

Dose Reduction According to Geometric Parameters of Digital Cerebral Angiography

Chan Woo Park,¹ Pyong Kon Cho^{1,*}

¹Department of Radiological Science, Daegu Catholic University

Received: May 11, 2019. Revised: June 27 2019. Accepted: June 30, 2019

ABSTRACT

This study aims to find geometric parameters that the radiologist can change from time to time to reduce dose in angiography examinations. Depending on the geometric characteristics, the values calculated by effective dose were compared, while filming in fluoroscopy mode and Digital subtraction angiography, respectively. The study found that the lower the dose was in FPS mode, the lower the dose was reduced to 30-40%. Doses according to the X-ray angle were measured highest in AP View and lower as the angle went in the head direction. The greater the FOV, the higher the dose was 1.2-1.6 times, and the closer the distance between the X-ray tube and the table, the greater the dose was about 10%. Source-image intensifier distance (SID) get longer to 100 mm, dose of each fluoroscopy and Digital subtraction angiography increase up to 25-30%. In conclusion, various geometric characteristics in angiography examinations are parameters that can be applied by radiographers as frequently as possible, and appropriate geometric properties can be considered and applied in various situations, resulting in appropriate dose reduction.

Keywords: Digital angiography, Dose reduction, Fluoroscopy, Digital subtraction angiography

I. INTRODUCTION

진단 의료영역에서 방사선은 발생하는 손해보다 사용함으로써 얻는 이득이 크기 때문에 널리 사용되지만, 신체적 피해가 대부분 즉각적이지 않아 의료진을 포함한 방사선 관련 종사자나 일반인들에게도 피해에 대한 위해성이 과소평가되기도 한다.^[1] 혈관 조영실은 방사선 검사 및 중재적 기술이 다양해지고 복잡해짐으로 인하여 방사선의 사용량이 증가하고 이는 환자 및 의료진에게 피폭선량의 증가를 예상할 수 있다.^[2] 최근 방사선 의료에서 중재적 기술이 전문화되어가고 적용 범위가 꾸준히 확대되면서 그에 따라 중재적 기술의 증가율이 해마다 10-20%를 보인다.^[3] 혈관 조영 검사는 투시 시간이 길고 많은 연속촬영 하에 진단과 치료가 동시에 이루어지기 때문에 환자 및 의료진은 높은 선량을 받게 된다.^[4] 또한 방사선 관계종사자 근무 분야 별 방사선 피폭도 혈관 조영실에서 가장 많은 것으

로 보고되었다.^[5] 이와 관련해서 식품 의약품 안전처 (Ministry of Food and Drug Safety, MFDS)와 국제 방사선 방호 위원회(International Commission on Radiological protection, ICRP), 국제 원자력 기구(International Atomic Energy Agency, IAEA) 등의 방사선 안전 전문기관에서는 혈관검사 시 발생하는 피폭선량을 최소화하는 방법으로 검사시간을 줄이는 것 이외 몇 가지 대안을 제시하였다. 그 내용은 X선관과 환자 사이의 거리를 최대화하며, 투시 검사시간 관리와 선량률 제한, 불필요한 영상 획득 제한, 낮은 프레임 사용 등의 내용이었다.^[6-8] 실제로 이러한 방법들은 선량 감소에 효과적이고 간단하게 기기적, 절차적 수단들이 기술의 진행을 방해하지 않고 환자가 받는 선량을 줄일 수 있으며, 기술자의 선량도 줄일 수 있는 것으로 나타났다.^[9] 하지만 이러한 선량 감소 방법은 중재적 기술 과정에서 상시 적용할 수 있는 상황이 아니라 변화가 잦은 진단과 치료 상황에 따라 가변적이고, 의료진이 변화하는 상황

* Corresponding Author: Pyong-Kon Cho

E-mail: jjjpkcho@cu.ac.kr

Tel: +82-53-850-2523

에 따라 적절한 선량 감소 방법을 적용하지 못하는 경우도 발생한다. 또한, 의료진이 조절 가능한 요인에 대해 명확히 인지하지 못하거나 안일하게 간과하는 일도 있을 수 있다. 적절하지 않은 방사선 장비 조작이나 선량 감소 조치를 무시한 채 검사가 진행되고 이와 같은 과정이 누적된다면 환자에게 노출되는 방사선의 양이 증가할 수 있고, 시술자뿐만 아니라 검사실 안에서 같이 근무하는 다른 의료진들도 함께 피폭량이 증가할 수 있다. 따라서 의료진은 두개부 진단 검사 및 시술 과정에 노출되는 선량에 대해서 많은 관심을 가져야 하고 적절한 방법을 적용하여 선량을 감소해야 한다.

본 연구는 두개부 혈관검사 시 투시 촬영으로 노출되는 방사선량에 관하여 의료진이 수시로 변화시켜 조절할 수 있는 기하학적 특성들의 매개변수에 대해 알아보고, 각 특성에 따른 선량 감소 효과를 확인하여 검사 시 환자 및 의료진에 노출되는 선량을 기술적으로 감소시키는 방안을 제시하고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 실험 장비 및 설계

본 실험은 3차원 디지털 혈관 촬영 장치(Allura Xprer FD 20/15 biplane, Philips, Netherland)를 사용하였고, 기하학적 특성(X선관, 환자 테이블, 검출기 또는 환자 등)들에 따라 각각 투시 촬영(fluoroscopy)과 디지털 감산 촬영(Digital subtraction angiography, DAS) 시행하였다. X선관과 평판형 검출기(flat panel detector)와의 거리는 기본적으로 1200 mm이고, 평판형 검출기(flat panel detector)의 대각선 길이는 420 mm이었다. 관전류, 관전압, 조사 시간 등의 실제 조사되는 조건은 자동 노출 제어장치(automatic exposure control, AEC)를 사용하였고, 관전압 설정 범위는 70~125 kV이었다. 여과 장치(filtration)는 기본적으로 0.1 mmAl과 1.0 mmCu가 장착되었고 정면 X선관과 측면 X선관이 동시에 적용될 때는 여과 장치가 적용되지 않았다. 선택적 투시에 사용되는 여과는 시간당 프레임 수(frame per second, FPS)에 따라 구분되며 Table 1과 같다.

이는 실험 장비 모델인 X-per management Tool로써 8.2.17 Build의 공장 출하 기본 세팅과 같다. 촬영은 인체 모형 팬텀(anthropomorphic phantom, KYOTO KAGAKU, PBU-50, JAPAN)의 머리 부분을 사용하여 촬영대 위에 올려놓고, 기하학적 특성에 따라 조절 가능한 인자를 변화시키며 촬영하였으며 Fig. 1과 같다. 각 인자에 대해 5회 반복 측정하고 측정값에 대한 평균을 계산하여 신뢰도를 높였다.

Table 1. Prefilter Selective of FPS mode

FPS mode	Fluoroscopy	Exposure
Cerebral 2FPS	1.0 mmAl+0.4 mmCu	0.1 mmAl+1.0 mmCu
Cerebral 3FPS	1.0 mmAl+0.4 mmCu	0.1 mmAl+1.0 mmCu
Cerebral 4FPS	1.0 mmAl+0.4 mmCu	Non-filter
Cerebral 6FPS	Non-filter	Non-filter



Fig. 1. Philips Allura Xpre FD 20/15 and phantom.

2. 선량의 측정

선량 측정은 장비에 내장된 면적 선량계(dose area product meter)를 통해 모니터에 표기되는 면적-선량 곱(dose area product, DAP) 값과 함께 공기 커마(air kerma, AK)를 이용하였다. DAP와 AK는 장비에 내장된 Ionization chamber(전리함)를 통해서 얻어지며, 자체 소프트웨어에서 자동으로 계산되어진다. DAP 값은 유효 선량으로 전환할 수 있는데, 본 연구에서는 DAP 값에 유효 선량 전환계수 0.20 mSv/Gy · cm²를 곱하여 계산한 Eq. (1)을 사용하였다.^[10-12]

$$E(\text{mSv}) = \text{DAP}(\text{Gy} \cdot \text{cm}^2) \times \text{CCdap}(0.2 \text{ mSv/Gy} \cdot \text{cm}^2) \quad (1)$$

CCdap : 유효선량 전환계수(0.2 mSv/Gy · cm²)

3. 기하학적 특성 실험

3.1 시간당 프레임 수

(frame per second, FPS mode) 설정

실험 대상 장치의 FPS mode 종류는 Cerebral 2 FPS, Cerebral 3 FPS, Cerebral 4 FPS, Cerebral 6 FPS 등이 있으며, 각각의 FPS mode 변화에 따라 Frontal arm은 SID 1200 mm FD 420 mm, Lateral arm은 SID 1300 mm FD 390 mm로 설정하여 팬텀에 수직 입사하였다. Cerebral 2 FPS는 초당 2 프레임의 촬영을 뜻하며, 촬영은 투시 촬영(fluoroscopy)과 디지털 감산 촬영(Digital subtraction angiography)으로 구분하여 각각 5초 동안 촬영하여 선량을 비교하였다.

3.2 X선관 각도(tube angulation) 변화

FPS는 Cerebral 4 FPS mode를 기본으로 설정하여, 팬텀을 테이블에 올려놓고 촬영하였다. 촬영 각도는 Under tube 수직입사(AP View), AP+Cranial 20°, AP+Cranial 30°, RAO 30°, LAO 30°로 설정하였다. 각 방향 위치에서 5초간 투시 촬영과 디지털 감산 촬영을 시행하였다.

3.3 투시 시야(field of view, FOV) 조절

FOV는 조정기에서 사용 가능한 FOV 확대 기능을 이용하여 화면 영역에 해당하는 대각선 길이가 Frontal arm은 420 mm, 370 mm, 320 mm로 변화하고 Lateral arm은 390 mm, 370 mm, 310 mm로 변화하며 투시 촬영 및 디지털 감산 촬영을 각각 5초간 시행하였다. 인체 팬텀을 중앙에 위치하여 tube에서 수직 촬영하였다.

3.4 X선관과 테이블 거리 조절

(Table - X ray tube distance)

SID는 1000 mm 로 고정된 채 X선관으로부터 상방 660 mm 되는 지점(reference point)을 기준으로 정하였다. 이는 국제 전기기술 위원회(international Electronical Commission IEC) 기술 문서번호 60601-2-43의 근거로 선량 측정을 위해 정한 지점이다. 테

이블을 상방 또는 하방으로 이동하여 reference point 상방과 하방 100 mm 되는 지점에서 투시 촬영 및 디지털 감산 촬영을 각각 5초간 시행하였다.

3.5 X선관과 평판형 검출기 거리 조절

(X ray tube - flat panel detector distance)

인체 팬텀을 테이블 중앙에 위치하여 Under tube 수직 방향으로 촬영하였고, 평판형 검출기의 거리를 50~200 mm까지 50 mm 단위로 조절하며 촬영하였다. 각각의 거리에서 투시 촬영 및 디지털 감산 촬영을 5초간 시행하며 선량을 측정하였다.

III. RESULT

1. FPS mode에 따른 선량

Cerebral 6 FPS mode에 Frontal arm과 Lateral arm의 유효 선량 1.0을 기준으로 하였을 때, Digital subtraction angiography에서 Cerebral 2 FPS mode의 Frontal arm과 Lateral arm의 유효 선량은 각각 0.55, 0.56으로 시간당 프레임 수가 적을수록 유효 선량은 30-40% 감소하였다. Fluoroscopy mode와 Digital subtraction angiography에 따른 유효 선량은 Cerebral 6 FPS mode에서 Digital subtraction angiography가 약 25배 높았으며 Table 2, 3과 같다.

2. X선관 각도에 따른 선량

X선관 각도에 따른 선량은 AP 방향에서의 유효 선량 1.0을 기준으로 하였을 때, Digital subtraction angiography에서 AP+Cranial 20°에서의 유효 선량은 0.98, AP+Cranial 30°에서의 유효 선량은 0.95로 Cranial 각도의 정도에 따라 선량이 감소하였고, LAO에서의 유효 선량은 0.93이고 RAO에서의 유효 선량은 0.75로 유효 선량이 가장 낮게 나타났고 Table 4와 같다.

3. 투시 시야(FOV) 변화에 따른 선량

Frontal arm 420", Lateral arm 390"에서의 유효 선량을 기준으로 하면 FOV가 370" 310"으로 확대하게 되면 Fluoroscopy mode와 Digital subtraction angiography에서 모두 선량의 큰 차이가 없었다. 진단 방사선 영역에서 흡수 선량에 해당하는 AK는

각각 24.42 mGy에서 39.36 mGy로, 14.96 mGy에서 21.14 mGy로 증가하였고 Table 5, 6과 같다. 이는 SID의 변화 없이 FOV만 변화하게 된다면 DAP는 일정한 값을 나타내거나 줄어 들고, AK는 FOV가 확대될수록 선량도 증가한다는 것을 알 수 있다.

4. X선관과 테이블의 거리 변화에 따른 선량

테이블과 X선관의 거리에 따른 선량은 Reference point의 유효 선량 1.0을 기준으로 하였을 때, Digital subtraction angiography에서, point로부터 X선관에서 100 mm 멀어질수록 유효 선량이 약 10% 감소하였고 X선관 방향으로 100 mm 가까워질수록 유효 선

량이 약 10% 증가하였고, Table 7과 같다.

5. X선관과 평판형 검출기의 거리 변화에 따른 선량

X선관과 평판형 검출기의 거리 변화에 따른 선량은 SID 1200 mm의 유효 선량 1.0을 기준으로 하였을 때, SID가 1150 m, 1050 m로 가까워질수록 선량이 각각 1.26, 1.62배로 감소하였다. Fluoroscopy mode에서는 큰 차이가 없었고 Digital subtraction angiography에서 SID가 100 mm 가까워질수록 선량이 20-30% 감소하였고 Table 8과 같다.

Table 2. Effective dose comparison of frontal tube according to FPS mode

FPS mode	Fluoroscopy				Digital subtraction angiography			
	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds
cerebral 2FPS	1.19	226	0.045	0.93	20.83	3420	0.684	0.55
cerebral 3FPS	1.27	230	0.046	0.95	23.57	4125	0.825	0.66
cerebral 4FPS	1.30	231	0.046	0.95	29.89	4685	0.937	0.75
cerebral 6FPS	1.34	240	0.048	1.00	37.03	6187	1.237	1.00

Table 3. Effective dose comparison of lateral tube according to FPS mode.

FPS mode	Fluoroscopy				Digital subtraction angiography			
	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds
cerebral 2FPS	0.72	145	0.029	0.87	10.81	2305	0.461	0.56
cerebral 3FPS	0.76	152	0.030	0.90	11.91	2751	0.550	0.66
cerebral 4FPS	0.77	153	0.031	0.93	13.13	3100	0.620	0.75
cerebral 6FPS	0.83	163	0.033	1.00	20.9	4141	0.828	1.00

Table 4. Effective dose comparison of according to tube angulation.

FPS mode	Fluoroscopy				Digital subtraction angiography			
	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds
Direct AP	1.33	285	0.057	1.00	4.036	8615	1.723	1.00
AP+Cranial20°	1.31	271	0.054	0.95	38.40	8409	1.682	0.98
AP+Cranial30°	1.29	255	0.051	0.90	37.45	8201	1.640	0.95
RAO 30°	0.95	208	0.041	0.72	29.44	6447	1.289	0.75
LAO 30°	1.17	241	0.048	0.84	36.77	8053	1.611	0.93

Table 5. Effective dose comparison of frontal tube according to FOV.

FOV (mm)	Fluoroscopy				Digital subtraction angiography			
	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds
420	1.21	232	0.046	1.00	24.42	5041	1.008	1.00
390	1.39	243	0.048	1.04	27.25	4887	0.977	0.97
370	1.68	217	0.043	0.93	39.36	5015	1.003	1.00

Table 6. Effective dose comparison of lateral tube according to FOV.

FOV (mm)	Fluoroscopy				Digital subtraction angiography			
	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds
390	0.82	144	0.029	1.00	14.96	2621	0.524	1.00
370	0.87	140	0.028	0.97	16.59	2641	0.528	1.00
310	1.00	140	0.028	0.97	21.14	2638	0.527	1.00

Table 7. Effective dose comparison of according to source-table distance.

source-table distance (mm)	Fluoroscopy				Digital subtraction angiography			
	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds
- 100	1.29	276	0.055	1.01	38.78	10542	2.108	1.12
0 (reference point)	1.26	269	0.054	1.00	34.68	9425	1.885	1.00
+ 100	1.19	255	0.051	0.94	31.59	8544	1.708	0.91

Table 8. Effective dose comparison of according to source-image intensifier distance(SID).

SID (m)	Fluoroscopy				Digital subtraction angiography			
	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds	AK(mGy)	DAP(mGycm ²)	Effective dose(mSv)	odds
1200	1.21	269	0.054	1.00	25.78	6937	1.387	1.00
1150	1.19	264	0.053	0.98	24.09	5502	1.100	0.79
1100	1.11	260	0.052	0.96	21.93	4962	0.992	0.72
1050	0.95	250	0.050	0.93	19.13	4277	0.855	0.62

IV. DISCUSSION

DAP는 선량을 직접적으로 측정하는 것이 아니라 선추의 단면적과 AK를 나타내는 것으로 후방 산란계수 및 X선 관의 KVp 변화를 종합하여 선량으로 표시한다. DAP는 방사선 조사 방향이 지속해서 변화하고, 불규칙한 혈관 조영 검사에서는 유효 선량을 평가하는데 있어 표면 입사선량보다 신뢰

성이 높다.^[13]

FPS는 초당 몇 장의 정지 영상(still image)을 보여주느냐의 의미이며, 정지 영상이 여러 장 연속적으로 보임으로써 하나의 연결된 영상으로 나타나게 된다. 따라서 FPS가 높을수록 영상이 자연스럽게 나타난다. 혈관 조영장치에서 시간당 FPS가 반으로 줄어들게 된다면, 선량 감소 효과가 50%로 기대할 수 있지만 관전류가 증가하기 때문에 실제 감

소되는 선량은 약 30% 정도가 된다.^[14] 본 연구에서 이용된 장치는 6 FPS 에서 3 FPS, 2 FPS로 줄어들수록 선량은 약 30%, 40%로 감소하였다. 따라서 2 FPS를 적극적으로 이용하는 것이 선량 감소 효과에 도움이 된다. 시간당 프레임 수가 적어지게 되면 화질이 다소 떨어질 수 있으나 육안으로 판단하기에 시술 과정에 지장을 주는 정도는 아니었다. 하지만 미세한 부위를 보고자 한다면 화질이 떨어질 수 있으므로 진단과 시술 과정에 지장을 주지 않는 한 최소의 프레임을 설정하는 것이 요구된다.^[16]

머리뼈는 뇌머리뼈와 얼굴머리뼈의 부분으로 이루어져 있으며 뇌머리뼈는 뇌를 보호하는 역할을 한다.^[15] 이러한 해부학적 구조 때문에 X선관의 각도에 따라 뇌머리뼈가 포함되는 정도 차이가 있다. 이는 동일한 시간으로 투시 조영을 한다면, 밀도가 높은 얼굴뼈가 많이 포함된 AP View에서 더 많은 양의 방사선이 피부에 조사된다는 의미이다. 본 연구에서 AP view 수직 촬영에서 유효선량이 가장 높았고 Cranial 30° 에서 유효선량이 5% 낮게 나타났고 RAO view, LAO view에서도 유효선량이 낮게 나타난 이유도 동일한 맥락인 것으로 판단된다.

영상을 확대하면 단위 면적당 방사선의 수가 감소하고 이에 따라 영상의 밝기가 감소하게 된다. 이를 자동으로 보정하기 위해 자동 노출 제어장치 (automatic exposure control, AEC)를 사용하면 보다 높은 관전류를 동원하여 영상을 획득하게 된다. 즉 FOV를 12 inch에서 9 inch로 감소시켜 영상을 확대한다면, 상대 입사선량이 약 2배 증가하게 된다.^[17] 본 연구에서도 FOV에 의한 영상이 420 mm에서 370 mm로, 390 mm에서 310 mm로 확대되었을 때 각각 선량은 약 1.6배, 1.4배 정도 증가되었기 때문에 혈관 조영 촬영 시마다 불필요한 영상 확대를 하지 않는 것이 선량 감소에 효과적이다.

투시 촬영 시 선량 감소를 위해 변화시킬 수 있는 기하학적 특성들 중에서 X선관과 평판형 검출기의 거리, X선관과 테이블의 거리가 중요한 부분을 차지한다. 대부분의 혈관 조영장치는 X선관과 평판형 검출기의 거리가 고정되어있지 않고 조절이 가능하다. 따라서 X선관과 테이블의 사이를 가

깝게 하거나 테이블과 평판형 검출기의 거리가 멀어지게 되면 영상이 확대되고, 흐려짐 현상이 증가하게 된다. 환자와 선관의 거리가 반으로 줄어들 때마다 입사선량의 강도는 4배씩 증가하며 영상 수용체와 테이블의 거리가 반으로 줄어들 때마다 입사선량의 강도는 같은 영상의 화질을 구현하기 위해 반으로 감소하게 된다.^[17] 본 연구에서도 X선관과 평판형 검출기의 거리가 100 mm 멀어질수록 선량은 20-30% 증가하였고, X선관과 테이블이 100 mm 가까워질수록 선량은 10% 증가하였다. 따라서 혈관 조영 촬영 시마다 가변적인 거리를 실시간으로 조절하여 테이블과 평판형 검출기의 거리와 X선관과 평판형 검출기의 간격을 최대한 가까이하는 것이 실무자에게 요구된다.

본 연구의 제한점은 실무자가 선량 감소를 위해 조절 가능하다고 판단되는 요인만 확인하였고, 장비에 따라 여과 기능의 설정 값 변경 등의 기기적인 측면에서도 선량 감소를 위한 방안이 더 있을 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 팬텀 평가로만 이루어졌고 1대의 실험 장비를 사용하였기 때문에 본 연구의 선량 감소율을 혈관 조영장비 전체에 적용하기에는 다소 무리가 있다. 그럼에도 불구하고 조절 가능한 기하학적 특성들의 매개변수를 실무자가 변화하여 선량을 감소시킬 수 있음을 확인하였고, 이러한 특성을 올바르게 숙지한 후 검사가 진행될 경우 환자 및 의료진에 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

V. CONCLUSION

혈관 조영장치의 기하학적 특성에 따른 선량 변화 연구 결과에서 각 특성들을 변화시킴에 따라 충분히 선량 감소 효과를 얻을 수 있었다. FPS mode를 낮게 설정할수록 선량이 약 40% 감소하였고, X선관 각도에 따른 선량은 AP view에서 가장 높게 측정되었다. FOV를 확대할수록 선량이 1.2-1.6배 증가하였고, X선관과 평판형 검출기의 거리가 100 mm 멀어질수록 선량은 20-30% 증가하였고 X선관과 테이블 거리가 100 mm 가까워질수록 선량은 10% 증가하였다. 따라서 혈관 조영장치의 기하학적 특성에 따른 선량 감소 효과를 충분히 숙지한

상태에서 검사 시 적절히 이용한다면, 환자 및 의료진의 선량 감소에도 기여할 것이다.

Reference

- [1] W. K. Jeong. "Radiation exposure and its reduction in the fluoroscopic examination and fluoroscopy-guided interventional radiology," *Journal of the Korean Medical Association*, Vol. 54, No. 12, pp. 1269-1276, 2011.
- [2] J. H. Han. "Reference Levels for Radiation Dose in Angiography and interventional radiology : In the Cerebrum," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 11, No. 3, pp. 302-308, 2011.
- [3] J. Persliden. "Patient and staff doses in interventional X-ray procedures in Sweden," *Radiation protection Dosimetry*. Vol. 114, No. 1, pp. 150-157, 2005.
- [4] E. Vano, J. Goicolea, C. Galvan, et al. "Skin radiation injuries in patients following repeated coronary angioplasty procedures," *The British Journal of Radiology*, Vol. 74, No. 887, pp. 1023-1054, 2001.
- [5] C. H. Yoon, S. H. Yoon, J. G. Choi. "Radiation Exposure According to Radiation Technologist' Working Departments," *Journal of Korean Society of radiological technology*, Vol. 31, No. 3, pp. 217-222, 2008
- [6] International Commission on Radiological Protection, 2000b. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures, ICRP Publication 85.
- [7] Interventional Atomic Energy Agency Radiation Protection of Patients. 10 Pearls: radiation protection of patients in fluoroscopy, Vienna IAEA, 2013.
- [8] KFDA, Radiation Safety Management Series No. 11: Radiation defense guidelines under interventional radiation procedures, 2006.
- [9] E. Vano, L. Gonzalez, E. Guibelalde, et al. "Radiation exposure to medical staff in interventional and cardiac radiology," *The British Journal of Radiology*, Vol. 71, No. 849, pp. 954-1014, 1998.
- [10] S. Y. Lee, H. S. Lim, M. S. Han. "The Evaluation of Patients' Radiation Dose During TACE of Interventional Radiology," *Journal of Korean Society of radiological technology*, Vol. 34, No. 3, pp. 209-214, 2011.
- [11] J. P. Wade. "Estimation of effective dose in diagnostic radiology from entrance surface dose and dose-area product measurements," *The British Journal of Radiology*, Vol. 71, No. 849, pp.994-999, 1998.
- [12] Ayad. M. "Risk assessment of an ionizing-radiation enrgy in diagnostic radiology," *Applied Energy*, Vol. 65, No. 1, pp. 321-328, 1999.
- [13] J. C. Le. Heron. "Estimation of effective dose to the patient during medical X-ray examinations from measurements of the dose-area product," *Physics in medicine and Biology*. Vol. 37, No. 11, 1992.
- [14] Mahesh. M. "The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents, Fluoroscopy: Paient Radiation Exposure Issues," *Radiographics :a review publication of the Radiological Society of North America*, Vol. 21, No. 4, pp. 1033-1046, 2001.
- [15] B. Y. Choi. "Group Analysis Using the Metric Measurements of Korean skulls," *Korean Association of Physical Anthropologists*. Vol. 14, No 3, pp. 207-215, 2001.

두개부 혈관 조영검사 시 기하학적 특성에 따른 선량 감소 방안

박찬우,¹ 조평곤^{1,*}

¹대구가톨릭대학교 방사선학과

요 약

본 연구의 목적은 디지털 혈관 조영 촬영장치를 이용한 검사 시 X선관, 환자 테이블, 검출기 또는 환자 등의 기하학적 특성에 따라 실무자가 수시로 변화시켜 적용할 수 있는 매개변수에 대해 알아보고 이에 따른 환자 및 의료진의 방사선 피폭선량을 감소시키는 방안에 대해 알아보하고자 하였다. 기하학적 특성들에 따라 각각 fluoroscopy mode와 Digital subtraction angiography로 촬영하고 유효 선량으로 환산한 값을 비교하였다. 연구결과 FPS mode에 따른 선량은 FPS mode를 낮게 설정할수록 선량이 30-40%까지 감소하였다. X선관 각도에 따른 선량은 AP View에서 가장 높게 측정되었고 머리 방향으로 각도가 들어갈수록 선량이 낮게 측정되었다. FOV가 확대될수록 선량이 1.2-1.6배 증가하였고 X선관과 테이블의 거리가 가까워질수록 약 10% 증가하였다. X선관과 평판형 검출기의 거리가 100 mm 멀어질수록 선량이 20-30% 증가하였다. 결론적으로 혈관 조영검사 시 다양한 기하학적 특성들은 실무자가 수시로 변화시켜 적용할 수 있는 매개변수이며 다양한 상황에서 적합한 기하학적 특성들을 고려하여 적용함으로써 적절한 선량 감소 효과를 기대할 수 있다.

중심단어: 디지털 혈관 조영 장치, 선량 감소, fluoroscopy, Digital subtraction angiography

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	박찬우	대구가톨릭대학교 방사선학과 특수대학원	대학원생
(교신저자)	조평곤	대구가톨릭대학교 방사선학과	교수