

MDCT 관동맥 조영술을 이용한 관동맥질환의 스크리닝

Application of Coronary MDCT Angiography for the Evaluation of Coronary Artery Disease

최 상 일 | 서울의대 영상의학과 | Sang Il Choi, MD

Department of Diagnostic Radiology, Seoul National University College of Medicine

E-mail : drsic@radiol.snu.ac.kr

J Korean Med Assoc 2007; 50(2): 120 - 126

Abstract

Despite several limitations, multidetector CT (MDCT) such as 64-slice scanner recently draws attention as the first-line test for the evaluation of chest pain or as a complementary test in patients with equivocal stress test results due to its high negative predictive value and high sensitivity and specificity. In addition, MDCT has the potential as a screening test in asymptomatic patients with a high risk of coronary artery disease. However, the evaluation of in-stent restenosis by MDCT is not infrequently challenging by artifacts caused by metal, especially in smaller stents. In this review, the author will discuss the role of MDCT in patients with suspected coronary artery disease and highlight cardiac MDCT as an emerging diagnostic tool in a routine clinical practice.

Keywords : Coronary artery; Angina; Computed Tomography

핵심용어 : 관동맥; 협심증; 전산화단층촬영술

서론

관동맥질환의 진단에 있어 정확한 임상병력 청취는 무엇보다도 중요하며, 지난 수 십년간 침습적 관상동맥 조영술이 표준 검사법으로 자리잡아 왔다. 관동맥질환의 평가를 위한 비침습적 검사로서 운동부하 심전도, 심근 관류 스캔 및 부하 심초음파 검사 등은 환자의 치료방침 결정 및 예후를 판정함에 있어 매우 중요한 역할을 하고 있어 과거부터 널리 이용되어 왔으나, 최근 다절편 CT(multidetector CT, 이하 MDCT) 기술의 급격한 발달에 힘입어 이를 이용한 관동맥질환에서의 임상적용이 대폭 증가하고 있다. 특히 현재 가장 진보된 64열 MDCT는 관동맥 협착에 대한 평가에 있어 90% 이상의 진단적 정확도를 보이고 있

어, 관동맥질환이 의심되는 환자에서 새로운 진단기법으로 각광을 받고 있다. 따라서 필자는 MDCT를 이용한 관동맥 질환에서의 임상적용 및 한계점 그리고 향후 발전방향에 대해 초점을 맞추어 소개하고자 한다.

최근 도입된 64절편 MDCT는 높은 심박동수를 가진 환자 및 1.5mm 이하의 작은 관동맥을 분석대상에 포함하고도 90% 이상의 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity) 및 음성 예측도(negative predictive value)를 보고하고 있다(1~3). 하지만 MDCT는 다른 비침습적 심장 영상들과는 달리 기능적(functional imaging)이 아닌 해부학적 영상(anatomical imaging)이므로 중등도의 관동맥 협착(moderate stenosis)을 보이거나 관상동맥의 경련(spasm) 또는 모세혈관에서 기인하는 협심증(variant or microvas-

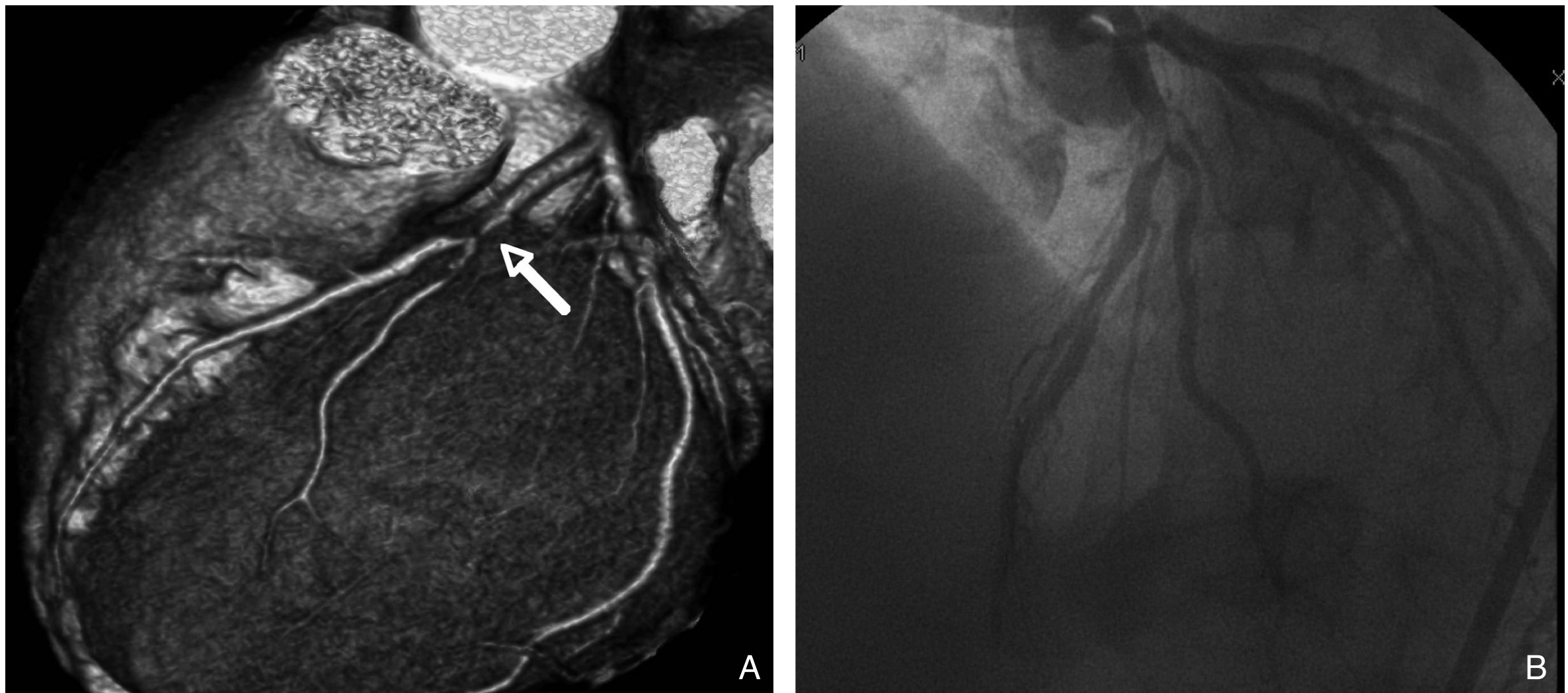


Figure 1. A 52-year-old man with atypical chest pain, but normal treadmill test. (A) Cardiac MDCT shows tight discrete stenosis (90%) at proximal LAD and os area of 1st diagonal branch (arrow). (B) Conventional coronary angiography reveals tight stenosis at the same area (arrow) and is very well correlated with cardiac MDCT

cular angina) 등의 경우 흉통의 원인이 심장 또는 비심장 구조물에서 기인하는지를 알 수 없다는 단점이 있다. 따라서 실제 임상에서는 MDCT의 최대 장점인 95% 이상의 높은 음성 예측도를 이용하여 관동맥질환의 가능성이 낮지만 반드시 관동맥질환을 배제해 주어야 하는 경우에 우선적으로 고려되어야 한다. 또한 기존의 운동부하 검사의 민감도가 70% 정도로 비교적 낮기 때문에 관동맥질환이 상당히 의심되는 환자에서 MDCT가 아닌 다른 비침습적 검사에서 애매한(equivocal) 결과를 보이는 경우 등에 있어 높은 민감도를 바탕으로 MDCT의 적응증을 설정하는 것이 가장 바람직하다고 생각된다.

관동맥질환에서의 심장 MDCT의 임상적용

1. 비전형적 흉통(Atypical, Symptomatic, Chest Pain)

현재 심장 MDCT가 임상에서 가장 많이 적용되는 경우는 95% 이상의 높은 음성 예측도(negative predictive value)를 이용하여 경도 또는 중등도의 관상동맥질환의 위험성을 가지고 있는 비전형적 흉통 환자에서 관상동맥질환을 배제하기 위하여 사용되고 있다. 또한 CT 검사는 심장 뿐만 아

니라 폐, 종격동, 흉벽등 심장 이외에서 기인하는 흉통을 진단하는 데 유용하므로 비전형적인 흉통을 가진 환자에서 한 번의 검사로 많은 정보를 얻을 수 있다(4~6).

2. 부하 검사에서 애매한 결과를 보이는 고위험군의 환자 (High Risk Patient With Equivocal Stress Test)

심장 MDCT는 심한 석회화 경화반(dense calcified plaque) 및 빠른 심장 운동에 의한 허상(motion artifact)으로 인하여 비교적 낮은 양성예측률(positive predictive value)을 보이므로 아직까지는 고위험군의 흉통 환자에서 일차적 또는 독자적인 검사기법으로 완전히 확립되어 있지 않다. 하지만 운동 부하 심전도 검사나 SPECT와 같은 부하검사에서 애매한 결과를 보이는 고위험군의 안정형 협심증 환자에게 심장 MDCT를 시행함으로써 불필요한 고식적 관상동맥 조영술을 감소시킬 수 있다(Figure 1)(7, 8).

3. 관상동맥의 만성 완전 폐색

(Preprocedural Evaluation of Chronic Total Occlusion)

관상동맥의 만성 완전 폐색(chronic total occlusion)을 보이는 환자에서 중재적 시술 실패의 주요 원인은 폐색 길이

(occlusion length)가 길거나 심한 석회화(severe calcification)가 있는 경우로 알려져 있으며, 심장 MDCT는 관상동맥의 3차원적인 폐색 길이 및 내부의 석회화 정도가 평가 가능하므로 시술 전 대상환자 선정 및 치료계획을 세우는 데 유용하다(9).

4. 급성 관동맥 증후군 (Acute Coronary Syndrome)

64절편 MDCT의 도입과 함께 급성 흉통의 3대 중요한 원인인 대동맥 박리(aortic dissection), 폐색전증(pulmonary thromboembolism) 및 급성 관동맥 증후군(acute coronary syndrome)을 한번에 평가할 수 있게 되었으며(“Triple rule-out”)(Figure 9), 따라서 원인이 명확하지 않은 급성 흉통을 주소로 내원한 환자에서 MDCT는 빠른 시간 내에 정확한 진단을 바탕으로 효율적인 치료가 가능할 수 있다는 장점이 있다(10, 11). 또한 급성 관동맥 증후군이 의심되는 환자에서 심장 MDCT를 시행함으로써 치료방침을 결정하는데 도움이 되었다는 연구 결과도 있으며 이러한 용도로 MDCT의 이용은 향후 추가적인 대규모 연구 결과를 기다려 볼 필요가 있다(12, 13).

5. 관상동맥 우회로 술전 평가 (Preoperative Evaluation of Coronary Artery Bypass Graft)

관상동맥 우회로 수술 전의 환자 평가에서 심장 MDCT는 고식적 관상동맥 조영술과 비교하여 문합부위의 선정(target anastomosis site)을 위한 석회화된 경화반의 발견, 문합부위의 직경 평가 및 심근교(myocardial bridging) 유무를

Table 1. Current application of Cardiac MDCT in a clinical context(Reference from 26).

Indications	Class*	Level of Evidence*
Assessment of Obstructive Disease in Symptomatic Patients	IIa	B
Work – up of known or suspected coronary anomalies	IIa	C
Follow – up after bypass surgery	IIb	C
Follow – up of percutaneous coronary intervention	III	C
Asymptomatic Persons as Screening Test for Atherosclerosis	III	C
Assessment of non – calcified plaque	III	C

* AHA evidence – based scoring system

Table 2. Appropriate indication of Cardiac MDCT for the evaluation of coronary artery in a clinical context(Reference from 26).

Indications*	Median Score*
Detection of CAD: Symptomatic – Evaluation of Chest Pain Syndrome - Intermediate pre – test probability of CAD - ECG uninterpretable OR unable to exercise	7
Detection of CAD With Prior Test Results – Evaluation of Chest Pain Syndrome - Uninterpretable or equivocal stress test (exercise, perfusion, or stress echo)	8
Detection of CAD: Symptomatic – Acute Chest Pain - Intermediate pre – test probability of CAD - no ECG changes and serial enzymes negative	7
Detection of CAD: Symptomatic – Evaluation of Intra-Cardiac Structures - Evaluation of suspected coronary anomalies	9
Structure and Function – Morphology - Evaluation of coronary arteries in patients with new onset heart failure to assess etiology	7

* Appropriate Indications (Median Score 7–9)

평가하는 데 있어 매우 유용하다. 또한 심막외 지방조직 깊숙히 위치한 관상동맥 혈관을 3차원적으로 평가할 수 있어 수술계획 수립에 도움을 준다(14, 15).

6. 관상동맥 스텐트 시술후의 재협착 평가 (Evaluation of Stent Patency)

관상동맥 스텐트 시술 후 그 개통성과 재협착 유무를 평가하는 것은 매우 중요하다. 그러나 현재까지 MDCT를 이용한 스텐트 내의 재협착 평가는 어려운데, 이는 스텐트 재질에 따라 금속 성분이 많이 포함될수록 잘 발생하게 되는 인공음영(beam hardening artifact)과 부족한 공간 해상능 때문으로 앞으로 좀 더 많은 연구와 기술의 발전이 필요하다. 현재까지 16절편 및 64절편 MDCT를 이용한 연구 결과에 따르면 좌주 관상동맥(left main coronary artery)을 포

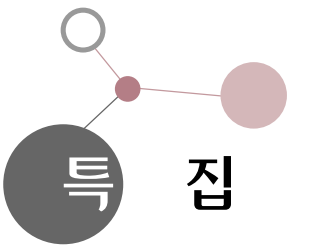


Table 3. Uncertain Indication of Cardiac MDCT for the evaluation of coronary artery in a clinical context (Reference from 26).

Indications*	Median Score*
Detection of CAD: Symptomatic – Evaluation of Chest Pain Syndrome - Intermediate pre–test probability of CAD - ECG interpretable AND able to exercise	5
Detection of CAD: Symptomatic – Acute Chest Pain - Low pre–test probability of CAD - no ECG changes and serial enzymes negative	5
Detection of CAD: Symptomatic – Acute Chest Pain - High pre–test probability of CAD - no ECG changes and serial enzymes negative	6
Detection of CAD: Symptomatic – Acute Chest Pain - “Triple rule out” –exclude obstructive CAD, aortic dissection, and pulmonary embolism - Intermediate pre–test probability for one of the above - ECG/no ST–segment elevation and initial enzymes negative	4
Detection of CAD: Asymptomatic (Without Chest Pain Syndrome) - High CHD risk (Framingham)	4
Risk Assessment: Preoperative Evaluation for Non – Cardiac Surgery - Intermediate perioperative risk	5
Detection of CAD: Post PCI – Evaluation of Chest Pain Syndrome - History of percutaneous revascularization with stents	5
Detection of CAD: Post CABG – Evaluation of Chest Pain Syndrome - Evaluation of bypass grafts and coronary anatomy	6
Structure and Function – Evaluation of Ventricular and Valvular Function - Evaluation of LV function following myocardial infarction OR in heart failure patients - Patients with technically limited images from echocardiogram	4

* Uncertain Indications (Median Score 4–6)

함하여 3mm 이상의 관동맥 직경 및 지주(strut)의 두께가 140mm 이하인 경우 스텐트내 재협착 유무의 평가가 가능하다는 보고가 있다(16~19).

7. 관상동맥의 정상 변이 및 선천성 기형

(Normal Variation and Congenital Anomaly)

대동맥과 폐동맥 사이를 관동맥이 지나는 경우 허혈 및 급사가 가능하며, MDCT는 관동맥의 주행경로 이외에도 이러한 대혈관과의 관계를 입체적으로 확인할 수 있다는 장점이 있다.

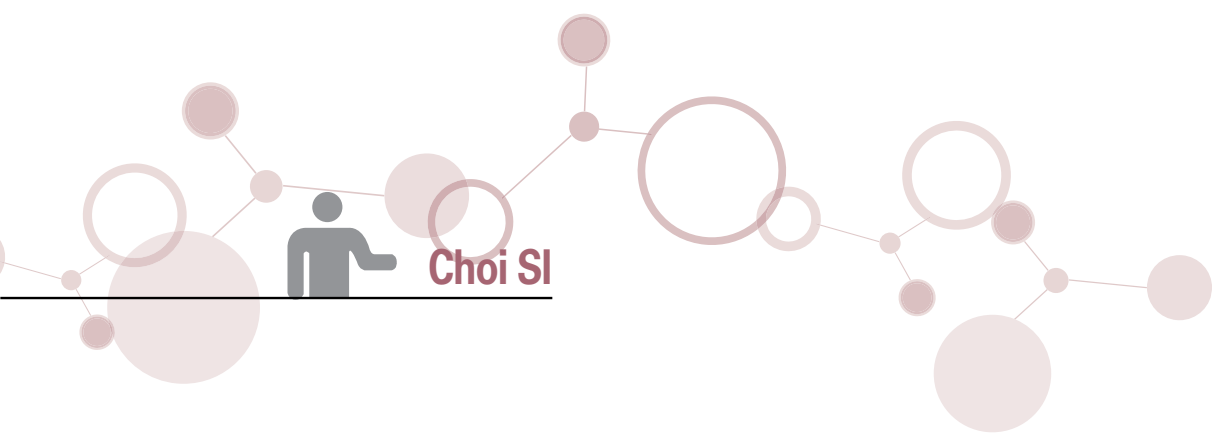
이 외에도 관동맥루나 동맥류를 포함한 각종 정상 변이 및 선천성 기형 소견들도 MDCT를 이용하면 진단이 쉽다(20, 21). 고식적인 관상동맥 혈관조영술에서 변이 또는 기형의 평가가 애매한 경우, 확진을 위해 MDCT를 유용하게 사용할 수 있다.

8. 무증상의 관동맥 위험군 환자에서 선별검사

(Screening Test for Asymptomatic Patient with Risk Factor)

비록 아직까지는 무증상을 가진 환자에서 심장 MDCT는 관상동맥 위험군 환자에서 선별검사로 추천되지는 않지만, 관동맥 MDCT의 가장 큰 장점 중의 하나인 취약 경화반(vulnerable plaque)의 조기발견 가능성과 함께 관동맥질환의 조기진단은 급성 관동맥 증후군의 위험성을 가진 고위험군의 환자에서 2차 예방을 위한 유용한 선별검사로서의 가능성이 있다.

특히 심장 질환의 위험도가 높은 당뇨병이나 고혈압 환자 등의 무증상 관상동맥질환 고위험군에 있어 MDCT는 유용한 선별검사방법으로 대두되고 있다(22, 23). 또한 심전도에서 완전좌각차단(Left bundle branch block)을 가진 무증상 환자에서 MDCT는 유의한 관동맥 협착의 평가를 배제하는 데 유용하다(24).

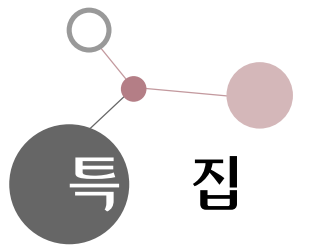


결론

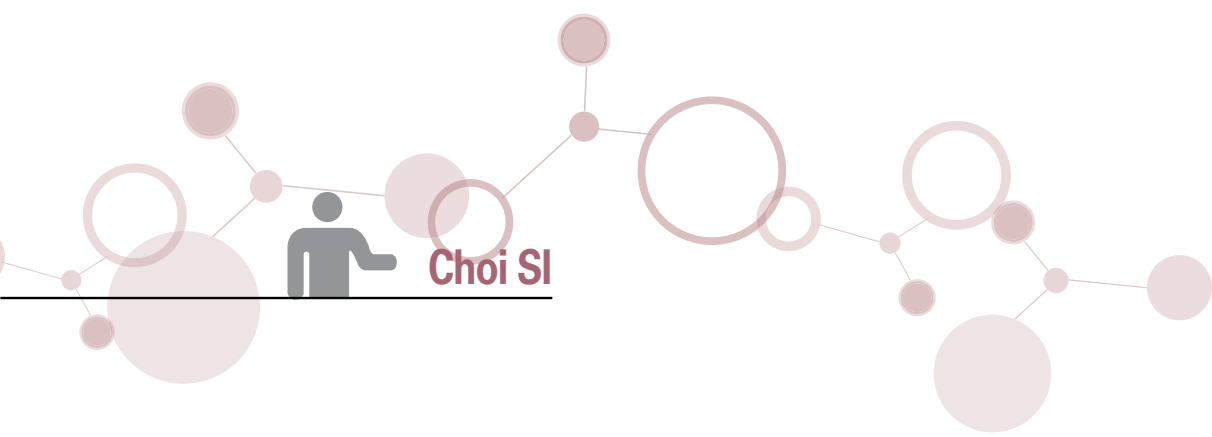
심장 MDCT는 향상된 공간분해능과 짧은 스캔시간으로 비약적인 발전을 이루었으나, 아직도 몇가지 기술적인 문제점을 해결해야 하는 과제를 가지고 있다. 하지만 1초 이하의 짧은 스캔시간을 보이는 256절편 MDCT와 같은 다음 세대의 MDCT는 이러한 문제점들을 모두 극복할 것으로 보여, 1~2년 이내에 관상동맥영상을 포함한 심장 검사에 새로운 전기를 마련해 줄 것으로 기대된다(25). 따라서 허혈성 심질환이 의심되는 환자에 있어 기존의 비침습적인 진단방법인 운동부하 심전도 검사, 심근 SPECT 등과 비교하여 비교적 좋은 진단 성적을 보이고 있는 MDCT는 앞으로 “first-line imaging”으로서 그 역할이 완전히 확립되지 않았지만, 앞으로 대폭적으로 증가할 가능성이 높다(Table 1~3). 즉 일차적으로 심장 MDCT를 시행하여 그 결과가 애매하거나 혈역학적 의미를 알기 어려운 중등도의 협착이 있는 경우 심근 SPECT를 시행하거나, 운동 부하 심전도검사와 병행하여 시행한다면 동시에 해부학적 및 기능적 평가를 할 수 있다(28~30). 그러나 이에 앞서 임상적 적응을 확립하기 위해서는 MDCT의 장점 및 단점, 한계점을 명확히 이해하고 이에 대한 많은 연구가 선행되어야 한다. 결론적으로 MDCT는 지속적인 기술 발전과 더불어 좀 더 정확한 형태적인 관찰 뿐 아니라 다양한 기능적인 검사를 상용화 시킬 것이며, 그 임상적용은 앞으로 비약적으로 증가될 것이다.

참고문헌

- Leschka S, Alkadhi H, Plass A, Desbiolles L, Grunenfelder J, Marincek B, Wildermuth S. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience. *Eur Heart J* 2005;26:1482-1487.
- Raff GL, Gallagher MJ, O'Neill WW, Goldstein JA. Diagnostic Accuracy of Noninvasive Coronary Angiography Using 64-Slice Spiral Computed Tomography. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:552-557.
- Mollet NR, Cademartiri F, van Mieghem CA, Runza G, McFadden EP, Baks T, Serruys PW, Krestin GP, de Feyter PJ. High-resolution spiral computed tomography coronary angiography in patients referred for diagnostic conventional coronary angiography. *Circulation* 2005;112:2318-2323.
- Herzog C, Britten M, Balzer JO, Mack MG, Zangos S, Ackermann H, Schaechinger V, Schaller S, Flohr T, Vogl TJ. Multi-detector-row cardiac CT: diagnostic value of calcium scoring and CT coronary angiography in patients with symptomatic, but atypical, chest pain. *Eur Radiol* 2004;14:169-177.
- Schmermund A, Erbel R. Non-invasive computed tomographic coronary angiography: the end of the beginning. *Eur Heart J* 2005;26:145-1453.
- Garcia MJ. Noninvasive Coronary Angiography: Hype or New Paradigm? *JAMA* 2005;293:2531-2533.
- Hoffmann U, Moselewski F, Cury RC, Ferencik M, Jang IK, Diaz LJ, Abbara S, Brady TJ, Achenbach S. 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;110:2638-2643.
- Mollet NR, Cademartiri F, Nieman K, Saia F, Lemos PA, McFadden EP, Pattynama PM, Serruys PW, Krestin GP, de Feyter PJ. Multislice spiral computed tomography coronary angiography in patients with stable angina pectoris. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:2265-2270.
- Mollet NR, Hoyer A, Lemos PA, Cademartiri F, Sianos G, McFadden EP, Krestin GP, Serruys PW, de Feyter PJ. Value of preprocedure multislice computed tomographic coronary angiography to predict the outcome of percutaneous recanalization of chronic total occlusions. *Am J Cardiol* 2005;95:240-243.
- White CS, Kuo D, Kelemen M, Jain V, Musk A, Zaidi E, Read K, Sliker C, Prasad R. Chest pain evaluation in the emergency department: can MDCT provide a comprehensive evaluation? *Am J Roentgenol* 2005;185:533-540.
- Ghersin E, Litmanovich D, Dragu R, Rispler S, Lessick J, Ofer A, Brook OR, Gruberg L, Beyar R, Engel A. 16-MDCT coronary angiography versus invasive coronary angiography in acute chest pain syndrome: a blinded prospective study. *Am J Roentgenol* 2006;186:177-184.
- Dorgelo J, Willems TP, Geluk CA, Ooijen PM, Zijlstra F, Oudkerk M. Multidetector computed tomography-guided treatment strategy in patients with non-ST elevation acute coronary syndromes: a pilot study. *Eur Radiol* 2005;15:708-713.
- Hoffman U, Pena AJ, Moselewski F, Ferencik M, Abbara S, Cury RC, Chae CU, Nagurney JT. MDCT in early triage of patients with acute chest pain. *Am J Roentgenol* 2006;187:1240-1247.
- Herzog C, Dogan S, Diebold T, Khan MF, Ackermann H, Schaller S, Flohr TG, Wimmer-Greinecker G, Moritz A, Vogl TJ. Multi-detector row CT versus coronary angiography: preoperative evaluation before totally endoscopic coronary artery bypass grafting. *Radiology* 2003;229:200-208.



15. Falk V, Mourgues F, Adhami L, Jacobs S, Thiele H, Nitzsche S, Mohr FW, Coste-Maniere E. Cardio navigation: planning, simulation, and augmented reality in robotic assisted endoscopic bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2005;79:2040-2047.
16. Gilard M, Cornily JC, Rioufol G, Finet G, Pennec PY, Mansourati J, Blanc JJ, Boschat J. Noninvasive assessment of left main coronary stent patency with 16-slice computed tomography. *Am J Cardiol* 2005;95:110-112.
17. Gaspar T, Halon DA, Lewis BS, Adawi S, Schliamser JE, Rubinshtein R, Flugelman MY, Peled N. Diagnosis of coronary in-stent restenosis with multidetector row spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:1573-1579.
18. Gilard M, Cornily JC, Pennec PY, Le Gal G, Nonent M, Mansourati J, Blanc JJ, Boschat J. Assessment of coronary artery stents by 16 slice computed tomography. *Heart* 2006;92:58-61.
19. Van Mieghem CA, Cademartiri F, Mollet NR, Malagutti P, Valgimigli M, de Feyter PJ, et al. Multislice spiral computed tomography for the evaluation of stent patency after left main coronary artery stenting: a comparison with conventional coronary angiography and intravascular ultrasound. *Circulation* 2006;114:645-653.
20. Manghat NE, Morgan-Hughes GJ, Marshall AJ, Roobottom CA. Multidetector row computed tomography: imaging congenital coronary artery anomalies in adults. *Heart* 2005;91:1515-1522.
21. Kim SY, Seo JB, Do KH, Heo JN, Lee JS, Song JW, Choe YH, Kim TH, Yong HS, Choi SI, Song KS, Lim TH. Coronary artery anomalies: classification and ECG-gated multi-detector row CT findings with angiographic correlation. *Radiographics* 2006;26:317-333.
22. Schuijf JD, Bax JJ, Jukema JW, Lamb HJ, Vliegen HW, van der Wall EE, de Roos A. Noninvasive evaluation of the coronary arteries with multislice computed tomography in hypertensive patients. *Hypertension* 2005;45:227-232.
23. Schuijf JD, Bax JJ, Jukema JW, Lamb HJ, Vliegen HW, Salm LP, de Roos A, van der Wall EE. Noninvasive angiography and assessment of left ventricular function using multislice computed tomography in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004;27:2905-2910.
24. Ghostine S, Caussin C, Daoud B, Habis M, Perrier E, Pesenti-Rossi D, Sigal-Cinqualbre A, Angel CY, Lancelin B, Capderou A, Paul JF. Non-invasive detection of coronary artery disease in patients with left bundle branch block using 64-slice computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1929-1934.
25. Kondo C, Mori S, Endo M, Kusakabe K, Suzuki N, Hattori A, Kusakabe M. Real-time volumetric imaging of human heart without electrocardiographic gating by 256-detector row computed tomography: initial experience. *J Comput Assist Tomogr* 2005;29:694-698.
26. Budoff MJ, Achenbach S, Blumenthal RS, Carr JJ, Goldin JG, Greenland P, et al. Assessment of CAD by cardiac computed tomography: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, and Committee on Cardiac Imaging, Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2006;114:1761-1791.
27. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M, Hendel RC, Carr JC, et al. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 Appropriateness Criteria for Cardiac Computed Tomography and Cardiac Magnetic Resonance Imaging: A Report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Interventional Radiology. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1475-1497.
28. Berman DS, Hachamovitch R, Shaw LJ, Friedman JD, Hayes SW, Thomson LE, Fieno DS, Germano G, Slomka P, Wong ND, Kang X, Rozanski A. Roles of nuclear cardiology, cardiac computed tomography, and cardiac magnetic resonance: assessment of patients with suspected coronary artery disease. *J Nucl Med* 2006;47:74-82.
29. Berman DS, Hachamovitch R, Shaw LJ, Friedman JD, Hayes SW, Thomson LE, Fieno DS, Germano G, Wong ND, Kang X, Rozanski A. Roles of nuclear cardiology, cardiac computed tomography, and cardiac magnetic resonance: Noninvasive risk stratification and a conceptual framework for the selection of noninvasive imaging tests in patients with known or suspected coronary artery disease. *J Nucl Med* 2006;47:1107-1118.
30. Chang HJ, Choi SI. Era of Multimodality Imaging: Where do we stand? *Korean Circulation J* 2006;36:717-722.



Peer Reviewer Commentary

정 남 식 (연세의대 심장내과)

최근 10여년간 우리는 관동맥의 영상분야에 있어 4-slice MSCT로부터 시작하여 현재의 64-slice MSCT의 기술에 이르는 다절편 CT(multi-detector or multi-slice CT, MDCT or MSCT)의 빠른 발전을 목격하고 있다. 이는 향후 더 적은 방사선량과 더 정교하고 빠른 속도로 관동맥을 영상화 할 수 있는 기술로 발전할 것으로 예상된다.

이러한 발전은 매우 정밀하고 또한 비침습적인 방법으로 관동맥을 영상화할 수 있음을 말한다. 본 논문은 최근 임상적 적용이 대폭 증가하고 있는 multi-detector coronary CT scan(MDCT)의 임상적인 적응증을 정리하여 제시하고 있다.

64-slice MDCT를 이용한 최근의 연구들은 침습적인 관동맥 조영술과 비교하여 관동맥 협착의 진단에 있어서 79~99%의 민감도와 94~98%의 특이도를 보여주고 있다. 또한 모두 9개의 연구(n=542)를 종합한 결과 역시 높은 민감도(91%)와 특이도(96%)를 보이는 것을 알 수 있다.

이러한 우수한 연구 결과를 바탕으로 MDCT를 이용한 비침습적인 관동맥 조영술은 임상적으로 이 분야 전문가들의 뜨거운 관심을 받고 있으며 높은 음성 예측도(negative predictive value)를 근거로 유의한 관동맥 협착을 배제하는 데 높은 기여를 하고 있다. 즉 이러한 영상기법을 통하여 관동맥질환의 위험요인이 없거나 증상이 전형적이지 않은 경우 관동맥질환을 배제하기 위해 특히 이용되는 경향이며 관동맥질환을 평가하는 기능적 검사(핵의학 검사, treadmill test, 부하 심초음파검사)에서 모호하거나 또는 증상이 전형적이지 않으면서 위험요인이 있는 환자에서 확인이 필요한 경우 등에 유용하다.

Di Mario 등은 흉통이 있고 관동맥질환의 한가지 이상 위험요인을 가지고 있는 중등도의 위험군 환자들을 연구하였을 때 54%의 환자들이 MDCT에서 유의한 관동맥질환이 없음을 밝혔고, 이러한 환자군에서는 불필요한 침습적 진단방법 대신 MDCT의 유용한 진단적 가치를 밝혔다. 특히 이 기법은 임상적으로 관동맥질환의 가능성이 낮은 환자들에서 높은 음성 예측도로서 관동맥질환을 배제하거나 중등도의 위험군에 속하는 환자들에서 관동맥질환의 유무를 선별하는 데 유용하다 하겠다. 그 외에 본 논문에서 밝히고 있는 바대로 MDCT는 그 임상적 적용이 매우 넓어지고 있는데 예를 들어 기존의 관동맥질환이 있는 환자의 치료 계획을 세울 때, 특히 관동맥 우회술을 시행한 환자에서 흉통을 호소하는 경우 일차 선별검사로 고려해 볼 수 있겠다.

최근 52명의 환자에서 시행된 한 연구에서는 관동맥 우회술을 받은지 10±5년이 지나 증상이 있는 경우 64-slice MDCT를 시행하였을 때 96%의 높은 특이도로서 이식 혈관의 협착을 배제하였다. 또 다른 연구는 16 slice MDCT를 이용하여 이전에 관동맥 혈관 성형술로서 스텐트를 삽입한 22명의 환자를 대상으로 추적 검사를 했는데 침습적 관동맥 조영술을 동시에 시행한 결과 스텐트 협착을 100%의 특이도로서 배제하였다. 그러나 본 논문에서 지적한 바대로 아직 스텐트 내 재협착을 진단하는 것은 그 정확도가 떨어진다. 최근 죽상경화반의 유무 및 그 성상을 보여주는 MDCT의 특성이 강조되고 있으며, 특히 석회화되지 않은 취약 경화반(vulnerable plaque)의 정확한 진단에 향후 많은 연구 발전이 이루어질 전망이다.

MDCT를 이용한 관동맥 영상기법의 한계

가장 큰 단점은 방사선 노출이라고 할 수 있다. CT의 평균 유효 방사선량은 14.7mSV로서 관동맥조영술의 5.6mSV에 비해 2배 이상이다. 그러나 전체적인 위험도를 방사선 노출로만 비교할 수는 없으며 방사선 노출에 의한 평생의 암 발생 사망 위험도는 각각 0.07%, 0.02%로서 CT가 3배 이상 높다. 하지만 침습적 관동맥조영술에서는 방사선 노출 외의 부가적인 심각한 위험까지 포함하여 사망 위험도가 0.13%에 달하며 이는 CT보다 오히려 약 2배가 높다. 그러므로 전반적인 위험도와 비용 효과를 총체적으로 고려하여 검사를 선택하는 한편 CT 검사의 방사선 노출을 줄이는 노력이 계속되어야 한다. 64-slice CT에서 심장 주기에 따라 방사선량을 줄여 촬영하면 37%까지, 방사선 발생관의 전압을 낮추면 64%까지 영상의 질 저하 없이 방사선 노출을 낮출 수 있다.

MDCT가 여러 면에서 매력적인 진단적 방법이라는 하나, 현재 그 정확성을 방해하는 주된 요인은 석회화이다. 또한 앞서 말한 바와 같이 방사선 피폭량 역시 간과하기 어려운 문제이며 이러한 문제들에 대해 추후 장비와 기술 프로토콜의 재구성을 통한 보완이 요구된다.

결 론

본 논문은 MDCT의 뛰어난 해상도와 관동맥질환의 진단에 있어서 높은 특이도를 강조하고 있으며 관동맥의 협착성 질환 뿐 아니라 정상 변이와 선천성 기형의 진단에 대해서도 언급하고 있다. 그러나 스텐트 내 재협착이나 급성 관동맥 증후군(acute coronary syndrome)과 연관이 깊은 취약 경화반의 진단 등의 면에서 앞으로 기술적 진보가 더욱 요구된다.

현재 임상적으로 증상을 나타내지 않는 중등도 동맥경화의 조기발견과 그 치료의 전략은 아직 정립되지 않은 상태이며 추적 관찰과 대단위 연구를 통한 많은 시도가 필요하다 하겠다. 결론적으로 이 영상기법은 향후 침습적인 관동맥 조영술의 많은 부분을 대신할 것으로 예상되며, 여러 산업체에서는 더 적은 방사선량으로 더 빠르고 선명한 관동맥 영상을 제공하여 줄 것으로 예측된다.