

◆ 원 저 ◆

C-arm을 이용한 EVAR(Endovascular Aneurysm Repair) 시술시 Lead Curtain 설치에 따른 Staff의 피폭선량 감소에 대한 연구

유인웅 · 정재연 · 이관섭
서울아산병원 영상의학팀

The investigation of the exposure dose reduction of the Staff
according to the Lead Curtain installation in EVAR(Endovascular
Aneurysm Repair) surgical operation using C-arm

In Woung Yoo · Jea Yeon Chung · Kwan Seob Lee
Department of Radiology, Asan Medical Center

Abstract

In EVAR procedure using long time C-arm, we studied exposure dose reduction and efficiency through measuring surgical staff's ESD by installing lead curtain operating table next to. The height 3 the spot (50cm, 100cm, 150cm) dose was measured on 2 locations for 600sec in the X-ray radiation considering the surgical staff's movement. To install the curtains, we compared before and after the dose.

As a result, it can confirm that dose of the installation former of 50cm height and after is reduced about 75% and 91% in 2 locations. In 100cm height, the reduction of the dose was a bit confirmed. There as to dose value, measured on 150cm height the installation former and after was nearly no change. This research examined the exposure dose about the radiation of the surgical staff during EVAR procedure in which the operation time is the long time. It was implemented in the object that it reduces the radiation exposure. It could confirm the certain effect of the experimental result exposure dose reduction

In EVAR procedure using long time C-arm, we studied exposure dose reduction and efficiency through measuring surgical staff's ESD by installing lead curtain operating table next to.

Received: September 14, 2012, 1st Revised: September 28, 2012, /
2nd Revised: October 19, 2012./ Accepted for Publication: October
26, 2012.

Corresponding Author: 유인웅
(138-736) 서울시 송파구 서울아산병원길 86 영상의학팀
Tel: 02) 3010-4307 CP: 010-5439-1348
E-mail: yooyw@naver.com

The height 3 the spot (50cm, 100cm, 150cm) dose was measured on 2 locations for 600sec in the X-ray radiation considering the surgical staff's movement. To install the curtains, we compared before and after the dose.

As a result, it can confirm that dose of the installation former of 50cm height and after is reduced about 75% and 91% in 2 locations.

In 100cm height, the reduction of the dose was a bit confirmed. There as to dose value, measured on 150cm height the installation former and after was nearly no change.

This research examined the exposure dose about the radiation of the surgical staff during EVAR procedure in which the operation time is the long time. It was implemented in the object that it reduces the radiation exposure.

It could confirm the certain effect of the experimental result exposure dose reduction.

I. 서론

현대 의료기술의 발달로 진단적 검사 또는 치료학적으로 의료방사선에 대한 대중의 접근성이 매우 높아졌고 실제로 20%인 인류의 인공 방사선 피폭 중 의료용 방사선에 의한 피폭이 약 15% 이상 차지하고 있을 만큼 과거에 비해서 그 비중이 높아졌다.¹ 그에 따라 의료방사선에 대한 사회적 관심과 인식도 또한 과거에 비해 매우 높아졌고 시대의 흐름에 발맞춰 환자 및 방사선 관계종사자의 피폭선량을 줄일 수 있는 방안을 꾸준히 연구하고 발달시켜 나아가고 있는 추세이다.²

현대의 의료분야에서 Radiological image는 진단적으로 가장 중요한 도구중의 하나이고 그중 C-arm을 이용한 수술 중 투시는 Real time으로 환자의 Anatomic structure를 확인할 수 있고 정확한 술기와 수술시간을 단축시키는 장점 등으로 인해 정형외과의 정복술을 비롯하여 신경외과, 비뇨기과, 마취과, 혈관 의과의 중재적 시술 등에 이르기까지 그 사용범위와 사용 빈도가 매년 높아지고 있고 본원에서도 매년 사용빈도가 약 10%씩 증가하고 있는 추세이다.³ 그러나 수술 중 투시는 수술과정에 따라서 환자에게 가해지는 피폭의 양이 일반 x-ray 촬영 1회시 받는 선량에 비교하여 작게는 수배에서 크게는 수십 배에 이르기도 하며 이때 발생하는 X-ray의 1차선과 산란선 또한 수술에 참가하는 인원에게 노출되어 잠재적으로 방사선 장해의 위험 요소가 될 수 있으므로 OR(Operation Room)에서의 C-arm 사용 증가에 따라 이에 비례적으로 환자와 수술참가인원의 피폭선량이 증가하게 되는 문제가 대두되었다.⁴

많은 임상 과에서 수술 중 다양하게 C-arm을 적용하고 있고 Run time도 수술 과정마다 다르다. 그중 AAA(Abdominal Aortic Aneurysm)의 치료법으로 혈관외과에서 복부 대동맥류 환자에게 시술하고 있는 EVAR (Endovascular Aneurysm Repair)의 경우 OR에서 사용되고 있는 C-arm을 이용한 수술에서 그 Run time이 다른 수술에 비교 하였을때 평균적으로 가장 길고 또한 Subtraction 영상을 획득하는 과정에서 일반적인 Fluoro-mode 보다 선량이 많은 High level fluoro-mode를 사용하기 때문에 환자와 수술참가인원에 가해지는 피폭선량이 다른 수술에 비교해서 가장 높은 수준이다.^{5,6}

수술에 참가하는 Staff(Operating Surgeon, Anesthesiologist, Scrub Nurse, Radiology Technician) 중에서도 특히 Operating Surgeon은 수술 중 C-arm의 X-ray Tube와 가장 근접한 거리에 위치하기 때문에 수술 참가인원 중에서도 직접적인 1차선과 산란선으로 인해 발생하는 방사선 피폭의 양이 가장 높다.⁷

본 연구는 장시간 C-arm을 이용하는 EVAR 시술시, 수술 Staff가 받는 피폭선량에 대한 연구와 ,그 감소 방안의 연구로써, 수술 Table Side에 납 커튼을 설치하는 방법을 사용한 후 수술 Staff의 ESD(Entrance Surface Dose)를 측정하여 피폭선량 감소의 유·무와 효율성에 대해 연구해 보고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

1) 2012년 3월 2일부터 7월 11일까지 본원 OR에서

C-arm을 이용하여 EVAR 시술을 받은 환자를 조사해 본 결과 총 11명이었고, 가장 긴 Runtime이 2514sec, 가장 짧은 Runtime은 251.7sec 이었으며 평균 Runtime은 1306.4 sec 이었다.

2) C-arm의 X-ray Tube를 Under Positioning한 Under Tube system이 Over Tube system 보다 환자와 술자의 피폭선량의 양이 적다는 사실이 많은 논문과 연구에서 확인 되었고8~9, 본원 OR에서도 Run time 이 긴 혈관외과 및 영상의학과의 혈관 조영술과 중재적 시술시 Under tube system을 사용하여 환자 및 시술자의 의료피폭이 가능한 낮게 되도록 시행하고 있기 때문에 본 연구에서도 실제로 사용하고 있는 Under tube system으로 Positioning하여 실험하였다.

2. 실험기기

- 1) 이동형 영상 증폭장치(C-arm) : GE OEC 9900 Elite
- 2) 유리선량계

- ① Glass Dosimeter : DoseAce FGD-1000(ASAHI TECHNO GLASS)
 - ② GD352M(ASAHI TECHNO GLASS)12mm, with marking, Dose Range 0.01mGy ~ 10Gy, Measurement range 15KeV ~ 20MeV
 - ③ Element Holder : Inserted Sn(ASAHI TECHNO GLASS)
- 3) RANDO Phantom : ART-200X(Fluke Biomedical)
 - 4) Operation Table : MAQUET Operation Table
 - 5) Lead Curtain : Jung Won Precision, IND. CO., LTD - 0.375mmPb
60cm(W) × 53cm(D)

3. 실험방법

- 1) 수술 Table에 Supine Position으로 Phantom을 위치시키고 Under tube로 Setting한 C-arm의 Center를 Phantom의 L-4 level에 위치시켜 실제의 EVAR 시술과 동일한 조건으로 실험하였다.



Fig 1. C-arm과 Phantom의 위치

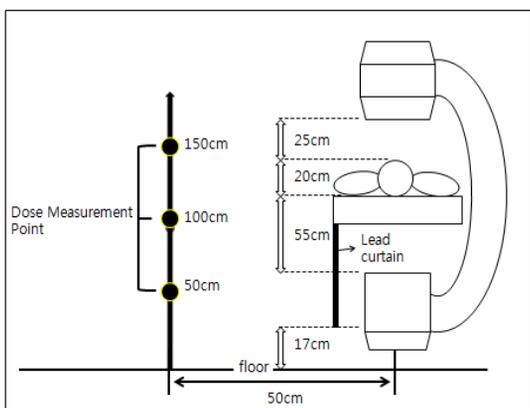


Fig 2. Height of Dose Measurement

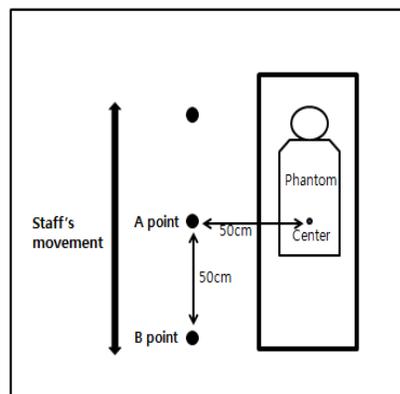


Fig 3. Point of Dose measurement

2) X-ray tube에서 Phantom간 거리는 55cm으로 하고, X-ray tube 위치로부터 수직 방향으로 50cm 지점과(이하 A point), 시술 중 수술 Staff의 행동반경을 고려하여 다시 이 지점으로부터 수술 table과 수평 방향으로 50cm 지점의(이하 B point) 두 위치에서 지면으로부터 50cm, 100cm, 150cm 높이의 위치에 유리선량계 소자를 부착하여 Lead curtain의 설치 전과 후의 선량을 각각 측정하였다.

3) EVAR 시술의 평균 Runtime은 1306.4sec지만 장시간 장비 가동시 Heating unit의 상승으로 장비의 손상을 초래할 수 있으므로 안정을 기하기 위하여 600sec 동안의 선량을 각각 1분씩 분할 조사 후 선량을 측정하였다.

III. 결과

1. Lead curtain 설치 전과 후의 측정선량 비교.

Lead curtain을 설치하기 전과 후의 600sec 동안 X-ray 조사 시 A point 와 B point에서 검출된 선량 측정값은 Table 1과 Table 2와 같다.

설치 전과 후의 A point 와 B point에서 50cm 높이의 검출된 선량 변화 패턴은 동일한 성향을 보이면서 감소하였다.

설치 전 50cm 높이에서의 선량은 A point 와 B point에서 각각 0.640mGy, 0.331mGy이었고 설치 후의 측정된 선량은 0.159mGy, 0.038mGy이었다. 두 지점에서 50cm 높이의 설치 전과 후의 선량이 각각 약 75%와 91% 이상 감소된 걸 확인할 수 있다.

100cm 높이에서 A point 와 B point의 측정된 선량은 설치 전의 경우 0.850mGy, 0.320mGy이었고 설치 후의 선량은 0.808mGy, 0.296mGy로써 다소 선량의 감소가 확인 되었지만 50cm 높이에서 측정된 선량의 감소에 비교하였을 때 선량 감소의 정도가 확연히 줄어든 결과를 확인할 수 있다.

150cm 높이에서 측정한 선량 값은 설치 전과 후가 변화가 거의 없는 것으로 봐서 Lead curtain 설치가 선량의 변화에 거의 영향을 주지 않는 것을 확인할 수 있다.

Table 1. Lead curtain 설치 전 검출선량

Location Height	A point	B point
50 cm	0.640	0.331
100 cm	0.850	0.320
150 cm	0.251	0.188

Unit : mGy

Table 2. Lead curtain 설치 후 검출선량

Location Height	A point	B point
50 cm	0.159	0.038
100 cm	0.808	0.296
150 cm	0.260	0.170

Unit : mGy

2. 측정높이에 따른 선량변화의 차이

Table 1, 2의 측정된 선량을 보면 Lead curtain 설치가 높이에 따라서 선량 감소의 차이를 보이는 것을 확인할 수 있다.

Lead curtain의 설치가 50cm 높이에서는 확연한 선량의 감소 효과가 있었고 150cm 높이에서는 설치 전과 후의 선량변화가 거의 없었다.

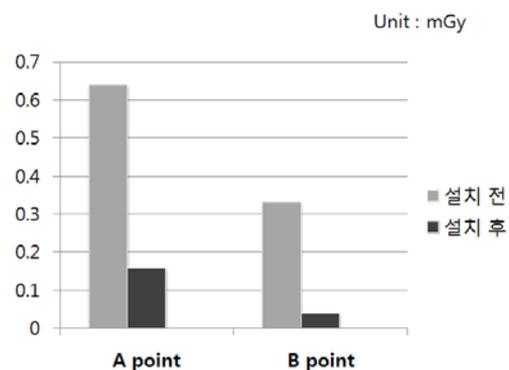


Fig. 2. 50cm 높이에서 Lead curtain 설치 전과 후의 선량 비교

IV. 고찰 및 결론

ICRP 60에 따르면 의학적으로 이용하는 방사선은 환자의 이득을 위하여 의도적으로 사용하고 방어의 최적화에 입각하여 방사선을 사용함으로써 선량한도는 규정하고 있지 않다.¹⁰

그러나 인류가 받는 인공 방사선피폭 중 의료분야에서의 방사선피폭이 약 90%를 차지하고 있기 때문에 방사선 관계 종사자로서 ALARA(As Low As Reasonable Allowance), "합리적으로 달성 가능한 낮게" 라는 기준을 준수해야 한다는 사명감을 가지고 피폭선량을 감소시키려는 노력이 계속 되어져야 한다.

현재 수술 중 C-arm의 사용은 수술 기구의 정밀한 삽입, 수술시간의 단축, 정확한 정복술, 비침습적 상태에서 환자의 Anatomical Structure를 확인할 수 있는 장점 뿐만 아니라 Subtraction 영상의 획득, Tomography 영상의 획득, Bolus Chasing 등의 최첨단 기능의 탑재로 인해서 정형외과 뿐만 아니라 신경외과 마취과 혈관외과등 다양한 임상과에서 그 사용빈도가 갈수록 늘어가고 있는 추세이다.

또한 과거 세대의 C-arm에 비하여 장비의 크기가 Compact화 되어 지고 영상획득에 필요한 선량 또한 과거에 비해 상당히 감소하고 있기 때문에 향후 수술 중 C-arm의 사용빈도가 더욱 증가 할 것이라 예상된다. 따라서 방사선 관계 종사자로서 시대에 흐름에 발맞추어 관련지식과 술기의 정확성을 습득하여 환자와 수술 참가인원의 피폭선량을 감소시키는 방법을 꾸준히 연구하고 발전시켜 나아가야 한다.

C-arm을 포함한 대부분의 Radiological Image를 획득하는 진단적 검사에 관련하여 피폭선량에 관한 최근의 많은 연구들은 주로 눈(수정체), 갑상선, 손, 복부의 장기 등 방사선에 민감한 부위에 관한 연구가 대부분이다. 그에 따라 최적화된 방사선 방어 보호구의 발전도 최적화 되어 방사선 보호구를 착용한 상태에서의 보호되는 인체의 부위들은 거의 피폭을 받지 않을 만큼 그 발전이 이루어져 있다.

그러나 Lower Extremity 중 무릎을 포함한 그 아래 부위의 경우 활동성의 불편함과 방사선에 대한 민감성이 떨어지기 때문에 대부분의 경우 방사선 방어를 거의 시행하고 있지 않다.

본 연구는 시술시간이 장시간인 EVAR 시술 중 수술 Staff의 방사선에 대한 피폭선량을 알아보고, 피폭으로

부터 보호받지 못하는 Lower Extremity의 방사선 피폭을 감소시켜 보자는 취지에서 시행되었고, 실험결과 피폭선량 감소의 확실한 효과를 확인할 수 있었다.

실험 결과 50cm 높이에서 수술 Staff의 활동 반경 내의 두 지점에서 확인한 피폭선량의 감소를 확인할 수 있었고 이는 추가로 방사선 보호구등을 착용하지 않고도 방사선 피폭으로부터 노출 되어 있었던 Lower Extremity를 보호할 수 있는 방안을 마련해 주었다.

본 연구의 경우 Lead curtain으로 기존에 만들어져 있는 임산부의 복부를 보호하는 제품(60cm × 53cm)을 사용하였지만 보다 적합화 된 모형으로 제작하여 사용하면 더욱 광범위한 부위의 피폭을 방어할 수 있을 것이고 기존의 방사선 방어구와 병용하여 사용한다면 수술 참가인원의 신체 거의 모든 부분의 방사선 피폭에 대한 방어가 이루어 질 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 홍선숙 외. 투시 조영 검사 시 환자 선량 관리를 위한 진단참고선량 구축에 대한 연구. Korea Journal of Digital Imaging in Medicine 2012; 14: 1-6
2. 안성민 외. C-arm 장치의 사용에 따른 공간선량 분포에 관한 연구. 한국방사선기술학회지. 2000; 2: 23,
3. 김성진 외. C-arm 사용 시 환자 피폭선량 저감에 대한 연구. The Korean society of Radiological Imaging Technology: 2010.
4. Ki Sung Lee · Kyoung Min Lee · Moon Seok Park. Measurements of surgeon's exposure to Ionizing Radiation Dose During Intraoperative Use of C-arm Fluoroscopy
5. 김진수 외. C-arm의 Tube 위치에 따른 거리 및 방향별 피폭선량 비교. Korea Journal of Digital Imaging in Medicine 2009; 11: 21-26
6. V.Taski, A Christou, S Spanodimos, N Nikolaou. Evaluation of Radiation during EVAR Performed on a Mobile C-arm. Radiation Protection Dosimetry. 2011; 147: 75-77
7. C. P. Short · H. Al-Hashimi · L. Malone · M. J. Lee. Staff Radiation Doses to the Lower Extremities in Interventional Radiology. 2007; 30: 1206-1209

8. 신성수 외. C-arm 각도 변화에 따른 피폭선량 비교. 한국콘텐츠학회논문지. 2011; 9: 453-458
9. 방사선영상학편찬위원회 : 방사선영상학, 도서출판 정담 2009
10. International Commission on Radiological Projection, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Projection, Publication 60.