

# 선량저감섬유(Dose Reduction Fiber) 차폐포의 혈관조영술 (Angiography) 시술 시 비 시술 부위의 산란선 차폐 효과

김용진<sup>1</sup>, 한상욱<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>라드텍 코리아, <sup>2</sup>정병원

## Effects of Dose Reduction Fiber Shielding Cloth on Scattering Rays in Off-target Site during Angiography

Yong-Jin Kim<sup>1</sup>, Sang-Wook Han<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Division of RADTECH KOREA Company

<sup>2</sup>Division of JEONG Hospital

**요 약** 혈관 조영술과 중재적 시술은 진단을 위한 일반적인 방사선 검사와 다르게 낮은 관전류를 사용함에도 불구하고 장시간의 방사선 피폭으로 인해 환자나 시술자의 방사선 노출에 의한 위험도가 높다. 이에 본 연구의 목적은 선량저감섬유 (Dose Reduction Fiber, DRF) 차폐포를 사용하여 환자와 시술자의 피폭 선량을 증가 시키는 원인 중 하나인 산란 방사선의 차폐를 통한 피폭 선량 감소 효과를 알아보고자 하였다. 선량저감섬유(DRF) 차폐포의 산란 방사선에 대한 차폐 효과를 알아보기 위해 방사선이 조사되는 조사야 밖 10 cm거리와 방사선의 인체 팬텀 투과 후 시술 부위 10cm 거리의 산란선량을 선량저감섬유(DRF) 차폐포 사용 전후로 유리 선량계를 이용하여 측정하였고, 조사야부에서 환자에게 조사된 방사선 중 불필요한 산란선량이 15~31%, 팬텀을 투과 후 시술부위에서는 발생한 산란선량이 53~70% 저감하는 효과를 확인 하였다. 선량 저감섬유(DRF)차폐포를 중재적 시술 시 비 시술 부위의 산란선 차폐제로 이용하면 의료 검사에는 영향을 주지 않으면서 산란선량을 줄여 환자와 시술자의 피폭 선량을 저감할 수 있다는 결과를 얻게 되었고, 이는 향후 혈관 조영술과 중재적 시술 시 선량저감섬유(DRF) 차폐포를 활용하여 환자와 시술자의 피폭선량경감을 통한 방사선 노출 위험의 경감을 기대할 수 있을 것으로 보인다.

**Abstract** Unlike conventional radiographic examinations, angiointerventional procedures have a high risk of radiation exposure to patients or operators due to prolonged radiation exposure time. This study was undertaken to examine effects of reducing the radiation risk by applying dose reduction fiber (DRF) shielding cloth during angiography. To investigate the properties of DRF shielding cloth, we measured the scattered radiation below and above a human phantom using a glass dosimeter, at site distances 10 cm away from the irradiated field. The results obtained reveal a 15 ~ 31% reduction of scattered radiation in the irradiation field, and 53 ~ 70% reduced radiation measured after phantom transmission. Taken together, our data indicate that application of DRF shielding cloth for radiation reduction at non-procedural sites during interventional procedure results in reduction of scattered doses to patients and operators, without affecting the medical examinations. We propose the use of DRF shielding during angiointerventional procedures, in order to reduce the risk of radiation exposure of patients and operators.

**Keywords** : Intervention-Radiology, Angiography, TE, Dose-Reduction-Ffiber (DRF), Scatter-Ray, Shield, Radiation-Reduction-Draping (RRD), Radiation-Reduction-Dressing (RRD)

\*Corresponding Author : Sang-Wook Han(JEONG Hospital)

email: albert.han@medalls.com

Received September 5, 2019

Revised November 12, 2019

Accepted January 3, 2020

Published January 31, 2020

## 1. 서론

최근 국제방사선 방호위원회 (ICRP: International Commission on Radiological Protection, 이하 ICRP)가 발간한 ICRP 85는 중재적 시술 시 방사선장애 예방에 대하여 권고하고 있다[1]. 중재적 방사선 시술은 진단을 위한 일반적인 방사선 검사와는 다르게 주로 장시간 방사선을 투시하면서 시술이 시행되고, 여러 차례의 혈관조영촬영까지 포함하게 되므로 일반적인 방사선 검사에 비하여 방사선 피폭에 대한 위험도 증가할 수밖에 없다. 이로 인해 방사선이 조사 될 때 피부를 비롯한 조사부위에 방사선 상해와 같은 부작용이 발생하기 쉽다. 따라서 중재적 시술에서 환자가 받는 피폭 선량을 최소화해야 한다. 이와 같은 관점에서 환자의 방사선량을 최적화 할 구체적 실천 방안이 제시되고 있다[2,3]. 중재적 시술 시 조사선량에 의한 환자 피폭선량은 환자의 치료를 위하여 정당성이 확보된 방사선 피폭으로, 인위적으로 획일화하거나 규제하는 것은 가능하지 않으나, 혈관 촬영용 장비의 방사선 조사 조건변화에 따라 시술시 환자에게 피폭되는 방사선량이 달라지며, 환자와 엑스관의 거리, 검출기의 거리의 변화, 펄스투시방식의 선택, 조사야 변화와 같은 시술자의 권고 사항이 있다[4,5,6]. 또한 중재적 방사선 시술자의 경우 업무 특성상 X선관에서 발생하는 1차선 이외 기계와 환자에 기인한 이차적인 산란선으로 인해 상당한 피폭이 수반될 수 있으며, 최근 국제적인 관심증가에 따라 정확한 선량측정 및 모니터링의 필요성이 강조되고 있다[7]. 국내에서도 2014년 식품의약품 안전평가원에서 시술자가 활용할 수 있는 환자의 방사선 방어 가이드라인을 마련하였다.

중재적 시술 중 가장 대표적인 시술은 간 동맥 화학 색전술 (TACE: Transcatheter Arterial Chemoembolization 이하 TACE) 같은 혈관조영술이며, TACE 시술은 시술 시간이 길고 대상 환자는 반복적, 정기적으로 방사선 피폭을 수반하는 검사를 지속적으로 장기간 받는다. 중재적 시술의 의료 피폭은 피폭에 대한 이득이 환자 자신에게 돌아가는 정당성을 갖게 되고 선량한도에서 제외가 된다는 점에서 방사선 장애에 노출될 위험성이 높아 질 수 있다. 국내에서도 2007년 '중재적 방사선 분야에서의 환자피폭선량평가'의 다기관 연구가 수행 되었다. 연구결과 중에는 TACE 시술의 시술 시간이 평균 59분이며, 투시 시간이 평균 17분 소요되는 검사로 Abdomen의 평균 입사선량은 511.75 mGy 이며 최대 입사선량이 약 4,346 mGy로 일부 난이도가 높거나 시간이 오래 걸리는 시술의 경우 환자의 피부 손상

에 대한 주의를 요해야 한다[8].

중재적 시술 시 장치간의 노출시간으로 인하여 환자 및 시술자의 피폭선량은 X-선을 이용한 진단 영역에서 보다 상대적으로 많을 수밖에 없고 이로 인한 확률적 방사선 장애의 영향도 높아지고 있다[9]. 국제방사선 방호위원회(ICRP)에서는 잠재적 위험성에 대한 대책으로 방사선 시술 환자에 대한 선량평가를 기록하는 등 환자 선량 저감화에 대한 방안을 권장해 오고 있으나, 현실적으로 방사선 시술에서 환자에게 방사선에 의한 피해를 줄 수 있는 선량이 피폭되고 있는 실정이다. 이에 적절한 차폐물질을 사용한 차폐포의 특성과 유용성에 대한 연구가 필요하게 되었다.

본 연구에서는 중재적 시술시 산란 방사선에 의한 불필요한 방사선 피폭을 줄이기 위하여 방사선 차폐효율이 높은 황산바륨( $BaSO_4$ )을 사용한 납이 없는 선량저감섬유 (DRF: dose reduction fabric 이하 DRF, RADTECH Korea )로 만들어진 차폐포를 이용하여 TACE 시술 중 발생하는 산란 방사선에 대한 차폐 특성을 조사하였다.

### 1.2 산란 방사선 및 선량 저감 섬유 특성

#### 1.2.1 중재적 시술시 발생하는 산란 방사선

중재적 시술 시 발생하는 환자 주변의 높은 선량률은 환자로부터 후방산란 하는 방사선에서 온다. X선관을 침상 아래에 두면 이 기하배열에는 의료진으로 향하는 산란방사선이 환자 몸을 지나면서 감쇠되므로 중재 시술자의 머리, 상체 및 손의 선량을 크게 줄일 수 있다[10]. 하지만 Fig. 1 [11]에서 보는 바와 같이 환자는 중재적 시술 중 치료에 필요한 영역이외의 정상 부위에도 지속적인 피폭이 이루어지게 된다.

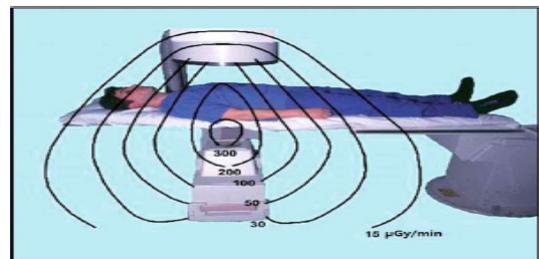


Fig. 1. Distribution of scattering radiation occurring during intervention.

#### 1.2.3 선량 저감 섬유 차폐포의 특성

Fig. 2에서 보는 바와 같이 선량저감섬유(DRF) 차폐

포는 방사선 피폭 선량을 저감하기 위해 원자번호와 밀도가 높은 물질 중에서 소화기관 투시 검사 시에 사용되었던 조영제인 황산바륨( $BaSO_4$ )을 이용하여 평균 입자의 크기가 1 ~ 500  $\mu m$ 인 황산바륨( $BaSO_4$ )을 고분자 수지에 고밀도로 분산하여 원단을 생산하고 중재적 시술 시 환자의 체중 분산의 효과를 위하여 두께 10 mm의 스펀지를 부착 하였으며 크기는 40 X 20 cm이다.



Fig. 2. Appearance of DRF shielding cloth

## 2. 본론

### 2.1 연구 재료

#### 2.1.1 혈관조영장치

중재적 시술 장비는 Philips Allura Xper FD 20 (Philips, Eindhoven, Netherlands)를 사용하였다. Fig.3 과 같은 장비는 인체 내의 혈관의 이상 유무를 조영진단하고 혈관을 치료 시술하는 디지털 혈관 조영 진단 장치이다.

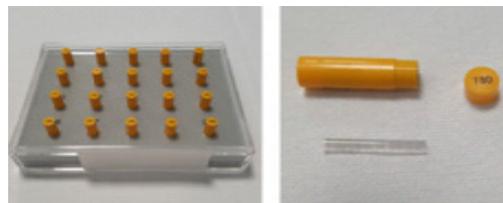


Fig. 3. Angiographic system

#### 2.1.2 선량측정 장비

선량을 측정하기 위해 Fig. 4(a)에서 보는 바와 같은 유리 선량계(GD-352M, AGC TECHNO GLASS CO, LTD)를 사용하였고, 그 선량 범위는 0.01 mGy~10 Gy 이며 에너지가 120 keV 이하인 진단용 방사선 발생장치의 선량을 측정할 수 있으며, 교정 후 재현성 0.1 mGy에

서는 3 %이하, 1 mGy 에서는 2 %이하인 선량계를 선별하여 측정하였다.조사된 유리선량계의 판독은 Fig. 4(b)에서 보는 바와 같은 FGD-1000 판독기(AGC TECHNO GLASS CO, LTD) 로 선량을 판독하였다.



(a)



(b)

Fig. 4. Configurations of glass dosimeter reading system.

(a) glass dosimeter (b) reading system.

#### 2.1.3 phantom

선량측정을 위해 Fig. 5에서 보는 바와 같은 Rando phantom RAN-110 (Churchin Associate LTD, USA)을 이용하였으며 건조시킨 뼈, 폐, 기도, 그리고 조직 등가 물질로 이루어져 있다.



Fig. 5. Rando phantom RAN-110

#### 2.1.4 선량저감섬유 차폐포의 특성

Table 1에서 보는 바와 같이 황산바륨의 함량과 코팅 두께에 따라 (제품명: DRF01, DRF02, DRF03, DRF04) 4 가지 종류의 선량 저감 섬유를 실험에 사용하였다.. 각각 스펀지를 부착하여 차폐포를 만들었다.

Table 1. DRF shielding cloth characteristics

Model	Content (%)	Thickness (mm)
DRF01	55	1.0
DRF02	78	0.5
DRF03	55	2.0
DRF04	78	1.0

방사선 방어용 제품의 특성을 나타내는 납당량의 객관적인 평가를 위해 선량저감섬유 중 2가지 제품(DRF02, DRF04)을 한국원자력 연구원에서 대상 시료의 엑스선 감쇄율을 측정하고 이를 표준납판의 두께 따른 엑스선 감쇠곡선과 비교하여 시료의 납당량(mmPb)을 결정하는 시험을 의뢰 하여 Table 2에서 보는 바와 같은 결과를 얻었다. 시험에 사용된 방사선 선질은 X-ray ISO NS 100 (반가층 :1.11mm Cu, 평균에너지 : 83 keV)이었다.

Table 2. Lead equivalent test result

Model	Radiation quality	Lead equivalent (mmPb)
DRF02	ISO NS 100	0.06
DRF04	ISO NS 100	0.12

### 2.1.5 면적 선량계

방사선 촬영 장치에서 조사되는 조사면 전체의 선량 측정과 면적에 따른 선량 측정, 환자의 피폭선량 측정이 가능한 Fig. 6과 같은 선량계 (KermaX® plus DDP)를 사용하였다.



Fig. 6. KermaX® plus DDP  
(Radiation Quality: 40-150kVp, Energy dependence: ±8% DAP-Rate: 0.01µG m2/s~4000.00µGm2/s)

## 2.2 연구 방법

### 2.2.1 진단용 X선의 평균에너지에 따른 선량저감섬유의 방사선 차폐 성능 평가

선량저감섬유(DRF) 차폐포의 진단용 X선의 평균 에너지에 따른 차폐 효과를 조사하였다. X선 발생장치로는

GXR-68SD(150 KVp, 800 mA)를 사용하였으며, 선량 측정은 교정이 완료된 면적선량계( KermaX® plus DDP)를 사용하였다.

### 2.2.2 팬텀 투과 전 산란선량 측정

선량계를 Fig. 7(a)에서 보는 바와 같이 방사선이 조사되는 조사야 밖 Cranial 방향으로 10cm거리인 12번 Slice, Caudal 방향으로 10cm거리인 29번 Slice에 선량계를 고정하고 산란선량을 측정하였다. SID는 110 cm와 조사야 크기는 42 cm로 고정한 후 71 KVp 12 mAs 로 3분간 조사하였다.

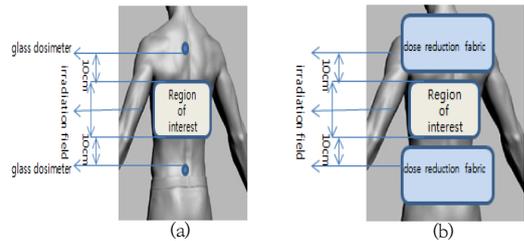


Fig. 7. Measurement of scattering radiation before it penetrated the phantom, shielding position (back)  
(a) before (b) after

선량계를 Fig. 7(b)에서 보는 바와 같이 팬텀의 뒷면에 고정하고 방사선이 조사되는 조사야 밖의 10 cm거리의 산란선량을 측정 한 뒤 선량저감섬유 차폐포를 팬텀의 아래 부분에 깔고 동일한 조건으로 방사선을 조사한 후 산란선량을 측정 하였다

### 2.2.3 팬텀 투과 후 산란선량 측정

선량계를 Fig 8(a)에서 보는 바와 같이 Cranial 방향으로 10cm거리인 12번 Slice, Caudal 방향으로 10cm거리인 29번 Slice에 팬텀 전면에 고정한 뒤 방사선이 팬텀을 투과 후 방사선이 투과된 시술 부위 끝에서 10cm 거리의 산란선량을 측정하고, Fig 8(b)에서 보는 바와 같이 선량저감섬유 차폐포를 팬텀의 전면을 덮고 선량계를 저감섬유 위부분에 고정한 뒤 동일한 조건으로 방사선을 조사한 뒤 산란선량을 측정 하였다.

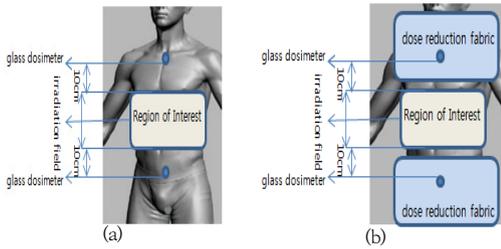


Fig. 8. Measurement of scattering radiation after it penetrated the phantom. shielding position (front)  
(a) before (b) after

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 X선의 평균에너지에 따른 선량저감섬유 차폐포의 방사선 차폐효과

ISO Narrow Series의 표준 X선에 대한 평균에너지 계산 결과[12]에 면적선량계를 이용하여 구한 선량저감섬유 차폐포의 저감 효과를 측정 하였을 때, Fig 9에서 보는 바와 같이 X선의 평균 에너지가 증가함에 따라 차폐효과가 감소함을 확인 할 수 있으며, DRF01의 경우 X선의 평균 에너지가 118 keV일 때 약17 %, 평균 에너지 33 keV X선에 대하여 53 %의 차폐효과를 나타내었다. DRF02의 경우 X선의 평균 에너지가 약 118 keV일 때 약36 %, 평균 에너지 33 keV X선에 대하여 70 %의 차폐효과를 나타내었다. DRF03의 경우 X선의 평균 에너지가 약 118 keV일 때 약41 %, 평균 에너지 33 keV X선에 대하여 77 %의 차폐효과를 나타내었다. DRF04에 대한 방사선 차폐효과는 110 keV X선에 대하여 약 49 %정도 차폐하였으며, 33 keV X선에 대해서는 약80 %정도의 차폐특성을 보였다.

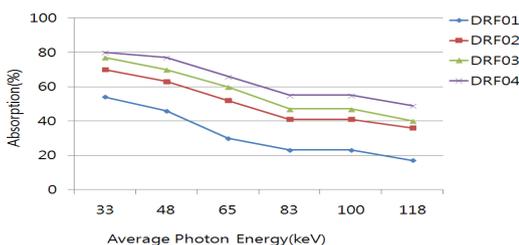


Fig. 9. Radiation shielding effect of dose reduction fibers according to the average energy of X-rays

#### 3.2 팬텀 투과 전 산란선량 측정 결과

TACE 시술과 동일하게 방사선 조사부를 정하고 방사선이 팬텀 투과 전 조사야 내의 입사선량과 조사야 밖 10cm 거리에서 측정된 산란선량 측정값과 선량저감섬유(DRF)의 종류에 따른 저감효과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 방사선이 팬텀에 투과되기 전 방사선이 조사되는 영역에서 입사선량 측정값이 13360  $\mu\text{Gy}$ 이며, 조사영역 끝 10 cm거리에서 측정한 산란선의 측정값이 1745  $\mu\text{Gy}$ 이다. 4가지 종류의 선량저감섬유를 사용하였을 때 측정값이 각각 14761  $\mu\text{Gy}$ , 395  $\mu\text{Gy}$ , 1270  $\mu\text{Gy}$ , 1204  $\mu\text{Gy}$  이다. 선량저감섬유(DRF)의 종류에 따라 15 %, 20 %, 27 %, 31 % 저감효과를 나타내었다.

Table 3. Results of measurement of scattering radiation before it penetrated the phantom

Distance	Model	Dosimeter Position	shielding position	Average Dose ( $\mu\text{Gy}$ )	Average shielding (%)
10cm	Radiation field	Back	None	13360 $\pm$ 32.1	-
	Unshied	Back	None	1745 $\pm$ 5.07	
	DRF01	Back	Back	1476 $\pm$ 4.07	15
	DRF02	Back	Back	1257 $\pm$ 3.47	20
	DRF03	Back	Back	1270 $\pm$ 3.23	27
	DRF04	Back	Back	1094 $\pm$ 3.06	31

#### 3.3 팬텀 투과 후 산란선량 측정 결과

TACE 시술과 동일하게 방사선 조사부를 정하고 방사선이 팬텀 투과 후 시술 부위의 선량과 조사야 밖 10cm 거리에서 측정된 산란선량 측정값과 선량저감섬유(DRF)의 종류에 따른 저감효과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 방사선이 팬텀에 투과 후 시술 영역에서 선량 측정값이 750  $\mu\text{Gy}$ 이며 시술 부위 끝 10 cm거리에서 측정한 산란선량 측정값이 327  $\mu\text{Gy}$  이다. 4가지 종류의 선량저감섬유를 사용하였을 때 측정값이 각각 154  $\mu\text{Gy}$ , 132  $\mu\text{Gy}$ , 101  $\mu\text{Gy}$ , 98  $\mu\text{Gy}$  이다. 선량저감섬유(DRF)의 종류에 따라 53 %, 60 %, 69 %, 70 % 저감효과를 나타내었다.

현행 방사선 위험성 평가의 기준이 되는 선량한도는 초과해서 피폭하지 않아야하는 법적 최대 상 한 값으로 방사선 방호에 최적화된 값을 의미하지는 않는다. 뿐만 아니라 관리해야 할 종사자수가 10만 명이 넘는 현재의 상황에서 개인적 측면의 위험성 평가는 선제적인 종사자 보호보다는 단순한 기록 관리를 중심으로 하는 후향적 평가 및 관리에 그칠 수밖에 없었다.[13].

Table 4. Results of measurement of scattering radiation after it penetrated the phantom

Distance	Model	Dosimeter Position	shielding position	Average Dose ( $\mu$ Gy)	Average shielding (%)
10cm	Radiation field	Front	None	750 $\pm$ 1.17	-
	Unshied	Front	None	327 $\pm$ 1.01	-
	DRF01	Front	Front	154 $\pm$ 0.95	53
	DRF02	Front	Front	132 $\pm$ 0.85	60
	DRF03	Front	Front	101 $\pm$ 0.75	69
	DRF04	Front	Front	98 $\pm$ 0.71	70

2009년 발간한 (NCRP)보고서 160에 따르면 2006년 조사에서는 의료방사선의 비율이 현저히 증가하면서 거의 50%에 육박하게 되었다 [14]. 이는 상당 부분 CT검사 건수의 증가로 인한 결과이다. CT 검사는 경우에 따라 1회 스캔으로 끝나는 것이 아니라 조영제 사용 시는 3~4회까지 스캔이 이루어지는 경우도 많아 환자의 피폭 선량 증가에 따른 CT 검사 중 방사선에 민감한 장기 보호를 위한 방사선 차폐 연구가 있다[15]. 방사선에 장시간 노출이 이루어져 방사선 노출이 더 큰 중재적 시술 역시 환자 개인의 피폭량 측정과 저감화 노력이 CT검사보다 더 중요할 수 있으며, 실제로 중재적 시술시 발생한 피부의 손상은 이미 여러 보고서를 통해 문제화 된 바 있다[16]. 현대 의학에 있어서 방사선의 이용이 점차 증가함에 따라 환자 피폭 선량 저감화 및 산란선에 의한 화질 영향연구[17]가 끊임없이 이루어지고 있다. 이러한 산란선의 발생은 환자의 피폭 선량 증가에 기여하며, 의료영상의 진단적 가치를 저하시키므로 지속적인 관리의 대상이 되었다.

TACE 시술등과 같은 혈관 조영술 시 방사선이 조사되는 시술 부위의 차폐는 Angiographic system의 특성인 자동선량조절장치 (AEC: Auto exposure controller 이하 AEC)이 작동하여 피폭 선량을 증가하는 특성상 시술부위의 방사선 차폐재 사용은 불가 하지만, 비 시술 부위의 산란 방사선은 중재적 시술 시 환자나 기계적인 원인으로 발생한다. 발생한 산란 방사선은 치료에 불필요한 방사선으로 환자와 시술자에게 불필요한 피폭 선량을 증가시키는 요인이 되므로 환자 및 시술자의 피폭 선량을 저감하기 위한 비 시술 부위의 산란 방사선을 차폐에 대한 대책으로 선량저감섬유 차폐포의 효과를 연구하게 되었다.

연구에 사용된 선량저감섬유의 재료인 황산바륨 (BaSO<sub>4</sub>)은 인체 및 환경에 대한 무해성과 경제성 그리고 가공성으로도 우수하여 방사선 저감용 섬유의 재료로 사

용하게 되었다.

본 연구에서 이용한 방사선 저감섬유(DRF)의 종류에 따라 납당량이 0.06~0.12mmPb 와 동일한 방사선 차폐 효과를 갖는 것으로(Table 2), 황산바륨(BaSO<sub>4</sub>)의 함량과 코팅 두께에 따라 평균 에너지에 33 keV X선에 대하여 53~80%이며, 평균 에너지가 118 keV일 때 약 17~49 %정도 차폐 효과가 있는 것으로 나타났다. 팬텀을 이용한 실험에서 팬텀 투과 전 산란선량 저감 효과는 선량저감섬유의 종류에 따라 조사야 이외 부위에서 산란선량을 15 ~ 31 % 정도 저감 할 수 있었다. 입사 선량이 팬텀을 투과 하면서 발생하여 시술자의 방사선 피폭을 늘리게 되는 산란선량은 선량저감섬유의 종류에 따라 53 ~ 70 % 정도 저감할 수 있었다.

방사선이 조사되는 영역에서 조사야 밖 10cm 거리에서 측정 된 산란선량 값은 1.745 mGy, 팬텀을 투과 후 시술 부위 밖10cm 거리에서 측정된 산란선량 값은 0.327mGy 이었다. 조사야 내의 입사 선량인 13.36 mGy와 비교하면 많지 않은 선량이지만 반복되는 시술을 진행하는 시술자에게는 확률적 영향과 결정적인 측면에서는 결코 무시 할 수 없는 선량이다.

선량저감섬유의 사용 시 TACE 시술의 경우 대퇴부천자를 통해 카테터의 삽입과 교환 및 색전물질, 항암제등이 주입되는 경로에 선량저감섬유(DRF)가 위치하게 되어 대퇴부 천자 부위를 투시 할 때 혈관조영 장치의 특성인 자동선량조절장치인 AEC가 작동하여 카테터 , 색전물질, 항암제등의 이동경로 추적 시 선량저감섬유(DRF)에 의한 영상의 질에는 변함이 없었다. 대퇴부 천자 부위 투시 시간에만 선량저감섬유(DRF)를 사용 하지 않을 때 보다 선량이 증가하는 한 것을 장비에 부착된 면적선량계로 확인 되었다. TACE 시술 시 평균 투시 시간 17분 중 대퇴부의 투시 시간이 1분미만 으로 TACE 시술의 대부분의 투시 시간은 간 동맥과 같은 시술 부위에 집중이 된다.

TACE 이외 목적인 담관을 바늘로 천자하여 직접 배액관을 삽입하는 피부간경유쓸개관배액술에 (PTBD: Percutaneous transhepatic biliary drainage 이하 PTBD) 같은 다른 중재적 시술에도 유용하게 적용 될 수 있다.

TACE와 같은 중재적 시술 시 시술 부위 이외 비 시술 부위의 산란 방사선을 차폐하는 방법으로 중재적 시술 시 의료 영상화질에는 영향을 주지 않으면서 산란선량을 줄여 환자 피폭 선량을 저감할 수 있으며, 환자의 신체에서 발생한 산란 방사선을 줄여 주어 시술자의 피폭을 줄일 수 있다고 하겠다.

#### 4. 결론

중재적 시술은 같은 신체 부위에 대한 장시간의 방사선 피폭으로 방사선 피폭 피해를 유발할 수 있다. 환자 및 시술자의 선량은 반드시 고려되어야 하며 차폐재를 이용한 적극적인 노력이 필요하다.

본 연구에서 사용된 선량저감섬유(DRF) 차폐포는 TACE 등의 중재적 시술 시 차폐제로 사용하였을 때, 환자에게 조사되는 방사선 중 불필요한 산란선량을 15~31% 정도 저감할 수 있는 것으로 확인되었다. 또한 환자의 신체를 투과한 산란선량을 53~70%를 저감할 수 있어 시술자의 피폭 중 환자로부터 발생하는 산란 방사선에 의한 피폭선량을 저감 시켜 줄 수 있다.

중재적 시술을 포함한 방사선학적 검사에서 본 선량저감섬유(DRF) 차폐포를 활용하여 정상조직을 가려준다면 환자 피폭선량과 시술자의 피폭에 따른 이차 피해 방지에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

#### References

- [1] International commission on radiation protection. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. 2000. Contract No.: ICRP Publication 85
- [2] Kandarpa K, Becker GJ, Hunink MG, McNamara TO, Rundback JH, Trost DW, et al. Transcatheter interventions for the treatment of peripheral atherosclerotic lesions: part 1. *J Vasc Interv Radiol* 12: 683-95. 2001
- [3] Kim TH, Shin JH, Oh SJ, Park IK, Woo CW, Han KH, et al. Inhibition of Neointimal Hyperplasia after Stent Placement with Rhenium 188-filled Balloon Dilatation in a Canine Iliac Artery Model. *J Vasc Interv Radiol* 21: 1066-70. 2010
- [4] Y. H. Seo, J. N. Song. "Analysis of the ESD and DAP According to the Change of the Cine Imaging Condition of Coronary Angiography and Usefulness of SNR and CNR of the Images: Focusing on the Change of Tube Current", *Journal of the Korean Society of Radiology*, 13(3), 37-45. 2019  
DOI :<http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2019.13.3.371>
- [5] International Atomic Energy Agency Radiation Protection of Patients. 10 Pearls: radiation protection of patients in fluoroscopy [Internet]. Vienna: Available From: International Atomic Energy Agency [cited 2011 Nov 18]. Available From:  
<https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/Whitepapers/posterpatient-radiation-protection.pdf>. (accessed Nov. 18, 2011)
- [6] International Atomic Energy Agency Radiation

- Protection of Patients. 10 Pearls: radiation protection of staff in fluoroscopy [Internet]. Vienna: International Atomic Energy Agency [cited 2011 Nov 18].  
<https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/Whitepapers/poster-staff-radiationprotection.pdf>. (accessed Nov. 18, 2011)
- [7] Jung-hoon Kim, Yong-in Cho. "Dose Assessment of the Eye of the Operator in the Field of Angiography and Interventional Radiography", *Journal of the Korean Society of Radiology*, 12(2), 209-217. 2018  
DOI:<https://doi.org/10.7742/jksr.2018.12.2.209>
- [8] J. W. Chung, Korea Food & Drug Administration. Evaluation of patient dose in interventional radiology. Seoul: Korea Food & Drug Administration: 2007.
- [9] Y. H. Kim, J.H. Choi, S. S. Kim, "Study on Patient exposure dose in the Diagnostic radiology," *Radiation Technology Science*, Vol. 28, No. 3, p. 241-248, 2005.
- [10] Hanyang University Nuclear Engineering. "The 2012 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", ICRP Publication 117.
- [11] International commission on radiation protection. "Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures", 2017. Contract No.:ICRP Publication 139
- [12] J. L. Kim, B. W. Kim, S. Y. Chang, j. K. Lee, "Calculations of ISO Narrow and ANSI X-Ray Spectra, Their Average Energies and Conversion Coefficients" *J Korea Asso. Radiat. port* Vol. 20, No. 2, p. 129-136, 1995
- [13] Schauer 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 physicists? *HealthPhys*. 2009;97:1-5.  
DOI: <https://doi.org/10.1097/01.HP.0000356672.44380.b7>
- [14] 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;177:3-11,13-20  
DOI: <https://doi.org/10.2214/ajr.177.1.1770003>
- [15] Y. J. Bae, B. S. Kim, D. Y. Gwon, Y. M. Kim. "Multidimensional Model for Assessing Risks from Occupational Radiation Exposure of Workers", *Journal of the Korean Society of Radiology*, 11(7), 555-564. 2017  
DOI: <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2017.11.7.555>
- [16] J. S. Lee, K. S. Chon. "Reduction of Radiation Exposure Dose of Eyeball and Thyroid for Chest and Abdomen CT Scan", *Journal of the Korean Society of Radiology*, 13(2), 147-151, 2019  
DOI :<http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2019.13.2.147>
- [17] J. K. Park, J. h. Jun, S. W. Yang, K.T. Kim, I. H. Choi, S. S. Kang. "A Study for Effects of Image Quality due to Scatter Ray produced by Increasing of Tube Voltage", *Journal of the Korean Society of Radiology*, 11(7), 663-669. 2017  
DOI: <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2017.11.7.663>

김 용 진(Yong-Jin Kim)

[정회원]



- 2017년 2월 ~ 현재 : 라드텍 코리아 연구소장

<관심분야>

방사선 물리학, 진단 방사선

---

한 상 욱(Sang-Wook Han)

[정회원]



- 1990년 2월 : 서울대학교 의과대학 (의학사)
- 2000년 2월 : 서울대학교 의과대학원 영상의학과 (의학석사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 정병원 영상 의학과 주임과장 / 교육연구부장
- 2017년 6월 ~ 현재 : (주) 메드웬스 대표이사

<관심분야>

진단방사선, 정보통신