사 시 확대율 변화에 따른 복부 내의 주요 4장기의 평균 장기선량이 측정되었다.

폐에서의 확대율변화에서 9" 일 때 5.308mGy, 12"일 때 4.845mGy, 15"는 4.527mGy, 17"에서는 3.93mGy로 측정되었다. 이는 9" 확대율에 비해 확대율이 12"일 때, -8.72%, 15"일 때 -14.71%, 17"일 때 -25.96%로 감소된 선량이 측정되었다. 비장은 9"일 때 1.323mGy, 12"일 때 1.354mGy, 15"는 0.964mGy, 17"에서는 0.955mGy로 측정되었다. 이는 확대율이 9" 확대율에 비해 12"일 때 2.3% 증가, 15"일 때 -27.13% 감소, 17"일 때 -27.81% 감소된 선량이 측정되었다.

위장은 9"일 때 4.805mGy, 12"일 때 3.962mGy, 15"는 3.507mGy, 17"에서는 3.215mGy로 측정되었다. 이는 확대율이 9" 확대율에 비해 12"일 때 -17.54%, 15"일 때 -27.01%, 17"일 때 -33.09% 감소된 선량이 측정되었다. 간은 9"일 때 2.114mGy, 12"일 때 2.146mGy, 15"일 때 2.01mGy, 17"에서는 2.016mGy로 측정 되었다. 이는 확대율이 9" 확대율에 비해 12"일 때 1.51% 증가하였고, 15"와 17"일 때는 -4.92%로 감소된 선량이 측정되었다(Table 3).

Table 3. Four Organ doses in according to Magnification (Unit: mGy)

Magnification (inch)	Lung	Spleen	Stomach	Liver
9"	5.308	1.323	4.805	2.114
12"	4.845	1.354	3.962	2.146
15"	4.527	0.964	3.507	2.01
17"	3.93	0.955	3.215	2.016

## 3. Image Quality

각 확대율에 따른 영상화질 평가 결과는 신호 대 잡음 비(Sinal to Noise Ratio; SNR) 9" 확대율보다 12"

확대율에서 4.6% 증가하였고, 15" 확대율에서는 9" 확대율보다 40.4% 증가되었으며, 17" 확대율 일 때에는 9" 확대율보다 104.4% 증가된 SNR 값이 측정되었다 (Table 4).

## IV. Discussion

모든 영상의 진단은 방사선을 이용하여 시행된 검사에 한하여 이루어져왔고, 이로 인해 발생하는 환자의 피폭 저감화를 위해서 많은 진단 참고준위가 설정되어 왔다.<sup>13</sup> 투시 조영검사 또한 환자 선량 저감화를 위해 환자의 피폭 선량 측정을 국제 방사선방호위원회 (National Radiological Protection Board ; NRPB)에서 제시한 면적 선량계(DAP)를 이용하여 환자선량 측정을 권고하고 있으며, 여러 국가들이 자발적으로 의료 피폭 저감화를 위한 자발적으로 기구를 설치하여 환자 피폭량을 관리함으로써 의료피폭을 최소화 하는데 노력하고 있다<sup>14</sup>). DAP meter가 설치된 병원의 투시 조영 검사 시 시술자는 산출된 선량 값을 확인하며, 환자와 검사자가 검사 중에 피폭될 수 있는 피폭선량을 예측해왔다. 하지만 투시 조영검사의 특성상 확대촬영을 많이 시행하나 9", 12", 15", 17",의 각 확대율에 따른 환자면적선량이 산출되는 DAP meter의 선량은 Kerma와 면적의 곱으로 선량이 산출되므로 면적을 작게 하면 할수록 환자가 노출 되는 영역이 좁아져 환자의 면적선량 또한 적게 측정된다. 투시 조영검사 시 확대 촬영을 빈번하게 시행되고 있는 실정이지만, 확대율에 따른 정확한 환자의 장기 피폭 선량의 기준점이 확립이 되지 않았다. 투시 장비 특성 상 DAP meter로 환자의 면적선량을 측정해왔고, 확대촬영을 시행 할 경우에도 환자 면적 선량의 변화를 확인하였다. 이는 검사 시 DAP meter에 표시된 결과 값으로 확대율을 크게 하면 환자 면적선량이 적어진다는 인지 하에 검사에 임할 경우 환자뿐 만 아니라 검사를 시행하는 시술자에

Table 4. Results of SNR by Magnification' s Rates

Magnification(inch)	Signal	Noise	SNR
9	39127.99±1119.2	1666.74±69.43	23.5±0.91
12	40602.28±1857.6	1628.24±118.6	24.98±1.04
15	52306.54±1720.75	1603.95±68.11	32.67±2.09
17	57692.25±924.84	1217.41±101.5	47.68±4.36

계도 환자유효피폭선량과 장기피폭선량의 위험성을 가져다 주는 오류를 범하게 될 수 있을 것이다. 실제로 투시 조영검사 시 확대율 변화에 따라 DAP meter에 표시된 환자의 피폭선량과 그에 따른 각 장기선량에 차이를 나타내고 있었고, 검사자 또한 확대율 변화에 대한 환자의 면적선량과 장기선량의 관계를 정확하게 인지하고 있지는 못하였다.

이에 본 연구는 투시 조영검사 시 확대의 변화에 따른 환자가 실제 받는 표면입사선량과 각 장기선량과의 차이를 비교 분석하는 궁극적인 목적이 있었다.

확대가 이루어질수록 (관찰되는 영역이 좁아 질수록) DAP meter에 표시 되는 환자의 면적선량이 적게 측정되었고 환자의 입사 표면선량과 장기선량이 반대로 증가하는 것을 유리 선량계를 통해 정량적인 Data로 측정해 볼 수 있었다. 영상의 확대를 할 수록 피사체에 투과되는 방사선 수가 적어지면서 상대적으로 잡음의 비율이 높아져 화질이 좋은 영상 획득에 제한을 받기 때문이다. 이는 확대에 의한 영상에서 관찰 할 수 있는 pixel 수가 적어서 선명한 영상을 얻지 못하는 것과 같은 이치라고 볼 수 있다.

위의 결과를 종합해 볼 때 확대율이 커질수록 DAP meter에 표시되는 면적선량은 감소하나, 입사 표면선량, 조사선량 장기선량은 증가하는 것을 확인 할 수 있었고, 확대율이 커질수록 SNR은 낮아졌다. 본 연구에서의 제한 점으로는 투시 조영 검사 시 피폭선량에 관여하는 관전압, 관전류, 검사 시 환자의 체위 변화, 조영제의 사용여부, 등 많은 인자들이 있다.<sup>15,16</sup> 이러한 모든 인자들을 참고 하지 못한 점에서 생길 수 있는 오차를 배제할 수는 없다. 따라서 향후 이러한 인자를 고려하여 좀더 객관적인 피폭선량 Data 확보로 구체적이고 명확한 저 확대율에 따른 선량 특성 기준을 마련하는 노력이 필요할 것이라고 생각된다.

## V. Conclusion

환자의 장기 선량이 증가한다고 하여 투시 검사 시 확대 촬영을 시행하지는 않을 수 없다. 검사자는 필요 시 확대 촬영을 시행하되, 확대율에 따른 환자의 장기 선량이 DAP meter와 상이함을 인지하고, 적절한 확대율로 촬영을 할 때 환자의 피폭장기선량을 줄이면서 화질이 좋은 영상을 획득할 수 있을 것이라 사료된다.

## 참고문헌

- Schquer DA, Linton OW. NCRP report no 160. ionizing radiation exposure of the population of the United States, medical exposure: are we doing less with more, and is there a role for health phys Health Phys 2009;97:1-3.
- Michael Yong Park, Seung Eun Jung, CT radiation dose and radiation reduction strategies, J Korea Med Assos, 2011,1263:15-18,28-40.
- Jaco JW, Miller DL. Measuring and monitoring radiation dose during fluoroscopically guided procedures. Tech Vasc Interv Radiol 2010;13:188-195
- 김태일, 윤진호, 백금문, 김정이 외 2명, 디지털 디텍터 방식 혈관조영 장비의 선량비교, 대한방사선사 추계학회지, 2007, 7:1-6
- Balter S, Hopewell JW, Miller DL, Wagner LK, Zelefsky MJ. Fluoroscopically guided interventional procedures: a review of radiation effects on patients' skin and hair. Radiology 2010; 254:326-341.
- Koenig TR, Wolff D, Mettler FA, Wagner LK. Skin injuries from fluoroscopically guided procedures: part 1, characteristics of radiation injury. AJR Am J Roentgenol 2001;177:3-11.
- Koenig TR, Mettler FA, Wagner LK. Skin injuries from fluoroscopically guided procedures: part 2, review of 73 cases and recommendations for minimizing dose delivered to patient. AJR Am J Roentgenol 2001;177:13-20.
- 이희정 외 3명, "투시와 저격촬영 중 검사실내 거리에 따른 인체 부위별 누설선량의 비교분석", 대한영상의학기술학회지 vol 60, pp 30~34, 2009
- White SC, Pharoah MJ. Oral radiology; principles and interpretation. 5th ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc; 2004, p.45-67
- 대한영상의학회, 대한방사선협회, 보건복지부, 식품의약품안전청, "일반영상의학 검사의 환자선량 권고량 가이드라인", 영상의학회, 2012.10,

11. 황민호, 김민정, 박은성등 :투시시야와방사선조사야의크기변화에따른 DAP와영상의화질변화에관하고찰
12. 김관태, 노현아, 성민숙: 투시조영검사시조사야변화에따른선량및화질에관한연구, 전국방사선사춘계학술대회, 146, 2011
13. 이재기, “방사선과 당신의 환자” , 의료인의 위한 지침, 국제 방사선방호위원회 간행물. 2006
14. 영상의학과의원에서 진단참고준위를 위한 피폭선량에 관한 연구 18-23
15. 김선화, 조준영, 노현아등 : 소아투시조영검사시 Pulse Rate별화질분석을통한저선량모드선택에관한연구, 대한영상의학기술학회지, 7(1), 101-108, 2010
16. 손은영, 이원홍, 오창섭등 : 투시조영검사에서투시와저격촬영의선량비교, 대한영상의학학회지, 6(1), 51-57,2009