

<원저>

심장혈관검사서 전산화단층검사와 혈관조영검사의 입사표면선량 및 조영제 사용량에 관한 분석

- Analysis on the Entrance Surface Dose and Contrast Medium Dose at
Computed Tomography and Angiography in Cardiovascular Examination -

¹⁾여천전남병원 심장혈관센터·²⁾동신대학교 방사선학과

서영현^{1,2)}·한재복²⁾·최남길²⁾·송종남²⁾

— 국문초록 —

심장혈관검사서 전산화단층검사(cardiac computed tomography; CCTA)와 혈관조영검사(coronary angiography; CAG)의 입사표면선량을 후향적 방법으로 분석하여 선량의 저감화 방안을 알아보고 조영제 사용량을 실제 측정하여 신기능 저하 환자 및 부작용 발생 확률이 높은 환자 등의 검사 선택 결정에 대한 역할을 확인하고자 하였다. 양 검사의 입사표면선량인 전산화단층촬영지수(CTDI_{vol})값과 공기 커마(air kerma)값, 그리고 프레임 수에 따른 조영제 사용량 등을 비교·분석하였다. 실험 대상으로는 2014년 5월부터 2016년 5월까지 본원에서 CCTA와 CAG를 시행한 21명(남11, 여10)을 대상으로 하였고 연령대는 48-85세(평균 65±10세)이고, 몸무게는 37.6-83.3 kg(평균 63±6 kg)였다. CAG보다 CCTA를 이용한 심장혈관 검사가 선량의 감소를 기대할 수 있고 조영제 사용량에 있어서는 CCTA보다 CAG가 더 적은 양을 사용한다는 것을 알 수 있었다. 특히 CAG에서 프레임 수가 증가함에 따라 조영제 사용량이 늘어나므로 촬영범위에 적합한 프레임 수를 선택하여 검사 할수록 조영제 사용량을 더욱 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

중심 단어: 입사표면선량, 조영제 사용량, 선량 감소

1. 서 론

관상동맥과 관련된 질환은 심인성 급사(sudden cardiac death)의 원인이 될 수 있으므로 조기 진단이 매우 중요하다. 관상동맥의 검사 방법으로는 심전도(electrocardiography; ECG), 심장 초음파(echocardiography), 운동 부하검사, 심장 자기공명영상(coronary magnetic resonance imaging; CMRI) 등이 있는데 그중 대표적으로 심장전산화단층촬영(cardiac computed tomographic Angiography; CCTA)과 심장혈관 조영술(coronary angiography; CAG)이 있다.

특히 전산화단층(computed tomography; CT)촬영은 비침습적인 방법으로 최근 수년간에 이루어진 기술적 진보에 힘입어 현재에는 심장 및 관상동맥의 영상을 얻는 것이 가능하게 되었다^{1,2)}. 또한 CCTA를 통해 관상동맥 석회화를 정량화 할 수 있으며³⁾, 심혈관계 질환을 효과적으로 예측할 수 있을 뿐만 아니라 관상동맥 협착의 유무 및 위치⁴⁾, 그리고 관상동맥 중상경화반의 특성을 파악하는 등 광범위한 정보를 얻을 수 있다⁵⁾.

그러나 환자의 진단용 검사장비에 의한 의료용 방사선 피폭은 검사가 늘어남에 따라 증가할 수밖에 없다. 특히 전산

Corresponding author: Jong-Nam Song, Department of Radiological Science, Dongshin University, 185 Geonjae-Ro, Naju-si, Jeonlanamdo, 58245, Korea / Tel: +82-62-330-3576 / E-mail: sjn119@daum.net

Received 29 August 2016; Revised 21 November 2016 ; Accepted 28 November 2016

화단층검사의 증가로 인하여 지난 십여 년간 의료용 방사선 피폭이 급격히 증가했는데 1980년대 초의 의료용 방사선 피폭은 미국 국민 1인당 0.53 mSv에서 2006년 3.0 mSv로 늘었다. 또한 1인당 방사선 피폭량에서 의료용 방사선 피폭이 차지하는 비율은 15%에서 48%로 증가하였다. 전 국민의 피폭량의 절반 정도를 차지하는 의료용 방사선 피폭에 대한 관리가 필요함은 당연하다⁶⁾.

비록 CCTA로 환자가 받는 선량은 백내장, 불임 등 방사선 피폭으로 야기될 수 있는 확정적인 문턱선량에는 미치지 않으나 피폭 강도가 크고 횡수가 잦으면 유전자가 손상되어 나중에 암이 생길 위험이 커진다. 흡연을 오래 많이 할수록 폐암 확률이 높아지는 이치와 같다. 이와 마찬가지로 CAG 역시 환자의 진단 및 치료에 중요한 역할을 하고 있으며 시술 건수가 전국적으로 하루에도 수백 건 이상이 시행되고 있다⁷⁾. 그러나 CAG는 환자의 증상에 대한 유형, 환자 체형, 방사선 촬영 장비의 조건 및 노후화, 시술자 및 촬영자의 직무 경력에 따른 여러 다양한 변수들 때문에 환자가 받는 피폭선량은 매우 다르다⁸⁾.

이처럼 두 검사의 선량문제는 굉장히 중요한 부분이고 세밀한 부분이나 대부분의 선행된 연구에서는 CCTA와 CAG에 대한 기능적, 기술적 측면, 장점과 단점 등을 다룬 내용들이 주된 연구로 진행되어왔으며^{9,10)} 두 검사를 대상으로 한 선량분석에 관한 선행 논문이 없었기에 본 연구에서는 CCTA와 CAG를 시행한 후 획득할 수 있는 데이터 값을 가지고 후향적으로 선량을 비교·분석하는 연구를 진행하였다.

또한, 이 두 검사의 가장 큰 특징으로는 조영제를 필수적으로 사용하여 검사한다는 것이며, 조영제 사용으로 인한 급성 신부전증 또는 아나필락시스 반응 등의 부작용 역시 큰 위험 인자로 대두되고 있기에 신장 기능 저하환자 또는 투석 환자에 있어 검사방향 결정 시 중요한 역할에 기여하고자 조영제 사용량을 측정하였다.

II. 기기 및 방법

1. 실험 기기 및 대상

심장혈관검사를 하기 위한 128-slice MSCT scanner 전산화단층촬영기는(Aquilion CX, Toshiba Medical Systems Corporation, Otawara, Tochigi, Japan)를 사용하였고 선량 데이터 값을 획득하기 위해 M-view (Marosis PACS viewer, 5.4.10.54 Version)를 이용하여 후향적으로 환자에게 사용된 입사표면선량 데이터를 획득하였다. 심장 혈

관센터에서 사용되는 혈관 촬영기기로는 혈관조영검사 장비(Axiom Artis Zee Ceiling, Siemens Healthineers, Forchheim, Germane)를 이용하여 검사하였으며 위와 마찬가지로 사용된 선량 데이터 값을 획득하기 위해 INFINITT PACS (INFINITT Cardiology PACS viewer, Version 1.0.6.1)를 이용하여 선량 값을 획득하였다.

실험 대상으로는 2014년 5월부터 2016년 5월까지 본원에서 CAG와 CCTA를 시행한 21명(남 11, 여 10)을 대상으로 하였고 연령대는 48~85세(평균 65±10세) 이고, 몸무게는 37.6~83.3 kg(평균 63±6 kg)였다.

2. 검사 방법 및 조영제 측정 방법

CCTA의 촬영방법으로는 심전도 R-R간격 30%~80%의 일정주기에서 검사를 시작하는 전향적 심전도 동기화(prospective ECG-gating) 방법과 심장 박동수에 영향을 받지 않고 연속적으로 엑스선을 발생시키는 후향적 심전도 동기화(retrospective ECG-gating) 방법을 이용하여 검사하였고 검사를 시행하는 동안 환자는 심장의 크기에 따라 약 10~15초간 최대흡기를 유지하였고, 호흡을 참을 수 있는 시간을 늘리기 위해 필요한 경우 산소를 공급하였다. 이 때 자동 선량 컨트롤러(auto exposure control, AEC)시스템을 이용해 검사하였으며 관전압은 120 kVp, 유효 관전류(effective mAs)는 400 mAs였고, 절편 두께는 0.5 mm×64, 절편구간은 0.3 mm였다.

CAG는 경피적 관상동맥 중재술(percutaneous coronary intervention; PCI)과 경련유발검사(ergonovine test)를 제외한 순수 심장혈관조영 검사만을 시행하였으며 씨네 촬영 시 관전압 79.6 kV, 유효 관전류 370.7 mA, 시간은 4.9 ms, 구리 콜리메이터 두께 0.3, 프레임 15 f/s을 사용하였고 플로오로 촬영 시에는 관전압 70.0 kVp, 유효 관전류 100.0 mA, 시간은 5.6 ms, 구리 콜리메이터 두께 0.1, 프레임 15 f/s을 사용하였다. 또한 혈관촬영 기기에는 자동선량조절(auto dose control, ADC)시스템이 내장되어있어 두께 차이에 따른 필요부위에 자동으로 선량 조절이 이루어졌다.

CAG는 조영제 사용량 측정의 경우 5년차, 10년차 이상의 의사와 4년차 이상의 어시스트가 시술에 참여하였고 심장의 크기는 일반적으로 성인 주먹크기보다 조금 큰 정도이기에 혈관의 형태 및 길이에 큰 영향이 없으며 카테터를 걸기 위한 테스트 인젝션, 그 밖에 촬영방법 등의 변화에 의한 부분까지 모두 포함하여 측정하였다. 조영제의 사용량을 확인하기 위해 CAG에서 촬영 노출수를 5프레임에서부터 10프

레이프까지 나는 뒤 조영제 용기에 남은 조영제를 실린지에 담아 측정하는 방법으로 하였다. 또한 조영제 주입 후에 사용된 부속 물품에 잔류하는 조영제 양을 측정하는 것이므로 모든 부속 물품에는 조영제가 채워져 있는 상태이며 사용 부속 물품 중 핸드실린지에는 측정이 용이하도록 눈금이 표시되어 있어 눈금의 10 cc만큼 조영제를 핸드실린지에 담은 후 조영제를 다른 실린지에 넣으면 9 cc만큼의 조영제가 담기게 된다. 따라서 인젝션 라인과 매니폴드에는 1 cc의 조영제가 잔류 하는 것을 알 수 있고 조영제 용기와 직접적 연결 라인인 아이브이-세트 역시 위와 같은 방법으로 측정하면 이 관에 1 cc가 잔류하게 된다. 이 두 검사 시 사용된 조영제로(Visipaque, GE Healthcare, Germane)와 (Xenetix, Guerbet Korea)를 사용하였다(Fig. 1, 2).

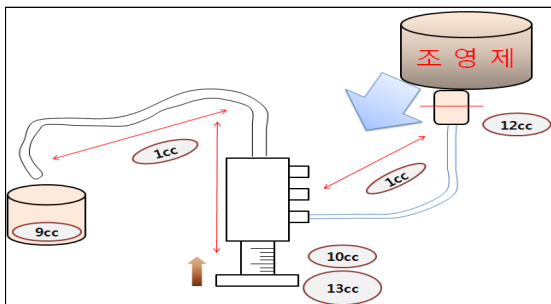


Fig. 1 Measuring the contrast usage



Fig. 2 Actually measuring it

3. 선량 분석 방법

촬영에 사용한 조건을 입력하면 환자가 받는 방사선량을 쉽게 알 수 있으며 환자 선량이 프로그램화 되어 계산되는 수치를 이용하거나 수학적 팬텀을 이용하여 계산을 쉽게 하여 환자선량을 구할 수 있다는 환자선량 권고량 가이드라인에 따라 CCTA와 CAG의 선량 값을 획득하였다¹¹⁾. 각 검사의 입사표면선량으로 사용한 인자는 전산화단층촬영지수 값과 공기 중 커마 값을 파악한 후 분석하는 방법으로 진행하였고 선량 분석에 사용한 인자에서 CCTA의 전산화단층

촬영지수 값의 단위와 CAG의 공기 커마 값 단위 모두 mGy를 사용하였다.

4. 통계 처리 방법

자료 분석은 SPSS Window Version 21 (SPSS INC, Chicago, IL, USA)을 이용하였고 연속형 변수는 평균값±표준편차로, 범주형 변수는 빈도 및 백분율(%)로 기술하였다. 대상비교는 대응표본 *T*-검정을 시행하였다.

III. 결 과

1. CCTA와 CAG의 입사표면선량 비교분석

CCTA를 심전도 R-R간격 30%~80%의 일정주기에서 검사를 시작하는 전향적 심전도 동기화(prospective ECG-gating) 방법과 심장 박동 수에 영향을 받지 않고 연속적으로 엑스선을 발생시키는 후향적 심전도 동기화(prospective ECG-gating) 방법을 이용하여 촬영했을 때의 입사표면선량 차이는 큰 연관성이 보이지 않았다. CAG를 5프레임에서 10프레임으로 나누어 촬영했을 때에도 일관성 없이 선량이 부여된 것으로 보아 프레임 수에 따른 입사표면선량 또한 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 하지만 CCTA와 CAG에서 사용된 전체 입사표면선량을 비교해 보았을 때 CAG가 CCTA보다 최소 -21.5 mGy에서 최대 1,137 mGy로 *p*<0.001의 통계적으로 유의한 결과를 나타냈다. 즉 CAG가 CCTA보다 높은 선량증가를 보였다(Table 1).

Table 1 Comparative analysis of incident surface and contrast usage in CCTA and CAG

	CCTA (N=21)	CAG (N=21)	P
Entrance Skin Dose (mGy)	361.7±129.7	639.8±213.6	<0.001
Contrast (ml)	80	33.3±7.1	<0.001

CCTA: Cardiac Computed Tomographic Angiography

CAG: Coronary Angiography

2. 통계 프로그램을 통한 비교 분석

SPSS통계 프로그램을 사용하여 *T*-검정을 통한 대응표본 통계량을 보았을 때 CCTA가 평균 361.724 mGy, CAG가 평균 639.843 mGy로 CAG의 입사표면선량이 CCTA보다 *p*<0.001로 통계적으로 유의했다.

3. CCTA와 CAG의 조영제사용량 비교

CCTA에서 조영제 사용량은 매 검사마다 80 ml의 양으로 일정하게 주입하여 평균 80 ml가 사용되었으나 CAG의 조영제 사용량은 최소 20.5 ml에서 46.0 ml로 평균 33.3±7.1 ml가 사용되었다[Table 1]. 즉, CAG에서 조영제 사용량이 현저히 감소한다는 것을 알 수 있었고 CCTA와는 다르게 CAG를 시행할 때 5프레임을 촬영했을 때는 22.5 ml, 20.5 ml, 24 ml, 6프레임을 촬영했을 때는 28 ml, 24 ml, 28 ml, 7프레임을 촬영했을 때는 31 ml, 30.5 ml, 34 ml, 8프레임을 촬영했을 때는 34 ml, 38 ml, 38.5 ml, 32.3 ml, 36 ml, 32 ml, 36.8 ml, 9프레임을 촬영 때는 41 ml, 38.5 ml, 40.5 ml, 44 ml로 촬영 프레임 수가 많아질수록 조영제 사용량이 늘어난다는 것을 확인할 수 있었다. 다시 말해 촬영 프레임 수가 적을수록 조영제 사용량이 저하된다는 것을 알 수 있으며 두 검사 모두 해당 검사를 위한 충분한 조영이 이루어진 상태였다(Fig. 3).

Cardiac CT	기본 CAG촬영 (cc)					
	5	6	7	8	9	10
80			31			
80				34		
80				38		
80				38.5		
80					41	
80				32.3		
80				36		
80			30.5			
80		28				
80		24				
80					38.5	
80					40.5	
80	22.5					
80				32		
80				36.8		
80			34			
80						46
80	20.5					
80					44	
80	24					
80		28				

Fig. 3 On CAG, increasing the contrast usage according to the number of frames increased

IV. 고 찰

심장혈관검사에서 가장 많은 비율을 차지하는 검사인 CCTA와 CAG는 두 방법 모두 방사선을 이용하여 검사 한다는 특징과 필수적으로 조영제를 사용해야 한다는 특징을 가지고 있다. 그 중 방사선을 사용하는 검사는 질병의 진단, 치료, 예방 등에 중요한 역할을 하고 있지만 방사선 피폭의 장애로 인한 환자안전 문제 또한 중요하기에 선량 피폭을 최소화하기 위한 노력이 필요하다. 방사선종사자가 피검사

에게 조사되는 피폭선량을 정확히 알고 방사선 검사를 시행한다면 환자의 불안을 해소하고, 피폭선량 감감을 향상시키는 데 기여할 것이다¹²⁾. 하지만 환자뿐 아니라 방사선 작업 종사자 역시 피폭에 대한 안전이 정확히 이루어 지지 않고 있다고 볼 수 있다. 물론 방사선 작업 종사자는 열형광선량계를 착용하여 분기마다 피폭을 측정하여 관리하는 등 대책 마련제도가 있으나 환자는 개개인의 피폭선량에 대한 사전 조사뿐 아니라 추후 피폭 받을 선량 등에 관해서도 아무런 관리가 취해지고 있지 않은 실정이다. 일반적으로 병원에 진료를 받으러 와서 상담을 받고 검사를 하기까지 증상에 따라, 진료의사의 의학적인 소견에 따라 검사방법이 선택되어지지 한 환자 개개인의 피폭선량에는 사실상 무관심하다고 할 수 있다. 때문에 International Commission on Radiological Protection (ICRP)에서는 ICRP 85를 발간하여 인터벤션 영상의학검사(interventional radiology; IVR)에서의 피부장애를 방지하기 위한 권고안을 마련하여 환자와 시술자의 방사선 위험을 최소화하기 위해 노력하고 있다¹³⁾. 일본에서는 IVR에 따른 방사선 위해 및 방어대책을 마련하기 위해 2002년 관련학회를 소집하여 IVR에 따른 방사선피부장애와 방어대책 검토협회를 설립하였다. 추가적으로 2004년까지 2년간 연구를 수행하여 IVR에 따른 방사선피부장애방지에 관한 안전 지침과 환자선량측정방법에 매뉴얼을 마련하는 한편 환자선량을 평가하고 환자의 불안을 줄여 IVR에 대해 안심하고 받을 수 있도록 하고 있다¹⁴⁾. 다음으로 미국에서는 미국 의학물리사협회(American Association of Physics in Medicine; AAPM)를 중심으로 환자선량 권고치에 대한 활동을 활발히 하고 있고¹⁵⁾, 영국은 영국방사선방호위원회(National Radiological Protection Board; NRPB)에 의해 전역에 걸쳐 환자의 방사선량을 측정한다. 이를 바탕으로 국가 환자선량 데이터베이스를 구축하여 분포도를 작성하고 국가 환자선량 권고량을 제안하고 있다¹⁶⁾. 마지막으로 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency; IAEA)에서는 방사선 검사 시 최적화된 영상을 얻기 위해 안전 기준아래 촬영 조건 기준에 따라 검사를 시행하고 있다¹⁷⁾. 하지만 위의 각 국가별 노력과 다르게 만약 의료피폭에 선량관리가 소홀해진다면 과다 혹은 과소 노출로 직·간접적으로 환자 및 의료인에게 영향을 끼칠 것이다. Klingensbeck-Regn K 등의 논문에 따르면 전산화단층검사로 얻게 되는 이득적인 측면과 장점, 발전가능성 등이 잘 내재되어 있고¹⁾, Do. 등의 논문에서는 혈관조영 검사가 의미하는 바와 앞으로도 광범히 많은 발전을 할 수 있는 검사법 이라는 것을 잘 다루고 있으며⁷⁾, 전산화 단층 검사 시 받게 되는 방사선 피폭 및 주의 사항들을 잘 다루어 놓은

환자선량 권고량 가이드라인¹¹⁾ 등 각 검사 자체만을 논하는 선행 논문들은 많이 볼 수 있다. 하지만 심장혈관검사 시에 사용되는 두 검사방법 자체에 대한 비교 분석 연구가 진행되지 않은 점이 논문을 진행하는데 시발점이 되었고 지역별, 직업별 따라 입원이 자유롭고, 자유롭지 못한 환자들이나 암 치료 등으로 인해 누적 선량이 많은 환자 등에게 심장 전산화단층검사나 심장혈관조영 검사 중 필연적으로 하나만 선택해야 하는 경우 데이터화시킨 이 논문을 활용한다면, 요즘같이 방사선 피폭에 관심이 많고 민감한 환자들에게 보다는 신뢰를 심어줄 수 있을 것이다. 때문에 관상동맥 혈관 검사를 위한 CCTA와 CAG시 환자에게 받게 되는 피폭 선량을 정확히 비교·분석하여 적절한 검사를 받을 수 있도록 하는 게 중요하다고 생각한다.

그러나 도출된 선량 값만 가지고는 아주 정확하게 선량 파악을 하기란 어려운 점이 있다. 그렇다고 모든 환자를 대상으로 직접적으로 피폭 선량을 측정하여 평가한다는 것은 현실적인 어려움이 있다. 따라서 국외 사례처럼 실질적인 대책 마련이 있지 않는 한 본 논문에서처럼 촬영 등에 있어, 영상 촬영 후 도출된 환자 선량 표로 평가하는 것이 현실적인 일 것이다. 그러나 이번 연구의 한계로는 첫째, CCTA에 비해 CAG는 시술자의 컨디션이나 환자의 심장 모양에 따라서 선량의 일관성이 부족하다는 점이고 둘째, 실제 후향적으로 얻을 수 있는 데이터 상 가장 정확한 흡수선량인 DLP나 DAP의 결과 값으로 비교·분석하지 못한 점이다. 수학적으로는 두 단위를 변환하여 볼 수도 있지만 실질적인 선량 값을 비교함에 있어서는 무리가 있다고 볼 수 있다. 셋째, 유효선량을 구함에 있어 CCTA는 관전압과 관전류 등을 조정해서 검사하여 DLP에 흥부에 해당하는 조직가중계수 치인 0.017을 곱하면 유효선량을 구할 수 있으나 CAG의 경우 DAP, 즉 면적에 영향을 받기 때문에 ADC 시스템이 작동하여 부족한 선량에는 자동으로 관전압과 관전류가 바뀌며 조정되기에 현재 적용화 되어있는 조직가중 계수치 가지고는 구할 수 없다는 점이 한계로 점으로 남는다.

이와 마찬가지로 조영제 사용 역시 환자안전에 크나큰 요인으로 자리 잡고 있다. 조영술의 발달로 질병의 진단과 치료목적으로 조영제의 사용량과 빈도가 많아지면서 조영제 유발성 신증(contrast induced nephropathy; CIN)도 증가하고, 특히 노인 환자와 당뇨병 환자의 증가로 심혈관 조영술이 활발해지면서 CIN 발생이 증가하고 있는데 대부분의 CIN은 외국의 연구 사례이며, 국내의 연구 사례에서는 심혈관 조영술 후 급성 신부전증의 빈도에 대한 연구결과 보다는 동맥 조영술 후 조영제에 의한 신부전증의 연구 조사와 전산화 단층촬영 후 신부전증에 대한 연구조사가 보

고되었다^{18,19)}. 또한 대상 환자 및 연구조건에 따라서 CIN의 발생빈도는 다양한 차이를 보이게 되는데, 일반적으로 조영제를 이용한 모든 검사를 시행 받은 환자의 3%정도에서 발생하는 것으로 알려져 있다. 특히, 신장기능이 저하된 환자에서는 CIN의 발생 빈도가 높아 12%~50%에 이른다²⁰⁾. CIN은 병원에서 발생하는 급성 신부전증의 11%정도를 차지하고, 세 번째로 급성 신부전증의 흔한 원인이다²¹⁾. 이렇듯 조영제를 사용함에 있어서도 환자에게 많은 주의를 요하기 때문에 사용량과 관련한 연구 분석을 진행하였으나 조영제 사용량에 관한 측정 역시도 한계점이 존재했다. 일반적으로 조영제를 사용하는 촬영실에서는 환자의 체중과 전문의 소견에 의하여 사용 용도에 따라 그 용량과 방법을 준수해야 하며 사용량 준수 체중은 1 kg당 최소 0.8 cc에서 최대 2.5 cc~3 cc이하를 초과할 수 없다고 한다. 즉, 조영제 사용시 환자의 체중 또한 고려하여 조영제 사용을 해야 하는데 본원의 특성상 전문의의 판단 소견으로만 일정하게 80 ml만을 사용해야 했던 점이 정확한 조영제 사용량 비교에 있어서 어려운 점이 있었다. 하지만 이번 연구 대상자들의 평균 몸무게가 63 kg이었을 때 최소 조영제 사용량인 0.8 cc만 구해보아도 50.4 cc가 사용되었기에 본 연구의 결과에는 큰 변화가 따르지 않는다고 할 수 있다.

이처럼 방사선을 이용한 검사와 조영제를 사용하는 검사는 정확한 정보를 통한 규제와 통제가 이루어져야 하며 개인, 기업, 그리고 병원 차원이 아닌 국가 전체 차원의 일로 다루어져야 한다고 생각한다. 또한 적절한 검사 방법 선택으로 환자 피폭 선량을 감소시켜야 하고 신기능 저하 환자들에게 역시 알맞은 검사 방법을 선택하여 검사를 진행해야 할 것이다.

V. 결 론

심장혈관검사에서 CCTA와 CAG의 입사표면선량 및 조영제의 사용량에 관한 분석을 통하여 다음과 결론을 도출하였다.

CAG보다 CCTA를 이용한 심장혈관 검사가 방사선 선량의 감소를 기대할 수 있고 조영제 사용량에 있어서는 CCTA보다 CAG가 더 적은 양을 사용한다는 것을 알 수 있다. 특히 CAG에서 프레임 수가 증가함에 따라 조영제 사용량이 늘어나므로 촬영범위에 적합한 프레임 수를 선택하여 검사할수록 조영제 사용량을 더욱 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Klingenbeck-Regn K, Schaller S, Flohr T, Ohnesorge B, Kopp AF, Baum U: Subsecond multi-slice computed tomography. basics and application. *Eur J Radiol.*, 31(2), 110-124, 1999
2. Ohnesorge B, Flohr T, Becker C, et al: Cardiac imaging by means of electro-cardiographically gated multisection spiral CT: initial experience. *Radiology.*, 217(2), 564-571, 2000
3. Mönninghoff W, Gradaus D, Bender F: The significance of coronary artery-calcification seen by roentgenoscopy., 66(1), 10-14, 1977
4. Ropers D, Baum U, Pohle K, et al: Detection of coronary artery stenoses with thin-slice multi-detector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation*, 107(5), 664-666, 2003
5. Choe YH: Noninvasive Imaging of Atherosclerotic Plaques Using MRI and CT. *Korean Circ J.*, 35, 1-14, 2005
6. NCRP: National Council on Radiation Protection and Measurements. Ionizing radiation exposure of the population of the United States: NCRP report No 160, Bethesda, 2006
7. Young-Soo Do, Hyun-Beom Kim, Hong-Seok Hong, et al: Safety Management Standards Development of The Cardio Vascular X-ray equipment. Korea Food & Drug Administration. Business research and development services, 2003
8. ICRP: Diagnostic reference levels in medical imaging. review and additional advice. *Ann ICRP* 31, 33-52, 2001
9. Jae-bok Han, Nam-Gil Choi, Sook Yang: A Study on the Radiation Dose and Image Quality at the Coronary Angiography. *The Journal of the Korea Contents Association.*, 3(1), 2-4, 2012
10. Jae-bok Han, Nam-Gil Choi, Jae-Seong Choi: The clinical usefulness of 64 channel MDCT and 128 channel DSCT in coronary CT angiography. *KCI Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society.*, 11(11), 2-6, 2010
11. Yun-Soo Jeong, Hyeok-Joo Kim, Gwang-Yoong Lee, et al: Diagnostic Reference Level Guide Line of inspection CT X-ray. Radiation safety management series No 19, 34, 2009
12. International Atomic Energy Agency (IAEA, Vienna): International basic safety standards for protection against ionizing radiations and for safety of radiation sources. IAEA Safety Series No 115(1), 20-24, 1996
13. ICRP: Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP Publication 85 *Ann ICRP* 30(27), 2000
14. Gwang-Yong Lee: Patient Protect and Evaluation about the Patient Dose for Radiation Diagnosis Area. *Journal of Korean Society of Cardio-Vascular Interventional.*, 16-21, 2003
15. Gray JE, Archer BR, Butler PF, et al: Reference values for diagnostic radiology. Application and impact. *Radiology* 235., 354-358, 2005
16. Chilton, UK, HPA: Dose to patients from radiographic and fluoroscopic X-ray imaging procedures in the UK - 2005 Review, 2007
17. IAEA: Radiation protection and safety of radiation sources: international basic safety standards. General Safety Requirements Part 3, 2011
18. Kim YS, Song SW, Ku YM, et al: Clinical characteristics and risk factors of contrast dye nephrotoxicity in patients performing arteriography. *Korean J Nephrol* 23., 248-255, 2004
19. Cho YS, Chung TN, Sohn DK, Kim SH: Contrast nephrotoxicity associated with emergency CT scans. *J Korean Soc Emerg Med* 14., 157-161, 2003
20. Choi W, Lim HM, Won HJ, et al: Contrast-induced nephropathy in patients undergoing percutaneous coronary angiography and its clinical characteristics. *Korean J Nephrol* 27., 55-61, 2008
21. Hou SH, Bushinsky DA, Wish JB, Cohen JJ, Harrington JT: Hospital-acquired renal insufficiency. a prospective study. *Am J Med* 74., 243-248, 1983

•Abstract

Analysis on the Entrance Surface Dose and Contrast Medium Dose at Computed Tomography and Angiography in Cardiovascular Examination

Young-Hyun Seo^{1,2)}·Jae-Bok Han²⁾·Nam-Gil Choi²⁾·Jong-Nam Song²⁾

¹⁾Department of Cardiovascular Center, Yecheon Jeonnam Hospital

²⁾Department of Radiological Science, Dongshin University

This study aimed to identify dose reduction measures by retrospectively analyzing the entrance surface dose at computed tomography and angiography in cardiovascular examination and to contribute the patients with renal impairment and a high probability of side effects to determine the inspection's direction by measuring the contrast usages actually to active actions for the dose by actually measuring the contrast medium dose. The CTD_{ivol} value and air kerma value, which are the entrance surface doses of the two examinations, and the contrast medium dose depending on the number of slides were compared and analyzed. This study was conducted in 21 subjects (11 males; 10 females) who underwent Cardiac Computed Tomographic Angiography (CCTA) and Coronary Angiography (CAG) in this hospital during the period from May 2014 to May 2016. The subject's age was 48~85 years old (mean 65±10 years old), and the weight was 37.6~83.3 kg (mean 63±6 kg). Dose reduction could be expected in the cardiovascular examination using CCTA rather than in the examination using CAG. In terms of contrast medium dose, CAG used a smaller dose than CCTA. In particular, as the number of slides increases at CAG, the contrast medium dose increases. Therefore, in order to reduce the contrast medium dose, the number of slides suitable for the scan range must be selected.

Key Words: Entrance surface dose, Contrast medium dose, Dose reduction