

MDCT에서의 관상 동맥 석회화 병변과 관상동맥 조영술에서의 협착과의 상관 관계

가톨릭대학교 의과대학 순환기내과학교실,¹ 방사선과학교실²

최윤석¹ · 윤호중¹ · 정승은² · 최용원¹ · 이동현¹ · 박철수¹

오용석¹ · 정옥성¹ · 승기배¹ · 김재형¹ · 최규보¹

The Association between Coronary Artery Calcification on MDCT and Angiographic Coronary Artery Stenosis

Yun-Seok Choi, MD¹, Ho-Joong Youn, MD¹, Seung-Eun Jung, MD², Yong-Won Choi, MD¹, Dong-Hyun Lee, MD¹, Chul-Soo Park, MD¹, Yong-Seog Oh, MD¹, Wook-Sung Chung, MD¹, Ki-Bae Seung, MD¹, Jae-Hyung Kim, MD¹ and Kyu-Bo Choi, MD¹

¹Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, ²Radiology, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : The assessment of CT-derived coronary artery calcification (CAC) has been used as a surrogate measurement for coronary atherosclerosis. However, the blooming artifact caused by CAC on MDCT is the potential limitation when evaluating the coronary artery stenosis. The aim of this study was to classify the morphologic characteristics of CAC on MDCT and to test whether this new classification predicts the stenotic severity on coronary angiography. **Subjects and Methods :** A total of 73 CAC lesions were observed on 64 slice MDCT in the 56 enrolled patients (M : F=33 : 23, mean age: 66 ± 9.3 years) who underwent coronary angiography. The morphologic types of CAC on 64-slice MDCT were classified into four groups [degree of stenosis (S), shape of the calcification (M), length of the calcification (L) and the number of calcified vessels (N)] with using a scoring system, and this morphologic classification was compared with the angiographic severity of coronary stenosis. **Result :** Diffuse (L3), elongated (M2) and multi-vessel (N2) calcified lesions were significantly associated with angiographic coronary artery stenosis ($p=0.03$, $p=0.019$ and $p=0.002$, respectively) On the multivariate regression analysis, multi-vessel CAC was the only independent predictor for significant coronary artery stenosis [$p=0.019$, $\beta=3.77$, CI: 1.23-11.5 (95%)]. The type of stenosis (luminal narrowing $\geq 50\%$) accompanying CAC on MDCT was not correlated with the angiographically determined stenosis ($p=0.13$). A total morphologic score less than 4 had a negative predictive value of 78% for predicting significant coronary artery stenosis. **Conclusion :** Our results suggest that the diffuse and multi-vessel CAC on MDCT can predict the coronary artery stenosis; however, the stenosis severity of the lesion accompanying CAC on MDCT might not coincide with the angiographic severity. Therefore, the morphologic classification with this scoring system should be considered for use when evaluating lesion with CAC on MDCT. (Korean Circulation J 2007;37:167-172)

KEY WORDS : Calcification, physiologic ; Coronary stenosis ; Coronary arteries.

논문접수일 : 2006년 12월 6일

심사완료일 : 2007년 3월 26일

교신저자 : 윤호중, 150-713 서울 영등포구 여의도동 62 가톨릭대학교 의과대학 순환기내과학교실

전화 : (02) 3779-1325 · 전송 : (02) 3779-1374 · E-mail : younhj@catholic.ac.kr

서론

관상 동맥의 석회화(Coronary Artery Calcium, 이하 CAC)는 단순히 동맥 경화의 정도를 평가하는 표지자로서의 역할 뿐 아니라 관상 동맥의 협착을 예측하는 인자로 알려져 왔다.¹⁻³⁾ 1994년도 이래로 음전자 방출 단층 촬영(Electron Beam Computed Tomography, 이하 EBCT)을 통해 정량적으로 측정된 CAC 정도를 동맥 경화의 정도나 관상 동맥의 협착 유무와 비교 평가하려는 연구는 많이 있었으나¹⁻⁸⁾ EBCT와 초기에 개발된 MDCT는 CAC, stair step, motion artifact 등과 같은 여러 제약점 때문에 좋은 관상 동맥 영상을 얻기가 힘들었다. Hoffmann 등⁹⁻¹¹⁾은 관상 동맥 석회화 분절의 30% 정도는 평가가 불가능하다고 하였으며 관상 동맥의 협착 유무를 평가하는데 있어서는 60~70% 정도의 낮은 민감도와 특이도를 보고하였다. 그 이후 MDCT는 매우 빠르게 발전하여 관혈적 혈관 조영술에 비해 비 침습적 검사이면서도 짧은 촬영 속도 및 EBCT보다 높은 해상력으로 현재 90% 이상의 민감도와 특이도를 보이고 있지만 CAC는 혈관의 협착을 평가하는데 있어서 가장 중요한 결림돌 중의 하나이다.¹²⁾ 본 연구에 있어서는 CAC를 위치나 모양, 길이 등 형태학적으로 분류하고 이를 단계별로 점수화 하여 MDCT로 평가된 CAC의 실제 협착 정도가 관상 동맥 조영술의 그것과 어느 정도 연관성을 갖는지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

대상환자

2005년 10월부터 2006년 7월까지 가톨릭 의대 성모병원 에 흉통 등을 주소로 내원하여 이에 대한 선별 검사로 64 slice multi detector CT(LightSpeed VCT, GE, USA, 이하 MDCT)를 시행받았던 환자들 중 CAC를 보였던 56명의 환자(남 : 여 = 33 : 23, mean age 66±9세)에서의 총 73개의 병변을 후향적으로 혈관 조영술과 비교 분석하였다.

자료 구성

MDCT 영상은 오프라인에서 이미지를 재구성하여 횡단면과 다면상 영상을 재구성하여 얻었다. 기존의 관상동맥 조영에 사용되는 protocol에 의해 검출기 폭 64×0.625-mm slice collimation, 겐트리 회전시간(a gantry rotation time) 530 ms, tube energy 120 kV, effective tube current 600 mAs로 영상을 얻었으며 조영제는 iopromide(Ultravist®, Berlex,

USA)를 초당 5 mL로 총 70 mL를 정주하였고 이어 20 mL 생리 식염수를 초당 5 mL로 주입하였으며 상행 대동맥에서 bolus tracking을 시행하여 100 HU(house field unit)되는 시점으로 부터 6초 되는 시점의 영상을 얻었다. 중첩된 trans-axial 영상은 영상 매질 512×512 pixel, 단면 두께 0.625 mm로 0.3 mm씩 증가시키며 심전도 동조화 half scan algorithm을 통해 영상을 얻었다. 대상 환자들 중에서 빈맥에 대한 전 처치로 베타 차단제와 같은 추가적인 약제를 정주한 환자는 없었다. 이후 대상 환자들을 전부 관상 동맥 조영술을 시행하여 MDCT상에서 CAC가 존재 하는 분절의 50% 이상의 협착 여부와 비교하였다.

자료 분석

MDCT를 통해 얻은 CAC 병변은 환자들의 관혈적 관상 동맥 조영술의 결과와 임상적 소견을 모르는 방사선과 전문의에 의해 판독 되었다. MDCT상의 CAC는 협착의 정도(S), 모양(M), CAC의 길이(L), CAC가 관찰되는 혈관의 갯수(N) 등에 따라 네가지 그룹으로 분류 하였다(Table 1)(Fig. 1). 협착의 정도(S)는 혈관내의 CAC가 내강의 50% 미만을 차지하였을 경우 S1, 50%이상일 경우 S2로 하였고, 모양에 따른 분류(M)는 CAC가 점상 형태로 모여있을 경우 M1(spotty type), 선형 형태는 M2(elongate type)로 분류하였다. CAC의 길이에 따른 분류(L)는 점상 형태로 국소적으로 존재하는 것은 L1(focal type), 2 cm 이하의 길이는 L2(segmental type), 2 cm 초과 의 길이는 L3(diffuse type)로 하였으며 단일 혈관의 CAC가 존재하면 N1, 두개 이상의 혈관에 CAC가 존재하면 N2로 정의하였다.¹³⁾ 이에 따라 병변을 분류하였고 Table 1에서와 마찬가지로 CAC 정도가 국소적이고 상대적으로 작으면 1점, 2 cm 미만의 분절 형태를 갖으면 2점을 주었고 2 cm이상의 길이를 갖는 경우는 3점을 주어 점수가 높을수록 석회화의 정도가 심하다는 것을 나타내도록 하였다. CAC 병변은 비 조영 증강 영상을 MDCT로부터 얻어 각각의 혈관에 존재하는 CAC가 가장 뚜렷이 관찰되는 종축 이미지를 얻어서 측정하였고 이전에 경피적 풍선 확장술을 시행 받았거나 금속망 삽입술을 시행 받은 환자들의 경우는 이전 시술을 받은 범행 병변(culprit lesion)은 석회화 분석에서 제외하였다.

관상 동맥 조영술

관상 동맥 조영술은 MDCT를 시행 후 2주 이내에 고식적 방법에 의해 우측 대퇴동맥을 천자하여 시행하였고 CAC의 위치와 대응되는 관상 동맥 조영술에서의 분절은 ACC/AHA

Table 1. Morphologic classification of coronary artery calcification

Score	Stenosis (S)	Morphology (M)	Length (L)	Number (N)
1	S1: luminal narrowing <50%	M1: spotty	L1: focal	N1: single
2	S2: luminal narrowing ≥50%	M2: elongate	L2: segmental ≤2 cm	N2: multivessel
3			L3: diffuse >2 cm	

분류 방법을 따랐다. 관상 동맥 조영술에서의 협착의 정도는 Quantitative coronary angiography(QCA: Giemans, Germany)에 의해 분석하였다. 관상 동맥의 협착 정도는 50%이상 내강이 좁아진 경우를 협착 병변으로 분류 하였다.

결과 분석

MDCT에서 형태학적으로 분류된 네 가지 CAC를 그룹별로 조영술과 비교하여 50% 이상의 협착을 예측하기 위한 민감도 및 특이도, 또 양성 예측도와 음성 예측도를 분석하였고 총 CAC score에 따른 관동맥 협착의 정도의 상관 정도를 평가 하였다. 또 다변량 회귀 분석을 통해 협착을 예측 할 수 있는 독립 인자를 분석하였고 ROC(receiver operating curve) curve를 통해 민감도와 특이도에 따른 총 CAC score의 추이를 관찰하였다. 모든 값은 평균±표준 편차로 구하였고, 통계적 유의성은 $p<0.05$ 미만을 의미 있는 것으로 판단하였다.

결 과

임상적 특징

대상 환자의 임상적 특징은 56명 중 남자는 33명(58%)이었으며 평균 연령은 66 ± 9.3 세였다. 내원 당시 진단은 안정형 협심증이 38명(67%)이며 불안정 협심증 13명(24%), 심근경색의 기왕력을 갖는 환자가 5명(9%)이었다. 대상 환자 56명에서 모두 MDCT 및 관혈적 혈관 조영술을 시행 할 수

있었다. 이들 환자의 평균 스캔 시간은 15 ± 2 초였다. 대상 환자의 과거력 및 임상 소견은 Table 2와 같다. 임상 소견 중 70% 정도가 고혈압을 갖는 환자였으며 당뇨 환자도 21명(38%)

Table 2. Baseline characteristics of study population

Total	56
Age (years)	67 ± 9
Gender	M : F=33 : 23
DM (%)	21 (38)
Hypertension (%)	39 (70)
Smoking (%)	23 (41.8)
Previous stroke (%)	1 (1.8)
PCI history (%)	29 (52)
TMT positive (%)	6 (10.9)
Thalium positive (%)	11 (20)
Total cholesterol (mg/dL)	168.8 ± 39.2
Total triglyceridemia (mg/dL)	150.9 ± 77.2
Serum creatinine (mg/dL)	1.07 ± 0.30
Serum calcium (mEq/dL)	8.8 ± 0.4
hs-CRP (mg/L)	6.38 ± 9.3

PCI: percutaneous coronary intervention, TMT: treadmill test, hs-CRP: high sensitive C-reactive protein

Table 3. Lesion characteristics of calcified coronary artery

	MDCT lesion	Stenosis (angiogram/CT)	P
Lt.main	2 (2.7%)	0/2	0.55
LAD			
Proximal	22 (30.1%)	13/20	0.64
Mid	19 (26.0%)	14/19	0.30
Distal	1 (1.4%)	1/1	0.52
LCx			
Proximal	3 (4.1%)	2/3	0.11
Distal	5 (6.8%)	4/5	0.89
RCA			
Proximal	8 (11.0%)	3/8	0.31
Mid	6 (8.2%)	4/6	0.54
Distal	7 (9.6%)	4/7	0.14
Stenosis			
S1	28 (38.4%)	14/28 S1 (50%)	$\chi^2=2.60/p=0.130$
S2	45 (61.6%)	31/45 S2 (68%)	
Morphology			
M1	28 (38.4%)	12/28 M1 (42%)	$\chi^2=6.73/p=0.013^*$
M2	45 (61.6%)	33/45 M2 (73%)	
Length			
L1	14 (19.2%)	5/14 L1 (35%)	$\chi^2=7.02/p=0.036^*$
L2	32 (43.8%)	19/32 L2 (59%)	
L3	27 (37%)	21/27 L3 (78%)	
Number			
N1	38 (52.1%)	17/38 N1 (44%)	$\chi^2=9.58/p=0.003^*$
N2	35 (47.9%)	28/35 N2 (80%)	

χ^2 =chi square. *: $p<0.05$, LAD: left anterior descending, RCA: right coronary artery, MDCT: multi detector computed tomography, LCx: left circumflex artery

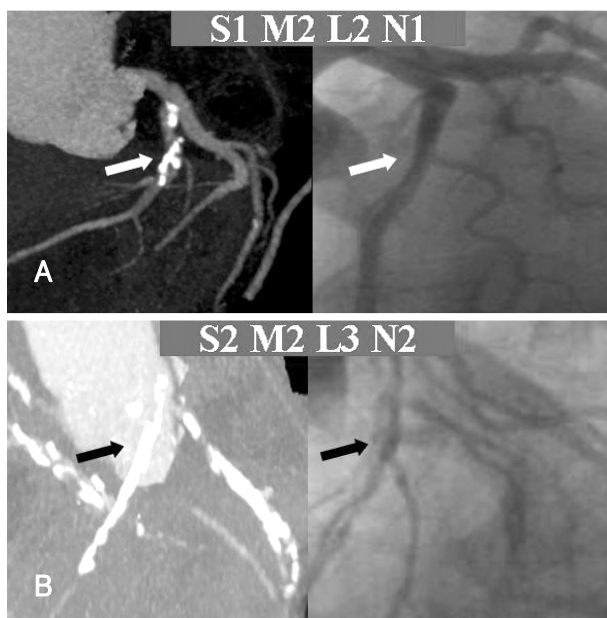


Fig. 1. The examples of morphologic classification of coronary artery calcification (CAC) on MDCT and comparison with the angiographic severity. A: nonobstructing (S1), elongate (M2), segmental (L2) and single vessel (N1) CAC on MDCT was not actually stenotic lesion on angiography. B: obstructing (S2), elongate (M2), diffuse (L3) and multivessel (N2) CAC was consistent with the diffuse and significant stenosis on angiography. MDCT: multi detector computed tomography.

Table 4. Prediction of angiographic stenosis in coronary calcified lesion on MDCT

	Angiographic stenosis	Angiographic no-stenosis	Positive predictive value=69%	Negative predictive value=50%
S1 on MDCT	14	14		
S2 on MDCT	31	14		

MDCT: multi detector computed tomography

운동 부하 검사나 thallium 핵의학 검사상 양성을 보인 환자도 10.9%, 20%를 각각 보였다.

CAC의 위치와 혈관 위치에 따른 협착의 상관 관계

대상 환자들의 CAC는 42 병변(57.5%)은 좌전하행지에 위치하였으며 이중 근위부나 중간 부위에 위치하는 경우는 41 병변(56.1%)이었다. 좌회전지는 8 병변(10.9%), 우 관상동맥은 21 병변(28.8%)에 해당하였으며 이들 CAC의 위치에 따른 관상 동맥 협착 정도와는 통계적으로 유의하지 않았다(좌전하행지: $p=0.49$, 좌회전지: $p=0.66$, 우 관상동맥: $p=0.21$) (Table 3).

CAC의 형태학적 분류

석회화의 두께가 혈관 내강의 직경에서 차지하는 비율로 나눈 폐쇄성 정도는 28 병변(38%)에서 내강의 50%미만에 해당하는 비 폐쇄성(S1) 형태를 나타내었고 45 병변(62%)에서 50% 이상의 폐쇄성 병변(S2)을 나타내었다. 이중 S2로 분류된 폐쇄성 병변과 실제 조영술에서의 혈관 협착 유무와는 통계적으로 유의한 상관 관계를 보이지 않았다($\chi^2=2.60$, $p=0.13$) (Table 2). CAC의 모양에 따른 분류에서 28 병변(38.4%)은 점상(M1) 형태를 띠었으며 45 병변 (61.6%)에서는 선형(M2)를 보였는데 M2 형태는 조영술에서의 협착과도 유의한 상관 관계를 나타내었다($\chi^2=6.73$, $p=0.013$). 길이에 따른 분류에서는 전체 CAC 중 14 병변(19.2%)이 L1 형태의 CAC였으며 32 병변 (43.8%)에서 2 cm이하의 L2를 나타내었으며 27 병변(37%)에서 2 cm 초과와 미만성(L3) CAC를 나타내었다. L3 병변 중 21예(78%)에서 실제 협착이 있었다($\chi^2=7.02/p=0.036$). 혈관의 개수에 따른 분류에서 단일 혈관의 CAC(N1)는 38예(52.1%)이고 다혈관 CAC(N2) 35예(47.9%)중 28예(80%)에서 실제 조영술에서의 협착과 일치하였다($\chi^2=9.58/p=0.003$) (Table 3). 이들 형태학적 분류 중 다변량 분석을 통해 혈관 협착을 예측할 수 있는 독립 예측 인자는 다혈관 협착(N2)으로 나타났다 [$p=0.019$, $\beta=3.77$, CI: 1.23~11.5(95%)].

CAC와 조영술에서의 혈관 협착 예측의 정도

CAC를 MDCT에서 폐쇄성 정도로 분류하면 전체 병변 중 28예가 CT에서의 비 폐쇄성 병변이었으며 이중 조영술에서 협착으로 판명된 경우는 14예(50%)이고 비 협착으로 판명된 경우는 14예(50%)이었다. 또 CT에서 폐쇄성으로 판명된 경우는 총 45예이며 이중 조영술에서도 50%이상의 협착이 발견된 경우는 31예(61.6%)로 CAC를 동반한 MDCT의 폐쇄성 병변은 조영술에서의 협착 병변에 대한 민감도는 69% 특이도는

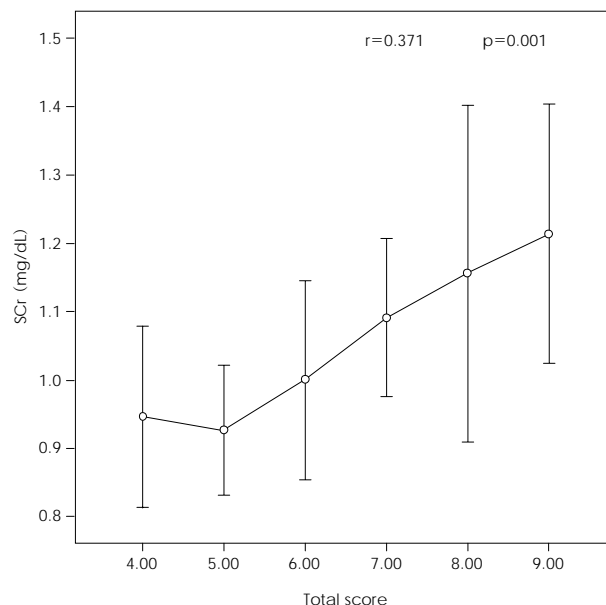


Fig. 2. Total score of CAC on MDCT was significantly correlated with only serum creatinine among the cardiovascular risk factors. CAC: coronary artery calcification, MDCT: multi detector computed tomography, SCr: serum creatinine.

50%이며 양성 예측도는 69% 음성 예측도는 50%로 나타났다 (Table 4).

Total CAC score와 관상 동맥 위험 인자의 상관 관계

대상 56명의 평균 형태학적 분류에 따른 관상동맥 CAC score는 6.9 ± 1.9 이었고 관상동맥 위험인자인 당뇨, 고혈압, 뇌졸중 병력, thallium 심근 주사 및 운동 부하 검사의 양성 비율과 Total CAC Score는 통계적인 유의성이 없었다($p>0.05$). 혈청학적 검사에서는 총 콜레스테롤, CRP, HDL, 중성 지방, 총 혈중 칼슘 농도나 인 수치와는 통계적인 연관성을 보이지 않았으나 혈중 크레아티닌과는 유의한 통계적 상관 관계를 보였다($r=0.371$, $p=0.001$) (Fig. 2). ROC(receiver operator curve)를 통해 관상 동맥 Total CAC Score와 조영술에서의 실제 협착 정도와 비교하였을 때 Total CAC Score가 6점 이상 일 경우 조영술에서 협착을 예측할 수 있는 민감도가 75%, 특이도가 45%로 나타났다 (Fig. 3).

고 찰

초기에 MDCT를 통한 관상 동맥의 협착을 평가하는 연구에서 MDCT의 민감도와 특이도는 매우 높은 수준이었다. 그러나 대상 환자들이 주로 CAC 정도가 심하지 않거나 최소

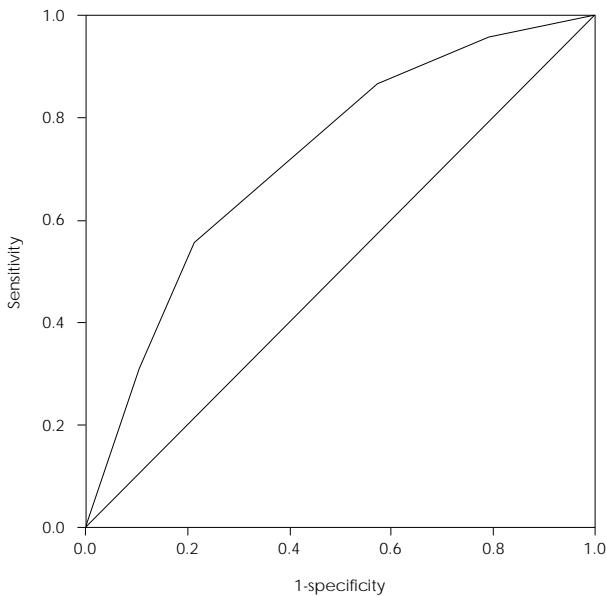


Fig. 3. ROC curve shows that the total score over the 6, it has the sensitivity 75%, specificity 45% and positive predictive value=75%, negative predictive value=60% for predicting the angiographic stenosis. ROC: receiver operating curve.

의 motion artifact, 2 mm이상의 혈관인 비교적 고화질의 영상을 얻을 수 있는 대상이었다는 비판도 있었다.¹⁴⁻¹⁶⁾ Heuschmid 등¹²⁾은 MDCT를 이용한 관상 동맥 협착의 발견 예측율은 59%의 민감도와 87%의 특이도를 보고하였고 이중 Agatston Score 1000점 미만인 심하지 않은 CAC만을 대상으로 하면 93%와 94%의 높은 민감도와 특이도를 보인다 하여 CAC 병변은 협착 정도가 과평가되는 중요한 제한점이라 하였다. 또한 국소적으로 분포하는 관상 동맥 죽상 경화반 및 협착을 기존의 전반적인 간접적 평가 방법인 Total CAC Score로 평가하기에는 한계가 있어 실제 CAC의 정량적인 분석이나 Agatston CAC Score와 혈관의 협착 정도의 상관도가 높지 않다는 보고도 있다.¹⁷⁻¹⁹⁾ 본 연구에서는 MDCT에서 보이는 CAC 병변을 형태학적 및 분포에 따른 분류만으로 조영술에서의 유의한 협착을 예측할 수 있는지를 알아보려고 하였는데 이전 연구에서 Kajinami 등¹³⁾은 본 연구와 같이 EBCT를 이용한 CAC를 길이, 넓이 등으로 분류하여 병변 혈관 직경의 2/3 이상의 길이와 면적을 갖는 미만성 CAC 병변은 유의한 협착에 대한 양성 예측율을 0.59로 보고한 바 있다. 실제로 본 연구에서도 CAC 병변에 대한 MDCT의 민감도는 69%였고 특이도 역시 45~50% 정도에 해당하였다. 다른 연구에서는 Framingham score와 Total CAC Score를 이용해 관상 동맥 질환의 유무를 평가하는 종합적 모델을 적용하여 실제 50세 이상의 관상 동맥 칼슘 점수 0을 갖는 환자는 거의 100%의 관동맥 협착 질환을 배제할 수 있는 것을 보고한 바 있다.²⁰⁻²²⁾ 본 연구에서도 CAC의 형태에 따라 다양한 점수를 갖는 모델을 제안 하였다. 이에 따르면 형태학적 분석을 이용한 CAC Score 모델은 육안적 CAC 병변 협착 평가에서 보

다 민감도가 6% 정도 상승되는 효과를 가져왔으며 여러 예측인자 중 다변량 분석을 통한 유의한 협착의 독립 예측인자는 다혈관 CAC로 조사 되었다. 즉 MDCT에서 다혈관의 CAC를 갖는 환자일수록 CAC 병변이 유의한 관상 동맥의 협착을 시사한다고 할 수 있다. 이러한 상승 효과의 이유 중 하나는 여러 곳에 분포된 작은 국소적 CAC는 한 병변에 국한된 큰 CAC와 Agatston score는 같을 수 있지만 본 연구와 같은 분석은 형태적 특성에 따라 병변마다 각각 분석할 수 있어 병변에 따른 다양성을 조금 더 자세히 예측할 수 있어서라 생각된다. 또 CAC가 위치한 혈관의 종류나 위치에 따른 협착 예측 정도에는 차이가 없었으며 이는 Hoffmann 등⁹⁾의 보고와 유사하였다. Nitta 등²³⁾이 발표한 투석을 시행 받는 만성 신부전 환자에서 MDCT 상의 Total CAC Score는 관상 동맥 질환의 발생과 관계 깊다는 주장과 유사하게 본 연구에서도 형태학적 CAC는 신부전과 유무와 상관 없이 혈청 크레아틴과 연관이 있음을 알 수 있었다. 본 연구는 조영 증강 영상에서 CAC의 형태를 분류하였다. 이는 EBCT를 통한 비 조영 영상에서 구성한 calcium score와 달리 관상 동맥의 주행에 따라 형성된 CAC의 형태학적 특성을 분석하기 위해서는 조영 증강이 필요하며 EBCT와 같은 반자동화된 calcium score 측정에서는 조영 증강과 CAC의 구별이 어려울 수 있으나 본 연구와 같이 육안적 형태학적 관찰에서는 실제 CAC와 조영 증강된 혈관의 구별이 어렵지 않았다. 이 연구에서의 제한점은 첫째, 대상 환자의 수가 적은 후향적 조사이고 둘째, 관상 동맥의 CAC 병변의 분류가 인위적 이었다는 점 셋째, 조영 방법이나 CAC의 객관적 정량 방법이 부족하였고 MDCT 판정자의 오차 부분을 검증하지 못했다는 것이다. 그러나 본 연구의 의의는 협착의 유무를 평가하기 어려운 MDCT에서의 CAC 병변을 형태학적으로 각각 분류하여 협착과 연관된 형태적 특성을 밝혔다는 것과 이를 이용한 점수형 모델을 만들 수 있었다는 것이며 관상 동맥 조영술의 협착 정도와 비교하였을 때 기존의 알려진 민감도나 특이도보다 향상된 예측율을 보였다는 것이다. 이러한 사실은 CAC 병변에 대해 기존의 전반적인 정량 분석뿐 아니라 각각의 병변에 대한 형태학적 특징을 분석하는 것도 임상적으로 중요함을 의미한다.

요 약

배경 및 목적:

MDCT를 이용한 관상 동맥 석회화(Coronary Artery Calcification, 이하 CAC)의 정량적 평가는 관상 동맥 동맥 경화를 평가는 대표적인 방법으로 알려져 있다. 하지만 MDCT를 이용한 CAC의 분석은 협착을 과대 평가한다고 알려져 있다. 본 연구에서는 MDCT 상의 CAC 병변을 형태학적 크기 모양 등으로 분류하여 조영술에서의 협착 정도와 비교 평가하였다.

방 법:

56명의 환자 중에 73개의 병변에 대해 분석을 하였고 CAC

는 네가지로 분류하여 CT상의 협착 정도(S), CAC의 모양(M), 길이(L), 병변 혈관 개수(N) 및 각각을 점수화 하여 분류하였으며 각각을 조영술에서의 협착 정도와 비교하였다.

결 과 :

형태학적 분류상 미만성(L3), 선형(M2), 다혈관 병변(N2)이 조영술에서의 혈관 협착과 관련이 있었다($p=0.03$, $p=0.019$, $p=0.002$). 다변량 분석을 통한 관상 동맥 협착을 예측할 수 있는 독립 예측 인자는 다혈관 병변으로 나타났다($p=0.019$, $\beta=3.77$). MDCT에서의 폐쇄성 CAC 병변은 조영술에서의 협착과 통계적인 유의성이 없으며 총 점수 6점 이상인 병변은 78%의 음성 예측도를 나타내었다.

결 론 :

MDCT에서의 CAC 병변은 조영술에서의 협착과 반드시 일치하지는 않았으며 미만성 및 다혈관에 존재하는 CAC는 조영술에서의 협착과 유의한 상관 관계를 보였다. 또 형태학적 분류에 의한 total calcium score는 협착 병변을 예측하는데 유용하였다. 따라서 형태학적 특징에 의한 CAC의 분류는 조영술에서의 협착을 예측하는데 도움을 준다.

중심 단어 : 석회화 ; 관동맥 협착 ; 컴퓨터 단층 촬영.

본 연구는 서울시 산학연 협력사업의 지원에 의하여 이루어진 것임 (10526).

REFERENCES

- 1) Frink RJ, Achor RW, Brown AL Jr, Kincaid OW, Brandenburg RO. Significance of calcification of the coronary arteries. *Am J Cardiol* 1970;26:241-7.
- 2) McCarthy JH, Palmer FJ. Incidence and significance of coronary artery calcification. *Br Heart J* 1974;36:499-506.
- 3) Choe YH. Noninvasive imaging of atherosclerotic plaques using MRI and CT. *Korean Circ J* 2005;35:1-14.
- 4) He ZX, Hedricks TD, Pratt CM, et al. Severity of coronary artery calcification by electron beam computed tomography predicts silent myocardial ischemia. *Circulation* 2000;101:244-51.
- 5) Berman DS, Wong ND, Gransar H, et al. Relationship between stress-induced myocardial ischemia and atherosclerosis measured by coronary calcium tomography. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:923-30.
- 6) Berman D. Complementary roles of coronary calcium scanning and myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Cardiol* 2004;11:379-81.
- 7) Anand DV, Lim E, Raval U, Lipkin D, Lahiri A. Prevalence of silent myocardial ischemia in asymptomatic individuals with subclinical atherosclerosis detected by electron beam tomography. *J Nucl Cardiol* 2004;11:450-7.
- 8) Park CS, Chung WS, Youn HJ, et al. Association between the serum osteoprotegerin level and target lesion calcium in coronary artery disease. *Korean Circ J* 2006;36:337-42.
- 9) Hoffmann U, Moselewski F, Cury RC, et al. Predictive value of 16-slice multidetector spiral computed tomography to detect significant obstructive coronary artery disease in patients at high risk for coronary artery disease: patient-versus segment-based analysis. *Circulation* 2004;110:2638-43.
- 10) Breen JF, Sheedy PF 2nd, Schwartz RS, et al. Coronary artery calcification detected with ultrafast CT as an indication of coronary artery disease. *Radiology* 1992;185:435-9.
- 11) Rumberger JA, Sheedy PF 3rd, Breen JF, Schwartz RS. Coronary calcium, as determined by electron beam computed tomography, and coronary disease on arteriogram: effect of patient's sex on diagnosis. *Circulation* 1995;91:1363-7.
- 12) Heuschmid M, Kuettner A, Schroeder S, et al. ECG-gated 16-MDCT of the coronary arteries: assessment of image quality and accuracy in detecting stenoses. *AJR Am J Roentgenol* 2005;184:1413-9.
- 13) Kajinami K, Seki H, Takekoshi N, Mabuchi H. Coronary calcification and coronary atherosclerosis: site by site comparative morphologic study of electron beam computed tomography and coronary angiography. *J Am Coll Cardiol* 1997;29:1549-56.
- 14) Oh HJ, Kwon KH, Park SH, et al. CT coronary angiography using multidetector computed tomography in coronary artery disease: a comparative study to quantitative coronary angiography. *Korean Circ J* 2004;34:1167-73.
- 15) Nieman K, Cademartiri F, Lemos PA, Raaijmakers R, Pattynama PM, de Feyter PJ. Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography. *Circulation* 2002;106:2051-4.
- 16) 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* 2003;107:664-6.
- 17) Budoff MJ, Georgiou D, Brody A, et al. Ultrafast computed tomography as a diagnostic modality in the detection of coronary artery disease: a multicenter study. *Circulation* 1996;93:898-904.
- 18) Schmermund A, Baumgart D, Gorge G, et al. Measuring the effect of risk factors on coronary atherosclerosis: coronary calcium score versus angiographic disease severity. *J Am Coll Cardiol* 1998;31:1267-73.
- 19) Raggi P, James G. Coronary calcium screening and coronary risk stratification. *Curr Atheroscler Rep* 2004;6:107-11.
- 20) Raggi P, Berman DS. Computed tomography coronary calcium screening and myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol* 2005;12:96-103.
- 21) Bielak LF, Rumberger JA, Sheedy PF, Schwartz RS, Peyser PA. Probabilistic model for prediction of angiographically defined obstructive coronary artery disease using electron beam computed tomography score strata. *Circulation* 2000;102:380-5.
- 22) Keelan PC, Bielak LF, Ashai K, et al. Long-term prognostic value of coronary calcification detected by electron-beam computed tomography in patients undergoing coronary angiography. *Circulation* 2001;104:412-7.
- 23) Nitta K, Akiba T, Suzuki K, et al. Assessment of coronary artery calcification in hemodialysis patients using multi-detector spiral CT scan. *Hypertens Res* 2004;27:527-33.