

<원저>

심장동맥 조영 검사 시 검사 조건에 따른 환자 선량 평가

조용인

부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과

Evaluation of Radiation Dose to Patients according to the Examination Conditions in Coronary Angiography

Yong-In Cho

Department of Radiological Science, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

Abstract This study analyzed imaging conditions and exposure index through clinical information collection and dose calculation programs in coronary angiography examinations. Through this, we aim to analyze the effective dose according to examination conditions and provide basic data for dose optimization. In this study, ALARA(As Low As Reasonably Achievable)-F(Fluoroscopy), a program for evaluating the radiation dose of patients and the collected clinical data, was used. First, analysis of imaging conditions and exposure index was performed based on the data of the dose report generated after coronary angiography. Second, after evaluating organ dose according to 9 imaging directions during coronary angiography, with the LAO fixed at 30° & Cranial 30°, dose evaluation was performed according to tube voltage, tube current, number of frames, focus-skin distance, and field size. Third, the effective dose for each organ was calculated according to the tissue weighting factors presented in ICRP(International Commission on Radiological Protection) recommendations. As a result, the average sum of air kerma during coronary angiography was evaluated as 234.0±112.1 mGy, the dose-area product was 25.9±13.0 Gy·cm², and the total fluoroscopy time was 2.5±2.0 min. Also, the organ dose tended to increase as the tube voltage, milliamperere-second, number of frames, and irradiation range increased, whereas the organ dose decreased as the FSD increased. Therefore, medical radiation exposure to patients can be reduced by selecting the optimal tube voltage and field size during coronary angiography, maximizing the focal-skin distance, using the lowest tube current possible, and reducing the number of frames.

Key Words: Coronary angiography(CAG), Organ dose, Effective dose, Dose calculation program, Diagnostic reference level(DRL)

중심 단어: 심장동맥 조영술, 장기선량, 유효선량, 선량계산 프로그램, 진단참고수준

1. 서론

국내 허혈성 심장질환의 발병 빈도는 2018년에 약 91만 명에서 2021년에는 약 100만 명으로 약 10% 증가하였다[1]. 이와 같은 심장질환은 심인성 급사의 원인이 될 수 있으므로 조기 진단이 매우 중요하다. 이를 검사하기 위한 방법은 심장 자기공명영상(Coronary Magnetic Resonance Imaging, CMRI), 심장전산화단층촬영(Cardiac Computed Tomographic

Angiography, OCTA), 심장동맥 조영술(Coronary Angiography, CAG)등이 있다[2].

그 중 심장동맥 조영 검사는 관상 동맥 질환을 진단하고 치료방침을 결정하는 데 있어서 현재까지 가장 정확한 검사로 알려져 있다[3]. 이는 넙다리동맥(Femoral artery) 또는 노동맥(Radial artery)을 천자하여 카테터를 삽입한 후 방사선 투시 하에 조영제를 주입하여 혈관의 구조적인 이상 유무를 진단할 수 있다. 수술적 방법에 비해 비침습적이고

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSTI) (No. RS-2023-00210036)

Corresponding author: Yong In Cho, Department of Radiological Science, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan, 57, Oryundae-ro, Geumjeong-gu, Busan, 46252, Republic of Korea / Tel: +82-51-510-0571 / E-mail: yicho@cup.ac.kr

Received 10 October 2023; Revised 20 October 2023; Accepted 5 November 2023

Copyright ©2023 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

합병증이나 감염의 발생을 방지할 수 있으며, 질환 발견 시 즉시 중재적 시술을 시행할 수 있다는 장점이 있다[4]. 그러나 실시간 투시 하에 검사 및 중재적 시술이 이루어지므로 시술자 및 환자는 불가피한 방사선 피폭이 수반된다.

국내 의료 방사선에 의한 국민 1인당 유효선량은 2019년 기준 약 2.42 mSv으로 2016년 1.96 mSv에 비해 약 23% 증가하였다[5]. 이처럼 의료 방사선에 의한 국민의 연간 평균 유효선량은 매년 증가 추세에 있으며, 이에 따라 의료기관 별 환자 선량 관리를 위한 노력이 필요하다.

과거 국제방사선방호위원회(ICRP)는 의료영상을 목적으로 시행하는 방사선 검사에 대해서는 환자 선량 최적화를 위해 각 국가의 실정에 맞게 진단참고수준(Diagnostic Reference Level, DRL)을 적용하도록 권고하였다[6]. 진단참고수준은 방사선 진단 검사 시 환자의 방사선량을 측정하고 평가하여 진단에 참고할 수 있도록 권고하는 수치로서, 사용 빈도가 높고 정기적인 검사에 대하여 설정한다[7].

이에 따라 국내에서도 중재적 시술 중 시술 빈도가 높은 시술 11가지를 대상으로 진단참고수준 가이드라인을 제시하고 있다. 하지만, 본 가이드라인 내용에는 심장동맥 조영 검사 및 중재적 시술에 대한 진단참고수준에 대한 자료는 미비한 실정이다[8]. 과거 심장동맥 조영 검사에 관한 연구에 따르면, 검사 대상 환자의 증상이나 체형, 성별, 촬영 장치의 조건, 시술자의 경력 등에 따라 환자가 받는 피폭선량은 광범위한 분포를 나타낸다고 보고하고 있다[9]. 또한 매년 심장동맥 조영 검사 및 중재적 시술 빈도가 증가함에 따라 국내 DRL 설정을 통한 환자 선량에 대한 최적화 방안이 필요하다.

이에 본 연구에서는 첫째, 심장동맥 조영 검사 시 실제 임상 정보 수집을 통한 검사 조건 및 노출 지수를 분석하고, 둘째, 방사선량 계산 프로그램을 이용하여 심장동맥 조영 검사 시 검사 조건에 따른 장기선량 및 유효선량을 산정하고자 한다. 이를 통해 심장동맥 조영 및 중재적 시술 분야에서의 체계적인 환자 선량 관리를 위한 기초자료로 제시하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 심장동맥 조영 검사를 시행한 환자 선량 평가

의료기관 내 심장동맥 조영 검사를 시행한 환자 선량을 평가하고자 2023년 2월~2023년 4월까지 S병원에서 심장동맥 조영 검사를 시행한 69명의 환자 보고서를 수집하였

다. 사용된 검사 장치는 Trinias C8(SHIMADZU, single plane)장치를 이용하였으며, 검사 조건은 자동노출조정(Auto exposure control, AEC) 장치를 통해 가변적으로 적용되었고, 필터는 기본적으로 고유필터 1.5 mmAl, 부가필터 0.3 mmCu가 사용되었다. 심장동맥 조영 검사 후 각 환자 별 생성되는 선량 보고서에는 검사 방향 및 각도에 따른 관전압, 관전류, 조사시간, 선원-검출기 거리(Source to image receptor distance, SID), 공기커마(Air kerma, AK), 선량면적곱(Dose area product, DAP), 투시시간(Fluoroscopy time, FT) 등의 정보가 기재된다. 생성된 선량 보고서를 토대로 검사 조건 및 노출 지수에 대해 분석하였다.

2. 심장동맥 조영 검사 시 방사선량 계산 프로그램을 이용한 환자 선량 평가

본 연구는 Fig. 1과 같이 질병관리청에서 배포하고 있는 중재적 시술 및 투시 검사 시 환자 방사선량 계산 프로그램인 ALARA-F(경희대학교, ALhPS)를 이용하여 연구를 수행하였다[10]. ALARA-F 프로그램은 다양한 투시검사 및 중재적 시술 검사 시 촬영방향, 검사범위, 관전압(kVp), 관전류(mA), 투시시간(Fluoroscopy time, FT), 고유필터 및 부가필터(Filtration), 초점-표면간 거리(Focus-skin distance, FSD), 조사범위(Field size) 등의 조건 입력을 통해 입사공기 커마(Entrance air kerma, EAK)와 선량면적곱(Dose area product, DAP)의 계산이 가능하다. 또한 ICRP 60, 103 권고에서 제시하는 조직중계수(Tissue weighting factor) 선택을 통해 투시검사 및 중재시술 시 성별(남성 : 175 cm, 73 kg, 여성 : 164 cm, 60 kg)에 따라 노출되는 장기선량과 유효선량을 계산할 수 있다.

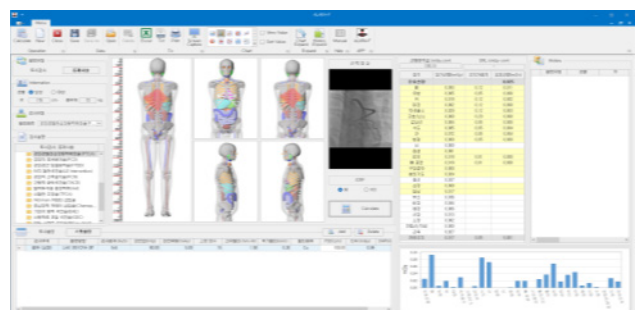


Fig. 1. Dose calculation program(ALARA-F)

- 1) 심장동맥 조영 검사 시 촬영 조건에 따른 장기선량 평가
심장동맥 조영 검사 시 환자의 장기선량 평가를 위해 기존 연구를 참조하여 관전압 80 kVp, 관전류량 5 mAs, 15

Frame/s, 초점-표면간 거리 100 cm로 설정하였다[13]. 검사 조건에 따른 장기선량 평가를 수행하고자 ALARA-F 프로그램을 이용하여 중재적 시술 중 경피경혈관심장동맥확장술(Percutaneous transluminal coronary angioplasty, PTCA)을 선택한 후 기준 조건을 입력하였다.

첫째, 심장동맥 조영 검사 시 검사 방향에 따른 환자의 장기선량을 평가하고자 일반적으로 많이 시행되는 LAO 30° & Cranial 30°, LAO 30° & Caudal 30°, RAO 30° & Cranial 30°, RAO 30° & Caudal 30°에 추가적으로 프로그램에서 지원하는 PA, LAO 30°, RAO 30°, Caudal 30°, Cranial 30°를 더해 총 9개의 방향으로 세분화하여 선량 평가를 수행하였다.

둘째, 심장동맥 조영 검사 시 검사 조건 변화에 따른 장기선량을 평가하고자 임상적으로 많이 시행되고 있는 LAO Cranial view 30°로 고정된 상태에서 관전압, 관전류량, 프레임 수(Frame Number), 초점-표면간 거리, 조사범위에 따른 장기선량을 평가하였다. 검사 조건 중 한 가지 변수를 변화할 때 나머지 인자는 기준 조건과 동일한 값으로 고정한 상태에서 변화 정도를 분석하였다.

2) 국제방사선방호위원회 권고에 따른 환자의 유효선량 평가

심장동맥 조영 검사 시 노출되는 장기선량에 대한 인체의 위해도를 평가하기 위해, ICRP 60, 103 권고에서 제시한 조

직하중계수에 따른 인체 장기별 유효선량을 산정하였다.

III. 결과

1. 심장동맥 조영 검사 시행 환자의 선량 보고서 평가

심장동맥 조영 검사를 시행한 환자의 선량 보고서 자료를 통해 검사 각도, 검사 조건(관전압, 관전류, 조사시간, SID) 분포에 대해 분류한 결과는 Table 1과 같다. 심장동맥 조영 검사 시 평균 관전압은 84.4±5.7 kV, 3사분위 관전압 87.6 kV로 나타내었고, 평균 관전류량은 4.5±0.6 mAs, 3사분위 관전류량 4.9 mAs로 평가되었다. 공기커마는 평균 22.5±7.2 mGy, 3사분위 공기커마는 26.7 mGy로 나타내었고, 선량면적곱은 평균 1.1±1.0 Gy·cm², 3사분위 선량면적곱은 2.0 Gy·cm²로 평가되었다.

환자별 심장동맥 조영 검사 시 수행했던 모든 검사 방향에 대해 합산한 총 선량지수 및 투시 시간의 분포는 Table 2와 같다. 심장동맥 조영 검사 시 공기커마의 총 합은 평균 234.0±112.1 mGy, 3사분위 값은 282.4 mGy으로 나타내었고, 선량면적곱은 평균 25.9±13.0 Gy·cm², 3사분위 값은 29.9 Gy·cm²로 평가되었다. 심장동맥 조영 검사 시 수행되었던 총 투시 시간의 경우, 평균 2.5±2.0 min, 3사분위 값은 2.8 min으로 평가되었다.

Table 1. Distribution of average imaging conditions for patients according to the imaging direction during coronary angiography

	kV	mAs	SID	AK (mGy)	DAP (Gy · cm ²)
Mean	84.4	4.5	100.2	22.5	1.1
SD	5.7	0.6	5.9	7.2	1.0
Min	73.3	3.2	68.2	7.3	0.1
1st quartile	80.0	4.1	99.1	17.5	0.2
2st quartile	84.6	4.6	101.0	21.9	0.3
3st quartile	87.6	4.9	103.1	26.7	2.0
Max	97.6	5.5	107.7	45.3	3.5

Table 2. Distribution of total exposure index and fluoroscopy time during coronary angiography

	Cumulative AK (mGy)	Cumulative DAP (Gy · cm ²)	Fluoroscopy time (min)
Mean	234.0	25.6	2.5
SD	112.1	13.0	2.0
Min	92.8	10.2	1.1
1st quartile	150.0	16.8	1.5
2st quartile	206.8	22.5	1.9
3st quartile	282.4	29.9	2.8
Max	605.2	79.7	15.8

2. 방사선량 계산 프로그램을 이용한 환자 선량 평가

1) 심장동맥 조영 검사 시 검사 방향에 따른 장기선량

질병관리청에서 제공하는 ALARA-F 선량평가 프로그램을 이용하여 심장동맥 조영 검사 시 검사 조건에 따른 장기 선량을 평가하였으며, 그중 주요 대표 장기선량에 대해 제시하였다.

심장동맥 조영 검사 시 검사 방향에 따른 장기선량 평가 결과, 폐는 RAO 30° & Cranial 30°에서 0.131 mGy, 유방은 PA, Caudal 30°, RAO 30° & Cranial 30°에서 0.010 mGy, 위는 RAO 30° & Cranial 30°에서 0.058 mGy, 적색 골수는 Cranial 30°에서 0.030 mGy, 갑상선은 Caudal 30°에서 0.011 mGy, 식도는 PA에서 0.089 mGy, 간은 LAO 30° & Cranial 30°에서 0.072 mGy, 심장은 RAO 30° & Cranial 30°에서 0.131 mGy로 가장 높은 선량분포를 나타내었다.

2) 심장동맥 조영 검사 시 검사 조건에 따른 장기선량

심장동맥 조영 검사 시 검사 조건에 따른 장기선량 평가 결과, 첫째, Table 3과 같이 관전압 기준 조건인 80 kVp에서

의 장기선량을 기준으로 70 kVp 사용 시 장기별 최소 40.0~최대 55.2%의 선량감소 효과를 나타내었고, 90 kVp 사용 시 최소 71.0~최대 120.0% 선량이 증가된 경향을 보였다.

둘째, Table 4와 같이 관전류량 기준 조건인 5 mAs에서의 장기선량을 기준으로 3 mAs 사용 시 장기별 최소 39.7~최대 50.0%의 선량감소 효과를 나타내었고, 7 mAs 사용 시 최소 25.0~최대 60.0% 선량이 증가된 양상을 나타내었다.

셋째, Table 5와 같이 심혈관 조영 검사 시 획득하는 영상 수(Frame) 15를 기준으로 10 Frame 사용 시 장기별 최소 20.0%~최대 34.5%의 선량감소 효과를 보였고, 20 Frame 사용 시 최소 25.0%~최대 40.0%의 선량이 증가된 경향을 나타내었다.

넷째, Table 6과 같이 초점-표면간 거리(FSD)는 100 cm를 기준으로 90 cm 사용 시 장기별 최소 20.7%~최대 40.0%의 선량이 증가된 경향을 나타내었고, 110 cm 사용 시 최소 0.0~최대 25.0% 감소된 양상을 보였다.

다섯째, Table 7과 같이 조사 범위(Field size)는 5×5 inch를 기준으로 3×5 inch 사용 시 장기별 최소 21.2%~최대 60.2%의 선량감소 효과를 보였고, 3×3 inch 사용 시 장기별 최소 47.1%~최대 75.0%의 선량감소 효과를 나타내었다.

Table 3. Organ dose according to tube voltage during coronary angiography [Unit : mGy]

Organs	Tube voltage		
	70 kVp	80 kVp	90 kVp
Lung	0,054	0,093	0,159
Breast	0,003	0,005	0,011
Stomach	0,009	0,019	0,036
Red bone marrow	0,013	0,029	0,052
Thyroid	0,002	0,004	0,008
Esophagus	0,044	0,085	0,156
Liver	0,041	0,072	0,126
Heart	0,036	0,068	0,124

Table 4. Organ dose according to mAs during coronary angiography [Unit : mGy]

Organs	Milliamperere-seconds		
	3 mAs	5 mAs	7 mAs
Lung	0,054	0,093	0,159
Breast	0,003	0,005	0,011
Stomach	0,009	0,019	0,036
Red bone marrow	0,013	0,029	0,052
Thyroid	0,002	0,004	0,008
Esophagus	0,044	0,085	0,156
Liver	0,041	0,072	0,126
Heart	0,036	0,068	0,124

Table 5. Organ dose according to the number of frames during coronary angiography [Unit : mGy]

Organs	Frame number		
	10 Frame	15 Frame	20 Frame
Lung	0,054	0,093	0,159
Breast	0,003	0,005	0,011
Stomach	0,009	0,019	0,036
Red bone marrow	0,013	0,029	0,052
Thyroid	0,002	0,004	0,008
Esophagus	0,044	0,085	0,156
Liver	0,041	0,072	0,126
Heart	0,036	0,068	0,124

Table 6. Organ dose according to FSD during coronary angiography [Unit : mGy]

Organs	Focus to skin distance		
	90 cm	100 cm	110 cm
Lung	0,114	0,093	0,077
Breast	0,007	0,005	0,005
Stomach	0,023	0,019	0,016
Red bone marrow	0,035	0,029	0,024
Thyroid	0,005	0,004	0,003
Esophagus	0,105	0,085	0,070
Liver	0,089	0,072	0,060
Heart	0,083	0,068	0,056

Table 7. Organ dose according to irradiation range during coronary angiography [Unit : mGy]

Organs	Field size		
	3×3 inch	3×5 inch	5×5 inch
Lung	0,026	0,037	0,093
Breast	0,002	0,003	0,005
Stomach	0,005	0,009	0,019
Red bone marrow	0,013	0,020	0,029
Thyroid	0,001	0,002	0,004
Esophagus	0,045	0,067	0,085
Liver	0,019	0,040	0,072
Heart	0,032	0,042	0,068

3) 심장동맥 조영 검사 시 성별에 따른 환자의 유효선량

심장동맥 조영 검사 시 노출되는 장기선량 평가 결과와 ICRP 60, 103 권고에서 제시한 조직가중치를 통해 성별에 따른 인체 유효선량을 산정하였다. 그 결과, Fig. 2와 같이 촬영 방향에 따른 유효선량은 RAO 30° & Cranial 30°에서 0,036~0,046 mSv로 가장 높은 선량을 나타내었고, 그에 반해 RAO 30° & Caudal 30°에서 0,018~0,024 mSv로 상

대적으로 가장 낮은 선량을 보였다.

또한 성별에 따른 유효선량 비교 결과, ICRP Pub. 60 권고에서는 여성이 남성보다 최소 15.0~최대 45.8% 이상 높은 선량분포를 나타내었으며, ICRP Pub. 103 권고에서는 여성이 남성보다 최소 16.7~최대 44.0% 이상 높은 선량분포를 보였다.

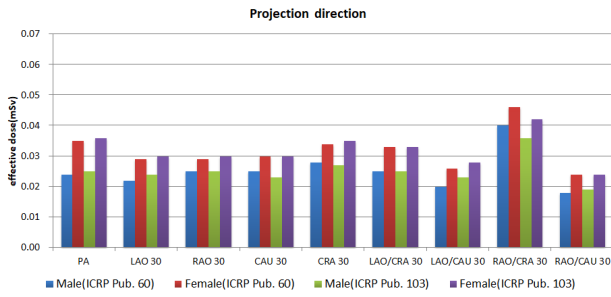


Fig. 2. Effective dose to the human body according to the imaging direction during coronary angiography

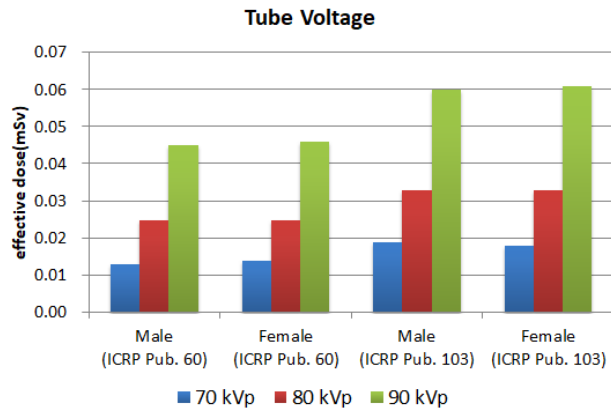


Fig. 3. Effective dose to human body according to tube voltage during coronary angiography

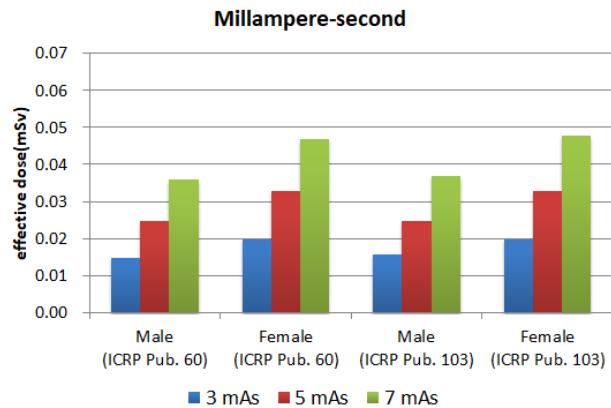


Fig. 4. Effective dose to human body according to tube current during coronary angiography

심장동맥 조영 검사 시 검사 조건별 성별에 따른 유효선량에 대해 평가한 결과, 첫째, 관전압에 따른 인체 유효선량은 Fig. 3과 같이 ICRP Pub. 60 권고에서는 여성이 남성보다 최소 2.2~최대 7.7% 이상 높은 선량분포를 나타내었으며, ICRP Pub. 103 권고에서는 여성이 남성보다 최소 -5.3~최대 1.7% 이상 높은 선량분포를 보였다.

둘째, 관전류량에 따른 인체 유효선량은 Fig. 4와 같이 ICRP Pub. 60 권고에서는 여성이 남성보다 최소 30.6~최

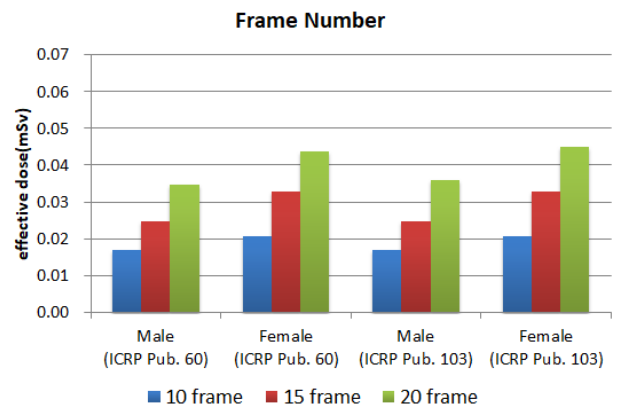


Fig. 5. Effective dose to the human body according to the number of frames during coronary angiography

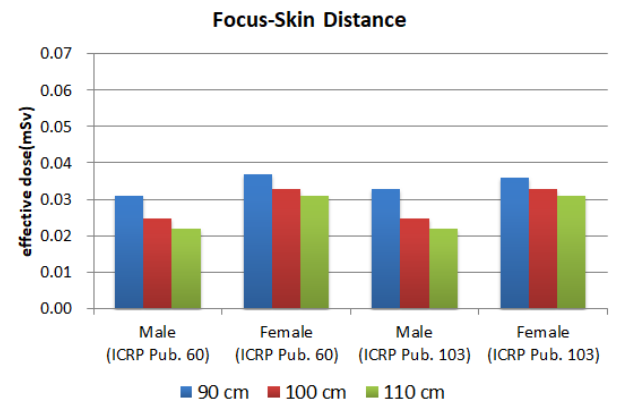


Fig. 6. Effective human dose according to FSD during coronary angiography

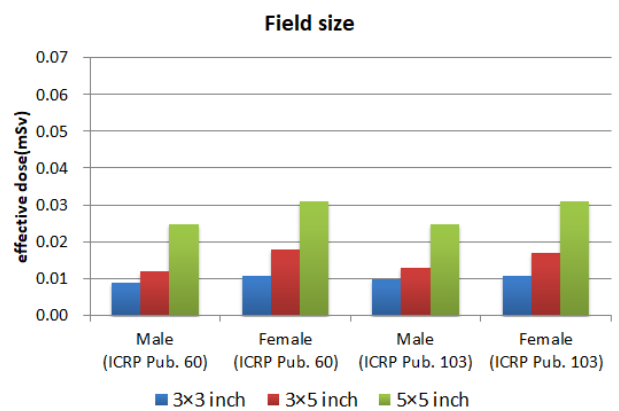


Fig. 7. Effective dose to the human body according to field size during coronary angiography

대 33.3% 이상 높은 선량분포를 나타내었으며, ICRP Pub. 103 권고에서는 여성이 남성보다 최소 25.0~최대 32.0% 이상 높은 선량분포를 보였다.

셋째, 프레임 수에 따른 인체 유효선량은 Fig. 5와 같이

ICRP Pub. 60 권고에서는 여성이 남성보다 최소 23.5~최대 32.0% 이상 높은 선량분포를 나타내었으며, ICRP Pub. 103 권고에서는 여성이 남성보다 최소 23.5~최대 25.0% 이상 높은 선량분포를 보였다.

넷째, FSD에 따른 인체 유효선량은 Fig. 6과 같이 ICRP Pub. 60 권고에서는 여성이 남성보다 최소 19.4~최대 40.9% 이상 높은 선량분포를 나타내었으며, ICRP Pub. 103 권고에서는 여성이 남성보다 최소 9.1~최대 40.9% 이상 높은 선량분포를 보였다.

다섯째, 조사 범위에 따른 인체 유효선량은 Fig. 7과 같이 ICRP Pub. 60 권고에서는 여성이 남성보다 최소 22.2~최대 50.0% 이상 높은 선량분포를 나타내었으며, ICRP Pub. 103 권고에서는 여성이 남성보다 최소 10.0~최대 30.8% 이상 높은 선량분포를 보였다.

IV. 고 찰

기존 혈관조영 및 중재적 시술 분야에서의 방사선량 관련 연구는 시술자에 대한 연구가 대다수이며, 심장동맥 조영 검사 및 중재적 시술을 수행하는 환자 빈도가 증가함에 따라 선량 관리 및 모니터링의 필요성이 증대되고 있다. 하지만, 국내 중재적 시술분야 진단참고수준 가이드라인에는 현재 심장동맥 조영 검사 및 중재적 시술에 대한 자료는 미비한 실정이다[11, 12]. 이에 본 연구에서는 의료기관에서 실제 심장동맥 조영 검사를 시행한 환자 선량 보고서 자료와 ALARA-F 프로그램을 이용하여 심장동맥 조영 검사 시 검사 조건에 따라 환자의 장기 및 유효선량에 대해 평가하고 이를 분석하고자 하였다.

본 연구의 결과에 따르면, 첫째, 임상적으로 시행되는 심장동맥 조영 검사 조건에 대한 분석을 통해 검사 시 관전압, 관전류량, SID와 공기커마, 선량면적곱 등에 대한 분포를 확인하였다. 이를 통해 관전압, 관전류량이 증가할수록 SID가 짧을수록 상대적으로 X선 강도가 증가하여 공기커마 및 선량면적곱이 높아지는 것을 확인하였다. 둘째, ALARA-F 프로그램을 이용한 심장동맥 조영 검사 시 환자의 장기 및 유효선량 평가를 통해 검사 방향 중 RAO 30° & Cranial 30°에서 가장 높은 선량 분포를 나타내었으며, 과거 임도형[13] 등의 연구에서는 LAO 30° & CRA 30°에서 가장 높은 선량 결과를 보여 본 연구와 상이한 결과를 보였다. 이는 시뮬레이션 기반으로 한 프로그램과 실제 측정 환경과의 차이에 의한 것으로 생각된다. 또한 검사 시 검사 조건에 따른 선량 분석을 통해 장기선량에 가장 큰 영향을 주는 인자는

관전압으로 분석되었으며, 그 외 조사 범위, 관전류량, Frame 수, FSD 순서로 변화 정도가 낮아지는 양상을 나타내었다. 이를 통해 심장동맥 조영 검사 시 환자에 따라 최적의 관전압 선택과 조사범위 선정이 중요하며, 가능한 한 낮은 관전류량의 사용과 Frame 수를 줄이며, 초점-표면간 거리를 늘린다면 환자의 의료피폭 저감화에 도움될 수 있을 것으로 분석된다. 셋째, 심장동맥 조영 검사 시 ICRP에서 권고하는 조직하중계수별 성별에 따른 유효선량을 산정하였으며, 여성의 경우 남성보다 각 검사 조건에서의 유효선량이 더 높은 결과를 나타내었다. 이는 ICRP 103 권고에서 개정된 유방의 조직가중치 변화에 의한 것으로 생각되며, ALARA-F 프로그램을 이용한 선량 분석은 환자 위험도를 반영한 유효선량 평가에 보조적인 도구로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 심장동맥 조영 검사 시 여성은 방사선에 의한 암에 위험도 측면에서 남성보다 더 면밀한 관리가 필요할 것이라 사료된다.

국내 방사선안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙(제51조)에 따르면[14], 방사선 사용시설에서 이행하는 의료피폭의 정당화와 최적화에 대해 주기적으로 검토하고, 의료피폭 기록을 유지하여야 한다고 제시하고 있다. 또한 ICRP 120 권고에 따르면[15], 방사선방호 품질보증 프로그램(QAP)을 이용하여 환자선량을 주기적으로 평가하고, 심장동맥 중재적 시술 절차 후에는 환자선량 보고를 작성하여 보존하고 환자 의무기록에 포함해야 한다고 제시하고 있다. 하지만, 국내에는 아직 의료기관별 환자의 의료피폭 기록을 체계적으로 관리하거나 의무기록에 포함하고 있는 곳은 거의 없는 상황이다[16]. 이에 따라 향후 관련법에 대한 제도 개선을 통해 각 의료기관별 환자의 의료피폭에 대한 기록을 관리하고 유지할 필요가 있을 것으로 사료된다.

추후 본 연구에서 제시한 바와 같이 심장동맥 조영 검사 시 의료기관별 선량 보고서에 대한 체계적인 관리를 통해 검사 조건 및 선량 지수에 대한 모니터링이 이뤄진다면, 환자 선량 최적화를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

V. 결 론

심장동맥 조영 검사 시 선량 보고서와 ALARA-F 프로그램의 검사 조건에 따른 환자선량 평가를 통해 환자의 장기 선량 및 유효선량에 기여하는 영향 인자에 대해 분석하였다. 이를 통해 최적의 관전압과 조사범위를 선택하고, 가능한 한 낮은 관전류량의 사용과 Frame 수를 줄이며, 초점-

표면간 거리를 최대한 늘린다면 환자의 의료피폭 저감화에 기여할 수 있을 것이다. 향후 국내 심장동맥 조영 및 중재적 시술 분야의 진단참고수준(DRL)이 마련되어야 할 것이며, 각 의료기관별 선량 보고서에 대한 체계적인 관리를 통해 검사 조건 및 선량 지수에 대한 적극적인 모니터링이 필요 할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- [1] Health Insurance Review and Assessment Service, HIRA bigdata open portal: Statistics on diseases of national interest—ischemic heart disease, 2023, Retrieved from <https://opendata.hira.or.kr/op/opc/olapMfrnIntrsIlnsInfoTab1.do>
- [2] Seo YH, Han JB, Choi NG, Song JN. Analysis on the entrance surface dose and contrast medium dose at computed tomography and angiography in cardiovascular examination, *Journal of Radiological Science and Technology*, 2016;39(4):535–41, DOI: <https://doi.org/10.17946/JRST.2016.39.4.07>
- [3] Ischemic Heart Disease Clinical Research Center, Standard practice recommendations for coronary intervention, *Korean Circulation Journal*, 2013;1–127, Retrieved from https://www.google.co.kr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjv25jPmuuBAxWy1FYBHQhyAF AQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.circulation.or.kr%2Fbbs%2Fskin%2Fnotice_popup%2Fdownload.php%3Fcode%3Dm_info%26number%3D272&usg=AOvVaw0II9D5VWIXKar5Ri7k4I20&opi=89978449
- [4] Kim JH, Cho YI. Dose assessment of the eye of the operator in the field of angiography and interventional radiography, *Journal of the Korean Society of Radiology*, 2018;12(2):209–16, DOI: <https://doi.org/10.7742/jksr.2018.12.2.209>
- [5] Kim KP. Assessment of radiation exposure to Korean population by diagnostic medical radiation, Division of Medical Radiation, Bureau of Healthcare Safety and Immunization, Korea Disease Control and Prevention Agency(KDCA), 2021;14(23):1625–32, Retrieved from https://www.phwr.org/journal/archives_view.html?eid=Y29udGVudF9udW09MzY1
- [6] Korea Disease Control and Prevention Agency, Diagnostic reference level guidelines—Fluoroscopy, medical radiology series, No. 23, 11–1790387–000408–01, 2021, Retrieved from <https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20305050000&bid=0003>
- [7] Kang BS, Park HS. Evaluation of diagnostic reference level in interventional procedures, *Journal of Radiological Science and Technology*, 2021;44(5):451–57, DOI: <https://doi.org/10.17946/JRST.2021.44.5.451>
- [8] Korea Disease Control and Prevention Agency, Diagnostic reference level guidelines—Interventional procedures, Medical Radiology Series, No. 20, 11–1790387–000009–01, 2020, Retrieved from <https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20305050000&bid=0003>
- [9] Chen MY, Shanbhag SM, Arai AE. Submillisievert median radiation dose for coronary angiography with a second-generation 320-detector row CT scanner in 107 consecutive patients, *Radiology*, 2013;267(1):76–85, DOI: <https://doi.org/10.1148/radiol.13122621>
- [10] Advanced Laboratory for Health Physics Studies, ALARA–F program user manual, Korea Disease Control and Prevention Agency; 2021, Retrieved from <https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20305050000&bid=0003>
- [11] Roh YH. Study on the determination of diagnostic reference level and management of occupational exposure in cardiac interventional procedures, Korea University, Master of Health Safety Convergence Science; 2022, Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T16092619>
- [12] Eo H, Gil JW, Lee BY, Lee HK. Development of diagnostic reference levels (DRL) in fluoroscopy, Division of Medical Radiation, Bureau of Healthcare Safety and Immunization, Korea Disease Control and Prevention Agency(KDCA), 2021;14(23):1633–47, Retrieved from https://www.phwr.org/journal/archives_view.html?eid=Y29udGVudF9udW09MzY1
- [13] Lim DH, Ahn SM. Patient exposure dose reduction in coronary angiography & intervention, *Journal*

of Radiological Science and Technology, 2022; 45(1):69–76. DOI: <https://doi.org/10.17946/JRST.2022.45.1.69>

[14] National Law Information Center. Rules on technical standards for radiation safety management, etc. (User Responsibilities). Nuclear Safety and Security Commission Rules No.29; 2021. DOI: <https://doi.org/10.17946/JRST.2022.45.1.69>

[15] ICRP. Radiological protection in cardiology. ICRP Publication 120, Ann. ICRP, 2013;42(1). Retrieved from <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20120>

[16] Kim MJ, Do KH, Kim KP, Hwang JY, Choi HJ, Kim SK. Research on establishing a system and plan to manage patients' diagnostic radiation exposure dose. National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency, 2014:1–159. Retrieved from <https://www.neca.re.kr/lay1/program/S1T11C145/report/view.do?seq=174>

구분	성명	소속	직위
단독	조용인	부산가톨릭대학교 방사선학과	조교수

