심혈관 CT 조영술의 프로토콜 최적화

이해각*, 유흥준**, 이선엽***, 구은회****, 석종민*****, 한만석******,
이광성*******, 조재환********, 김보희*********, 박철수***

순천향대학교 컴퓨터공학과*, 서울아산병원 영상의학과**, 한림성심대학 방사선과***, 서울대병원 영상의학과****,
국립경찰병원 영상의학과*****, 충남대학교병원 영상의학과******, 대전보건대학 방사선과*******,
경산1대학 방사선과********, 강릉아산병원 응급센터*********

Protocol Optimization of Coronary CT Angiography

Haekag Lee*, Heungjoon Yoo**, Sunyeob Lee***, Eunhoe Goo****, Jongmin Seok*****, Manseok Han******,
Kwangsung Lee*******, Jaehwan Cho********, Bohui Kim*********, Cheolsoo Park***

Department of Computer Science and Soonchunhyang University,*
*Department of Radiology, Asan Medical Centerer**,*
*Department of Radiological Science, Hanlym College***,*
*Department of Radiology, Seoul Nationnal University Hospital****,*
*Department of Radiology, Nationnal Police Hospital*****,*
*Department of Radiology, Chungnam University Hospital******,*
*Department of Radiological Technology, Daejeon Health Sciences College*******,*
*Department of Radiological Science, Gyeonesan University College********,*
*Department of Emergency Center, Gangneung Asan Hospital*********

요약

본 연구는 LVEF값이 40% 미만인 환자와 정상인 환자의 심장 박동 수를 비교 분석하여 CCTA 검사 프로토콜의 최적화를 통한 양질의 영상, 환자피폭과 재 검률을 최소화시키기 위함이다.

각 심장박동수와 LVEF에 관계에서 LVEF가 40%이하가 될 때 true 100HU에 도달하는 시간이 오래 걸림을 알 수 있다. 그러므로, 40% 미만인 환자들에서 Premonitoring deay를 설정 할 때 5초정도 더 주어도 됨을 알 수 있었다. 조영제는 Scan time x 4cc + 30cc의 용량을 4cc/sec속도로 주입한 후 이어서 Saline은 모든 환자에게 40cc를 4cc/sec속도로 추가 주입하였으며, 40% 미만에서는 HR이 80이상을 제외하고는 큰 차이를 보이는 것 을 알 수 있다. 또한, 40% 미만에서는 조영제가 true 100HU에 도달하여 Scan을 시작 할 때 시간 차이가 커 조영제가 이미 Left ventricle에서 Wash-out 됐음을 예측 할 수 있었다.

40%이상의 LVEF와 정상 이하의 LVEF는 검사 도중 많은 차이를 가지고 있다. 낮은 LVEF 환자에게서 검사를 시작할 경우. 따라서, 조영제 주입 프로토콜은 LVEF에 따라서 CCTA에 결정되어져야 한다. 그리고 우리가 낮은 LVEF에 따라 검사 실패를 감소시켜야 하기 때문에 낮은 LVEF의 경우에는 일반적 Pitch 보다 낮은 Pitch가 사용되어져야 한다.

중심단어: 이중선원 CT, 관상동맥 조영술 , 좌심실 구혈률

이 논문은 2003학년도 순천향대학교 교수 연구년제에 의하여 연구하였습니다.
Corresponding Author: 박철수
주소: 강원 춘천시 동면 장학리 790번지 한림성심대학 방사선과, E-mail:pcs3109@hsc.ac.kr, Tel: +82-11-770-3109
투고 일자: 2011년 02월 07일, 심사일자: 2011년 3월 20일, 수정 일자: 2011년 3월 24일, 게재 확정일자: 2011년 04월 12일

Abstract

This research compared and analyzed the heart rate of the patient in which the LVEF value is 40% less than and normal patient.

When as for LVEF 40% or less becomes to each heart rate and LVEF in a relation, we can know that the time to reach 100HU hangs long. Therefore, in patients, that is 40% less than, when setting up the Premonitoring delay, we could know to could give 5 primary solid phrases. It is seen that subsequently an addition injected 40cc as to Saline, to all patients by 4cc/sec speeds after injecting the capacity of Scan time x 4cc + 30cc with 4cc/sec speeds. And HR excludes 80 or greater in 40% less than, the contrast agent shows the large-scale difference. In addition, in 40% less than, it could predict that the time difference was big and the contrast agent was already out in the Left ventricle Wash- when the contrast agent reached 100HU and Scan was started

There is a wide difference between under 40% LVEF and normal. when starting scan from low LVEF patients. So, Injection contrast media protocol Should be determined to CCTA . And then In case of low LVEF is recommended to more low Pitch than routine Pitch because we should reduce scan failed in accordance with low LVEF.

Key words : Dual source computed tomography, Coronary CT Angiogrphy, LVEF

Ⅰ. 서론

허혈성 심장 질환의 진단에서 지난 수십 년간 침습적 관상동맥 조영술이 표준 검사법으로 자리 잡아 왔으며, 운동부하 심전도검사(treadmill test), 심근 관류 단일 광자 방출 전산화 단층촬영술(single photon emission computed tomography, 이하 SPECT), 부하 심장 초음파, MRI 등이 비 침습적인 진단 방법으로 역할을 해왔다. 그렇지만 최근 급속한 CT 기술의 발달과 이를 이용한 진단 방법이 새롭게 대두하고 있어 심장질환에서 최근 각광을 받는 다절편 CT(multi-detector CT, 이하 MDCT)를 이용하여 비침습적 진단의 영역을 넓혔으며, MDCT가 발전하면서 검출기 숫자가 증가하고 X-선관의 회전시간이 짧아짐에 따라 시간 분해능이 향상되어 보다 우수한 심장 영상화가 가능해지고 있으며, 2005년부터 상용화된 두 개의 선원을 가진 이중선원 CT(Dual source CT, 이하DSCT)의 개발로 인하여 더욱 확산되고 있다[1]. 이러한 기술의 발달은 심장 영상을 얻을 때 심장 박동 수가 70-80회 이상일 때 심장 운동에 의한 artifact 발생을 최소화 하고, β-블로커와 같은 약물주입 없이도 관상동맥과 심장을 검사 할 수 있는 계기가 되었다. 그리하여 관상동맥을 진단하고 평가하는데 대한 유용성에 대한 조사들은 많이 이루어 졌다[2]. 2009년 현재, 시장에 출고된 가장 진보된 형태의 MDCT와 DSCT는 320 slice를 장착한 것과 시간분해능이 75ms로 Coronary 검사시 0.27sec에 검사가 가능하다.

지금까지의 DSCT를 이용한 CT 관상동맥 조영술(Coronary CT Angiography, 이하 CCTA) 검사에 있어서 ECG 동조화를 통한 심장박동 수(Heart Rate, 이하 HR)의 높고 낮음에 의존하여 적정한 검사 프로토콜이 설정되어져 왔었다. 심장의 수축 이완에 의한 혈류의 속도에 영향을 미치는 것에는 HR 뿐만이 다른 요소들이 있음에도 불구하도 시간 분해능이 향상되어 심장 박동 수가 빠른 환자에서도 검사 할 수 있다는 장점에 묵과 해 왔다. 그 중에 한 가지가 좌심실 구혈률(LVEF)이다. 좌심실구혈율이란 심장(좌심실)이 얼마나 피를 효율적으로 내보내는지를 보는 수치이다.

그 계산은 좌심실이 한번에 내보내는 피의 양에서 좌실실의 이완기 최대 부피를 나눈 값이며, 식으로 나타내면, LVEF = SV / EDV = (EDV-ESV) / EDV SV: stroke volume, EDV: end-diastolic volume, ESV: end-systolic volume 보통 50~80%를 정상으로 보고 50% 미만은 정상이 아니라고 판단을 하며 40% 이하이면 심부전을 뜻한다. 이에 본 연구는 Myocardium SPECT

와 심장 초음파 검사에서 LVEF값이 40% 미만인 환자와 정상인 환자의 HR를 비교 분석하여 CCTA 검사 프로토콜의 최적화를 통한 양질의 영상, 환자피폭과 재검률을 최소화시키기 위함이다.

Ⅱ. 대상 및 방법

1. 대상

CCTA 검사를 시행하는 환자 중 허혈설 심장 질환 진단의 기초가 되는 Myocardium spect 또는 심장 초음파 검사를 병행한 43명의 환자 중에서 조건에 부합하는 16명을 대상으로 하였으며, HR(50~ 59, 60~ 69, 70~ 79, 80~) 각각 4명씩을 LVEF의 결과 값(30% ~ 39%, 40kg ~ 49%, 50% ~ 59%, 60%~)에 따라 분류하였다.

2. 사용장비 및 매개변수(parameter)

Dual Source CT인 Siemens사 Somatom Definition (Erlangen, Germany, 2006년) 장비를 사용하여 Test bolus traking을 사용하였고, Step-and-Shoot방식의 Seq. scan을 하였으며, Cycle time은 0.99sec, 선량은 120kV, 20mAs를 사용하였다.

CCTA를 검사 시에는 ECG 동조를 통한 Spiral scan을 하였으며, 0.33초 tube rotation time을 공통적으로 사용하였고, Carania Level에 PreMonitoring을 scan 후 Ascending aorta에 Region of interrest(ROI)를 설정하여 조영제가 100HU에 도달하였을 때 Scan을 시행하였으며, 이 때 Scan delay time은 7sec로 동일하게 적용하였으며, LVEF의 값과 HR에 따라 PreMonitoring delay과 Dual auto injector를 사용하여 조영제 프로토콜을 달리 하였다.

3. 방법

3.1 Test bolus traking을 이용한 역치값(Peak)

모든 환자의 Topogram에서 carania Level에 PreMonitoring을 scan 후 back ground 에 ROI를 설정하였으며, 조영제 프로토콜은 biphasic으로 조영제 20cc, seline 10cc를 각각 4cc/sec로 주입하였으며, PreMonitoring delay time은 5sec 로 하여 조영제가 ascending aorta에서 washout 될 때 까지 scan하였다.

역치 값은 장비의 applications의 DynEva software를 사용하여, Ascending aorta에 ROI를 설정하여 측정하였으며, 그 것을 LVEF값과 심장 박동 수에 따라 비교 분석하였다.

3.2 PreMonitoring delay time

Test bolus traking에 의한 역치값 그래프에서 100HU에 도달하는 Delay time과 Test bolus traking의 PreMonitoring delay time 5sec를 합하여 CCTA를 검사 PreMonitoring delay time의 지표로 한 것과, 기존의 10sec로 고정하여 검사 한 것 을 LVEF값과 심장 박동 수에 따라 비교 분석 하였다. (Fig 1.) (Fig 2.)

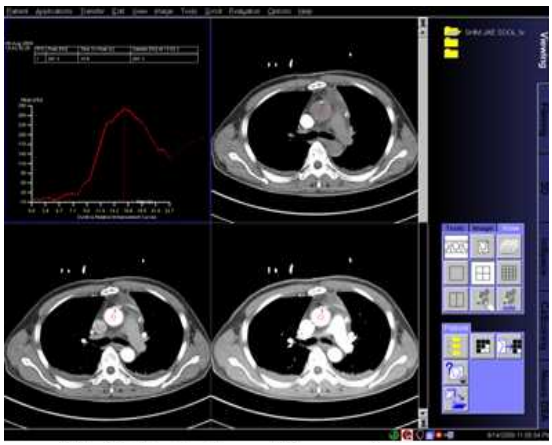

Fig 1. Process of Pre-monitoring

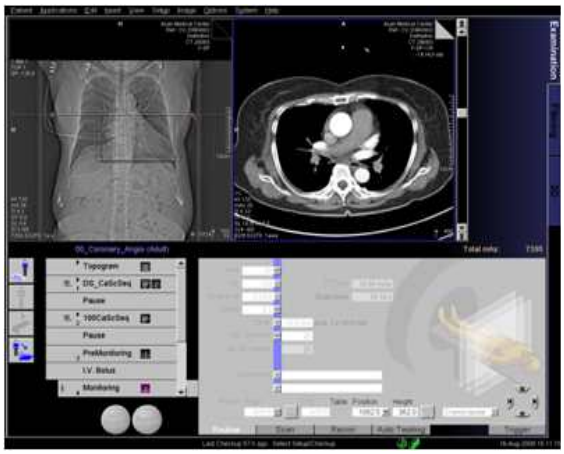

Fig 2. Evaluation of Dye peak time

3.3 조영제 프로토콜

기존에 사용하던 프로토콜로서 조영제는 Scan time x 4cc + 30cc의 용량을 4cc/sec속도로 주입한 후 이어서 Saline은 모든 환자에게 40cc를 4cc/sec속도로 추가 주입하였다. 그 후 100HU 도달하는 시간과 조용제가 주입되는 시간을 LVEF값에 따라 비교 분석 하였다.

3.4 Pitch

HR에 따라 LVEF값이 비정상인 환자의 100HU에 도달하는 시간과 조영제가 주입되는 시간을 LVEF값이 정상인 환자와 비교하여, 적정한 Pitch를 산출하였다.

Ⅲ. 결과

1. Test bolus traking을 이용한 역치값(Peak)

역치 값은 장비 applications의 DynEva software를 사용하여, ascending aorta에 ROI를 설정하여 측정한 결과 Table 1.과 같이 심장 박동 수가 50 ~ 59 일 때 LVEF가 66%에서는 역치값이 15.8sec이었고, 36%에서는 24.3sec이었으며, HR가 60 ~ 69 일 때 LVEF가 61%에서는 역치값이 12.9sec이었고, 30%에서는 26.9sec이었다. HR가 70 ~ 79 일 때 LVEF가 63%에서는 역치값이 12sec이었고, 38%에서는 19.8sec이었으며, HR가 80~ 일 때 LVEF가 69%에서는 역치값이 8.1sec이었고, 39%에서는 15.8sec이었다. 이는 Fig 3,4 에서처럼 LVEF값이 40%에서 역치값이 큰 격차로 올라가는 것을 보여준다.

Table 1. Relation of HR and Time depending on LVEF

HR	LVEF(%)	PEAK(sec)	100HU(sec)
50 ~ 59	66%	15.8	11
	56%	16.1	12.5
	45%	17.3	13.0
	36%	24.3	20.5
60~ 69	61%	12.9	8.5
	56%	16.5	12
	47%	18.1	15
	30%	26.9	21
70 ~ 79	63%	12	9
	55%	15.8	11.5
	47%	16.3	12.5
	38%	19.8	17.5
80 ~	69%	8.1	4
	54%	10.8	7
	43%	13.2	8.5
	39%	15.8	10

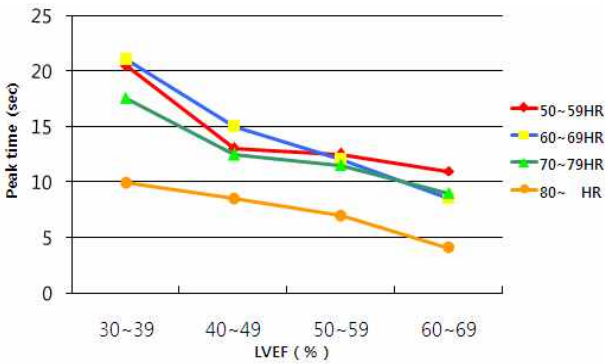

Fig 3. Relation of H R and Time depending on L V E F as peak

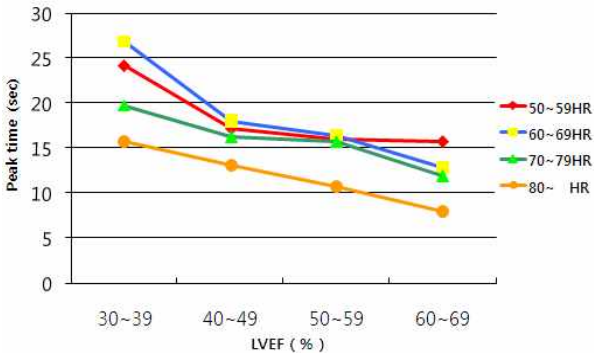

Fig 4. Relation of H R and Time depending on L V E F as 100H U

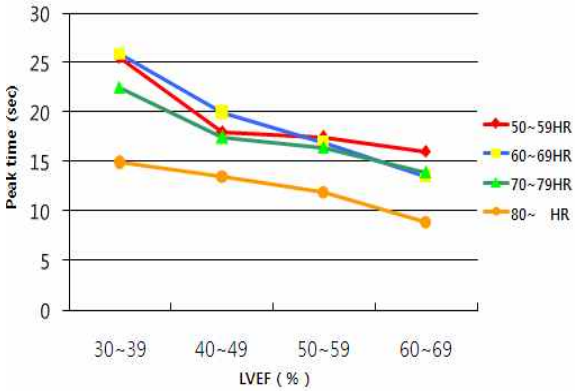

Fig 5. Relation of H R and Time depending on L V E F as true 100H U

2. PreMonitoring delay time

Test bolus traking에 의한 역치값 그래프에서 100HU에 도달하는 Delay time과 Test bolus traking의 PreMonitoring delay time 5sec를 합한 true 100HU값은 Table 2.와 같이 HR가 50~ 59 일 때 LVEF가 66%에서는 16sec이었고, 36%에서는 25.5sec이었으며, HR가 60~69일 때 LVEF 61%에서는 13.5sec이었고, 30%에서는 26sec이었다. HR가 70~ 79 일 때 LVEF가 63%에서는 14sec이었고, 38%에서는 22.5sec이었으며, HR가 80~ 일 때 LVEF가 69%에서는 9sec이었고, 39%에서는 15sec이었다. 이는 Fig 5. 에서처럼 LVEF값이 40% 미만에서 true 100HU값이 큰 격차로 올라가는 것을 보여준다.

Table 2. Relation of HR and True 100HU Time

HR	LVEF(%)	true 100HU(sec)
50 ~ 59	66%	16
	56%	17.5
	45%	18
	36%	25.5
60 ~ 69	61%	13.5
	56%	17
	47%	20
	30%	26
70 ~ 79	63%	14
	55%	16.5
	47%	17.5
	38%	22.5
80 ~	69%	9
	54%	12
	43%	13.5
	39%	15

3. 조영제 프로토콜

조영제는 Scan time x 4cc + 30cc의 용량을 4cc/sec속도로 주입한 후 이어서 Saline은 모든 환자에게 40cc를 4cc/sec속도로 추가 주입하였으며, true 100HU값과 조영제 주입 시간이 Table 4.와 같이 HR가 50 ~ 59 일 때 LVEF가 66%에서는 16sec, 18sec이었고, 36%에서는 25.5sec, 20sec이었으며, HR가 60 ~ 69 일 때 LVEF가 61%에서는 14sec, 16sec이었고, 30%에서는 26sec, 18sec이었다. HR가 70 ~ 79 일 때 LVEF가 63%에서는 14sec, 15sec이었고, 38%에서는 22.5sec, 15sec이었으며, HR가 80 ~ 일 때 LVEF가 69%에서는 9sec, 14sec이었고, 39%에서는 15sec, 15sec이었다. 이는 LVEF값이 40% 이상에서는 true 100HU값과 조영제 주입 시간의 차이가 2초이하로 적은 반면에 40% 미만에서는 HR가 80이상을 제외하고는 큰 차이를 보이는 것 을 알 수 있다. 또한 Table 3,4.에서 알 수 있듯이 40% 미만에서는 조영제가 true 100HU에 도달하여 Scan을 시작 할 때쯤에는 조영제가 이미 Left ventricle에서 Wash-out 됐음을 예측 할 수 있게 된다.

Table 3. Contrast Media injection protocol depending on LVEF

HR	LVEF	Scan time * 4cc +25cc
50 ~ 59	66%	11 * 4 + 30 = 74
	56%	10 * 4 + 30 = 70
	45%	11 * 4 + 30 = 74
	36%	12 * 4 + 30 = 78
60 ~ 69	61%	8 * 4 + 30 = 62
	56%	9 * 4 + 30 = 66
	47%	9 * 4 + 30 = 66
	30%	10 * 4 + 30 = 70
70 ~ 79	63%	7 * 4 + 30 = 58
	55%	8 * 4 + 30 = 62
	47%	8 * 4 + 30 = 62
	38%	7 * 4 + 30 = 58
80 ~	69%	6 * 4 + 30 = 54
	54%	6 * 4 + 30 = 54
	43%	6 * 4 + 30 = 54
	39%	7 * 4 + 30 = 58

Table 4. Contrast Media injection time depending on LVEF

HR	LVEF	true 100HU(sec)	조영제 주입 시간(sec)
50 ~ 59	66%	16	18
	56%	17.5	18
	45%	18	19
	36%	25.5	20
60 ~ 69	61%	14	16
	56%	17	17
	47%	20	17
	30%	26	18
70 ~ 79	63%	14	15
	55%	16.5	16
	47%	17.5	16
	38%	22.5	15
80 ~	69%	9	14
	54%	12	14
	43%	13.5	14
	39%	15	15

Table 5. Pitch of depending on Heart rate

HR	40	50	60	70	80	90	100
Pitch	0.2	0.22	0.26	0.31	0.36	0.4	0.44

4. Pitch

위의 결과로써 HR가 80이상인 경우를 제외하고, LVEF값이 40%이하에서는 Pitch를 table 6. 과 같이 낮추어서 scan time이 증가됨에 따라 조영제 프로토콜이 table 7.과 같이 true 100HU에 부합하는 값이 나왔다.

Table 6. Scan time comparison between routine Pitch and manual Pitch

HR	Routine Pitch	scan time(sec)	Manual Pitch	scan time(sec)
50 ~ 59	0.22	12	0.2	14
60 ~ 69	0.26	10	0.2	14
70 ~ 79	0.31	7	0.2	12

Table 7. Contrast Media injection protocol depending on LVEF in case of Manual Pitch

HR	LVEF	Scan time * 4cc +25cc
50 ~ 59	36%	14 * 4 + 30 = 86
60 ~ 69	30%	14 * 4 + 30 = 86
70 ~ 79	38%	12 * 4 + 30 = 78

Table 8. Contrast Media injection time depending on LVEF in case of Manual Pitch

HR	LVEF	true 100HU(sec)	조영제 주입 시간(sec)
50 ~ 59	36%	25.5	22
60 ~ 69	30%	26	22
70 ~ 79	38%	22.5	20

Ⅳ. 고 찰

현재심장 CCTA가 임상에서 가장 많이 사용되는 것은 95% 이상의 높은 음성 예측도(negative predictive value)를 이용하여 경도 또는 중등도의 관상동맥 질환의 위험성을 가지고 있는 비전형적 흉통환자에서 관상동맥 질환을 배제하기 위하여 사용될 수 있다. 또한 CT검사는 심장뿐만 아니라 폐, 종격동, 흉벽등 심장이외에서 기인하는 흉통을 진단하는데 유용하므로 한 번의 검사로 많은 정보를 얻을 수 있다[3].

운동부하 심전도 검사나 SPECT와 같은 부하검사에서 애매한 결과를 보이는 안정형 협심증환자 또는 고

혈압이나 당뇨를 가진 고위험군의 환자에서 CCTA를 시행함으로써 불필요한 고식적 관상동맥 조영술을 감소시킬 수 있으며, CCTA는 관상동맥의 3차원적인 폐색 길이와 석회화정도를 평가가 가능하므로 중재적 시술 전 대상 환자 선정 및 치료 계획을 세우는데 유용하다[4].

MDCT와 DSCT의 도입으로 ECG gated chest CT 검사가 가능 하게 됨에 따라 급성흉통의 3대 중요한 원인인 대동맥박리(aortic dissection), 폐색전증(pulmonary embolism) 및 급성관동맥증후군(acute coronary syndrome)을 한 번에 평가 할 수 있게 되었으며("Triple rule out")[5], 이로써 급성흉통을 주소로 내원한 환자를 빠른 시간 내에 진단, 분류함으로써 효율적인 치료를 가능하게 할 수 있다.

그 외에도, 관상동맥 우회로 술 전 평가(Preoperative evaluation of coronary artery bypass graft), 관상동맥 스텐트 시술후의 재협착 평가(Evaluation of stent patency)등 여러 방면으로 유용하게 사용되어지고 있다[6].

이러한 MDCT와 DSCT는 향상된 공간분해능과 짧은 스캔시간으로 비약적인 발전을 이루었으나, 아직도 여러 가지 문제점을 해결해야 하는 과제를 가지고 있다. 시간 해상능의 한계로 빠른 심장 박동에 의한 인공물(artifact)이 발생 할 수 있으며, 관상동맥 내에 심한 석회화나 스텐트가 있는 경우 협착의 정도를 정확히 평가하기가 어렵다는 단점이 있다[7]. 또한 R R 간격의 편차가 심한 부정맥이 있거나 인공 심박동기가 있는 환자, 숨 참기 어려운 중환자에서는 만족할 만한 영상을 얻기 어렵다. 다음으로 방사선 피폭량 및 조영제 사용이 고려되어야 한다. CCTA는 6.7~13.0mSv의 방사선 조사량을 가진다. 이는 고식적인 관상동맥 조영술의 2.1 ~ 2.5mSv 보다 상대적으로 높다. 하지만 CCTA의 방사선 피폭량은 복부 다중 시기 CT나 대동맥의 CT 혈관조영술 등의 다른 CT 검사나, SPECT나 PET와 같은 방사선 동위원소를 이용한 비침습적 심장 영상검사의 방사선 피폭량과 유사하다[8].

20mSv 이하의 방사선 피폭량이 인체에 유해하다는 증거는 아직 없지만 방사선 노출을 수반하는 검사는 반드시 필요한 경우로 국한되어야 한다. CT 기기에는 이러한 방사선 노출을 줄이기 위하여 X선량을 양을 대상의 감쇄정도에 따라 조절하거나 심전도의 수축기에 조사되는 X선량을 양을 줄여 방사선 피폭량을 줄이려는 노력을 하고 있고, 어느 정도 가시적인 성과를 보이고 있다. 최근에는 120kVp 대신 100kVp 를 사용하는 저 선량 관상동맥 CT 기법을 이용하여 5mSv 까지 방사선 피폭량을 줄이는 시도가 보고되고 있으나 진단적 정확도에 어떠한 영향을 미치는지는 아직 밝혀지지 않았다[9].

또한 조영제의 사용량이 감소되고 있기는 하나 신기능이 나쁜 환자에서는 주의가 필요하다.

이번 연구에서는 관상동맥을 비롯한 심장의 영상에 CT가 널리 사용되기 시작한지 5년이 채 되지 않은 실정에서 기기적인 면에서는 향상된 공간분해능과 짧은 스캔 시간으로 비약적인 발전을 이루었으나, CT검사 시 필요로 하는 기술적인 여러 요소를 방사선 방호 및 환자의 안전을 위한 검사자의 꾸준한 지식 습득을 통한 기기발전과 함께 심장 영상검사의 중요한 도구로 자리 잡기 위함이다.

심장검사의 기본원리는 심전도를 추적하면서 심전도의 일정 부분에서만 영상을 획득하거나 심전도를 후향적으로 분석하여 심전도의 일정부분에서 얻어진 영상자료를 모아 전체 영상을 만드는 방법을 사용하여 박동하는 심장의 정지 영상을 얻어낸다. 심방의 수축이 일어나기 직전이 분리기가 관상동맥을 영상화하기 좋은 시기이다. HR가 느려지면 이완기의 기간이 증가되며 따라서 느린 HR에서 보다 안정적으로 관상동맥의 영상화가 가능하다. HR가 빠른 경우 심실 수축말기에서 관상동맥 영상을 얻기도 한다. 실제적으로 심장 주기를 선택하는 데는 한 단면에서 여러 심장주기의 영상을 비교해 보아 움직임에 의한 영상의 왜곡이 가장 적은 시점을 선택하는 방법 등, 기기가 제공하는 기능에 따라서 검사자가 결정하여야 한다.

하지만 위에서 언급하였듯이 조영제를 사용하여 환자들마다의 각기 다른 혈액의 순환에 따라 실제 검사하는데 있어서 프로토콜의 변수를 묵과해서는 안 된다.

특히 심장검사에서 심실의 수축기능은 다른 어떤 역동적인 검사보다도 긴밀한 관계가 있다.

V. 결론

본 연구는 ECG 동조를 통한 CCTA 검사에서 환자의 HR에 따른 Pitch나 조영제 프로토콜을 결정하는데 있어서 bolus traking에서 조영증가 되어지는 시간을 결정짓는 심장 수축에 의한 혈류의 속도를 결정 짖는 요인 중에 하나인 LVEF값에 따른 검사 프로토콜을 최적화 함 으로써, 최적의 영상과 재검률에 의한 환자 피폭을 최소화하기 위함이다.

1. Test bolus traking를 통한 HR와 LVEF값에 따른 조영제가 Ascending aorta에 조영증강 되는 peak치는 HR가 80회 이상으로 높을 때는 LVEF값에 따른 영향을 받지 않지만, 그 이하에서는 LVEF값이 40%이하에서 급격히 증가하는 것을 알 수 있었다.

2. CCTA검사시 PreMonitering delay time을 결정짖는 true 100HU값 또한 위와 같은 결과를 보 였다.

3. 조영제 프로토콜은 Scan time x 4cc + 30cc의 용량을 4cc/sec의 공식으로 계산 되었으며, LVEF값이 40% 이상에서는 true 100HU값과 조영제 주입 시간차가 2초 이하인 반면에 40% 미만에서는 HR이 80이상을 제외하고는 큰 차이를 보이는 것 을 알 수 있었다. 이 결과로 LVEF값이 40% 이하에서는 조영제 프로토콜을 달리 해야 함을 알았다.

4. Pitch는 장비에서 HR에 따라 자동 또는 부정맥에 의한 검사자의 결정에 의해 결정되어지는 것 으로써 위의 결과에 의해서 LVEF값이 40% 이하에서는 Test bolus traking을 사용하여 Pitch 를 manual을 통해 낮추어야 함을 알 수 있었다. 또한 그로인해 scan time이 길어짐으로써 조영제 또한 true 100HU값에 부합하는 값이 나옴을 알 수 있었다.

이로써 CT를 통한 심장 검사가 점점 증가하는 추세에서 많지 않은 경우이지만 LVEF값이 매우 낮은 환자의 검사에 있어서의 적절치 못 한 프로토콜의 사용으로 인한 재검률을 최소화해야 할 것이다.

Acknowledgement

이 논문은 2003학년도 순천향대학교 교수 연구년제에 의하여 연구하였습니다.

참고문헌

[1] Kim Dong Hoon, “관상동맥 전산화단층촬영 혈관조영술: 새로운 진단기법으로서 임상에서의 적응증 및 역할을 중심으로”, 대한 영상의학회지, Vol.56, No.2, PP.431-437, 2007

[2] Choi Sang Yil, "허혈성 심질환의 다검출기 CT 영상 진단," 대한 영상의학회지, Vol.23, No.2, PP.127-135, 2004

[3] Lim Soo Jin, "비전형적 흉통 :저 선량 흉부 CT를 포함한 CT 관상동맥 조영 술의 임상적 유용성," 대한 영상의학회지, Vol.58, No.3, PP.351-56, 2008

[4] Oh You Hwan, "다중검출기 CT (Multidetector-row CT)의 원리와 임상적 적응," 가정의학회지, Vol.27, No.3, PP.249-256, 2006

[5] Dominik Ketelsen, "Estimation of the radiation exposure of a chestpain protocol with ECG-gating in dual-sourcecomputed tomography," Eur Radiology. Vol.19, No.3, PP.37-41, 2009

[6] David Maintz, "Update on multidetector coronary CT angiography of coronary stents: in vitro evaluation of 29 different stent types with dual-source CT," Eur Radiology. Vol.19, No.3, PP.42-49, 2009

[7] Yu Mi Jeong, "Evaluation of Coronary Artery Bypass Grafts in the Early Postoperative Period Using 64-Slice MDCT," 대한 영상의학회지, Vol.60, No.3, PP.303-312, 2009

[8] Kang Heung Shik, "비침습적 심장혈관영상: CT 및 MRI의 최신 발전 동향," 대한 흉부외과학회, Vol.33, No.1, PP.117-123, 2005

[9] Lee Hwal, "Cadiac CT: From Basic to Clinical Application," 서울대 병원 순환기내과 연수 강좌, PP.25, 2007