

Evaluate the diagnostic accuracy in the assessment of coronary artery stenoses using MDCT

Wonseok Yang, Sunggyu Sin, Jaehong Park*

Department of Radiology, Dong-A University Hospital, Dept. Radiological Technology, Choonhae College of Health Science*

MDCT를 이용한 관상동맥협착 진단의 정확성 평가

양원석, 신성규, 박재홍*

동아대학교 의료원 영상의학실, 춘해보건대학교 방사선과*

Abstract

Methods and results : The suspected patient who have results of CTA and CAG examinations to evaluate coronary stenose to undergo each 16MD CT(n=93) and dual source CT(n=100). As a results of statistic, the highest rank of sensitivity, specificity, PPV, NPV and accuracy in coronary artery with using 16MDCT was displayed in LAD(73.5%), RCA(74.5%), LAD(66.7%), LCX(75%), LCX(67.7%). The mean diagnostic accuracy of dual source CT was more 17% than 16MDCT. Dual source CT was recorded 84% mean of accuracy. In addition to, segments of coronary artery did not show significant differences in all of them. However, distal segment become more and more accurate than proximal site.

Key Words : CTA, CAG, Accuracy

요약

16MD CT(n=93) and dual source CT(n=100)를 이용해 촬영된 심장 CT 중 그 결과 협착으로 진단되어 심장 영화 촬영을 시행한 환자를 대상으로 심장영화 촬영과의 협착 유무에 대한 비교를 하였다. 그 결과 16MDCT의 경우 가장 높은 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도는 LAD(73.5%), RCA(74.5%), LAD(66.7%), LCX(75%), LCX(67.7%)로 나타났고, 16Slice MDCT에서 각 관상동맥 혈관별 정확도는 평균67%로 다소 떨어지는 것으로 나타났고, Somatom Definition dual source CT의 경우 평균 정확도 84%로 16Slice MDCT보다는 17%더 높은 정확도를 나타내었다. 관상동맥영역별(segaments) 구분에서는 16Slice MDCT와 Somatom Definition 모두 근위부(proximal)보다는 원위부로 갈수록 더 높은 정확도를 나타내었다. 하지만 그 결과 값이 10% 오차 범위 내에 있어 명확한 차이라 보기는 힘들 것 이다. 또한 Dual source CT의 경우 역시 관상동맥 영역별 구분에서 큰 차이를 보이지 않았다.

Key Words : CTA, CAG, 정확도

I. 서론

관상동맥질환을 진단하는 방법은 MDCT 도입이전, 고식적 관상동맥 조영술이 유일한 방법으로 관상동맥의 협착 및 폐색의 진단에 있어 가장 정확하고, 신뢰성을 가질 수 있으며 또한 진단과 함께 중재적 시술을 할 수 있다는 장점을 가지고 있다^[1]. 하지만 드물게 부정맥이나 관상동맥 박리등 치명적인 부작용이 발생할 수 있다는 단점이 있어, 임상적으로 신중하게 환자에게 행하여지고 있다. 최근 MDCT는 보다 높은 시간분해능(temporary resolution)과 공간분해능(spatial resolution)을 제공하기에 심장검사에 있어서도 적용가능 하게 되었으며^[2], 현재 협심증 진단을 위한 고식적 관상동맥 조영술 이전의 사전검사(screening)와 심장검진, CABG 후 추적검사로 점차 검사의 빈도가 증가하고 있다.

심장 CT는 환자에 따라 심장박동수와 부정맥에 의한 영상해상도에 있어 영향을 미치기는 하나 한 번의 조영제 주입으로써 환자에게 침습적 이지 않고 관상동맥을 관찰 할 수 있는 고식적 관상동맥 조영술의 대안으로 널리 행하여지고 있다^{[3],[4]}. 하지만 MDCT의 경우 후향적 심전도 동조화(retrospective ECG gating)하에 관상동맥 조영술과 비슷한 영상을 묘사하기는 하나 심장박동에 의한 Motion artifact, 혈관 석회화에 의한 Blooming artifact등은 실제 혈관보다 좁아 보이거나 왜곡되어 보이는 영상을 만들어 진단의 정확성에 영향을 미치고 있다.

본 연구결과로서 심장 혈관별 심장 CT의 정확도(accuracy)을 알아보고, 특히 신뢰성을 가지는 관상동맥 혈관별로 구분하여, 16Slice MDCT로 가장 검사 용이한 관상동맥과 그렇지 못한 혈관을 찾고자 한다. 또한 상위 세대의 MDCT와 비교하여 정확도의 차이를 얼마나 가지는지에 대해 조사해 보고자 한다^{[5],[6]}.

II. 대상 및 방법

TOSHIBA Acquilion 16 MDCT를 이용, 2004년부터 2009년 5년간 심장 CT검사를 시행한 320명의 환자 중 관상동맥에 이상 소견을 보이는 184명의 환자를 대상으로 하였다. 그 중 관상동맥 질환에 대한 확진 여부를

판단하기 위해 심장영화촬영(Alluraxper FD10 (Phillips사), BICOR (Giemens사))이 시행된 93명의 환자를 대상으로 심장 CT검사와 심장영화촬영검사의 진단결과를 비교하여, 심장 CT의 관상동맥혈관별 진단정확도를 평가하였다. 또한 그 상위세대의 CT 비교를 위해 Somatom Definition dual source CT(Siemens사)로 촬영된 심장CT 100명을 대상으로 심장영화촬영과 비교 하여 CT기종별 관상동맥질환 진단의 정확도를 평가하였다.

이 자료는 SPSS 18.0 통계 프로그램을 이용하여 각각의 민감도(sensitivity),특이도(specificity), 양성예측도(PPV), 음성예측도(NPV), 정확도(accuracy)로 산출하여 서로 비교 분석 하였다^[7].

III. 결과

16Slice MDCT의 경우 전체 Cardiac CT를 시행한 환자 320명중 이상소견을 보이는 환자는 128명으로 나타났으며, 정상소견을 보이는 환자는 184명으로 나타났다. 이중 이상 소견을 보이는 환자 가운데 동일 의료기관에서 심장영화 촬영을 시행한 환자는 93명이었고, 심장영화촬영에서 이상소견을 보이는 환자는 75명으로 조사 되었다. 이 자료를 토대로 관상동맥 혈관별 16Slice MDCT의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도, 정확도는 아래표와 같이 나타났다. 그 결과 16Slice MDCT 평균정확도는 66.8%로 나타났고, 관상동맥혈관별 모두 1% 내외의 근소한 차이를 보이며 LCX가 67.7%로 가장 높은 것으로 나타났고, RCA의 정확도가 66%로 가장 낮게 나타났다. CT검사로 협착이 있을 경우, 심장영화촬영 Cardiac angiography 에서 협착이 있을 확률을 알 수 있는 음성예측도(negative predictive value)의 경우 LCX 에서 75%로 가장 높게 나타났으며, RCA의 경우 64.9%로 가장 저조한 것으로 나타났다. 근사유의 확률은 RCA, LAD, LCX에서 모두 유의한 수준의 확률을 가지는 것으로 나타났다. [표 1]

Table 1. Sensitivity, specificity, PPV, NPV and Accuracy of 16Slice MDCT based on comparison to angiography

	RCA	LAD	LCX
Sensitivity (%)	57.1	73.5	64.9
Specificity (%)	74.5	59.1	69.6
PPV (%)	64.9	66.7	58.5
NPV (%)	67.9	66.7	75.0
Accuracy (%)	66.0	66.7	67.7

관상동맥을 3영역(segment)으로 나눠 근위부(proximal), 중심부(mid), 원위부(distal)로 세분화 하여 정확도를 조사한 결과 RCA에 있어서는 원위부에서 83.9%의 가장 높은 정확도를 보였으며, LAD의 경우 역시 원위부에서 80.6%의 가장 높은 정확성을 보였으며, LCX의 경우 중심부에서 81.7%로 가장 정확도가 뛰어난 것으로 조사 되었다. 또한 CT에서 관상동맥협착소견을 보이는 환자가 심장영화촬영에서도 동일하게 협착소견을 보이는 양성예측도는 RCA의 원위부에서 85.7%로 가장 높게 나타났으며, 그 뒤를 이어 LCX 원위부와 LAD중심부 순으로 나타났다.[표 2]

Table 2. Sensitivity, specificity, PPV, NPV and Accuracy of 16Slice MDCT according to the segments based on comparison to angiography

	RCA Proximal	RCA Mid	RCA Distal	LAD Proximal	LAD Mid	LAD Distal	LCX Proximal	LCX Mid	LCX Distal
Sensitivity (%)	50.0	22.2	30.0	38.5	64.7	18.2	52.6	100	25.0
Specificity (%)	75.3	92.0	98.6	71.6	76.3	89	81.1	80.7	97.0
PPV (%)	35.7	40.0	85.7	34.5	61.1	18.2	41.7	22.7	75.0
NPV (%)	84.6	83.1	83.7	75.0	78.9	89	78.0	100	78.8
Accuracy (%)	69.9	78.5	83.9	62.4	72	80.6	75.3	81.7	78.5

현재 최상위 CT장비와의 진단 정확도 차이를 비교하고자 Siemens Definition dual source CT로 촬영된 심장CT의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도, 정확도를 분석해본 결과, 관상동맥혈관 중 가장 높은 진단 정확도를 나타내는 혈관은 LAD 89%로 가장 높게 나타났으며, LCX가 78.0%로 가장 저조한 것으로 나타났다. 양성예측도에 있어서 Somatom Definition dual

source CT는 LAD가 93.9%로 가장 높게 나타났으며, RCA, LCX가 각각 91.4%, 87.5%순으로 나타났다. [표 3]

Table 3. Sensitivity, specificity, PPV, NPV and Accuracy of Definition CT based on comparison to angiography

	RCA	LAD	LCX
Sensitivity (%)	90.1	92.8	76.6
Specificity (%)	79.3	70.6	80.6
PPV (%)	91.4	93.9	87.5
NPV (%)	76.7	66.7	65.9
Accuracy (%)	87.0	89.0	78.0

관상동맥영역별 진단 정확도 차이를 알아보기 위해 각 혈관별 세 영역(근위부, 중심부, 원위부)로 나누어 영역과의 진단정확도차이를 조사한 결과, RCA(Mid)와 LAD(Distal)에서 81.0%로 가장 높은 진단정확도를 나타내었고, LCX의 경우 원위부에서 78.5%의 정확도를 나타내었다. 관상동맥영역별구분에서 음성예측도는 RCA의 중심부에서 89.1%로 가장 높게 나타났으며, 가장 낮은 음성예측도를 나타내는 관상동맥은 LAD로 근위부에서 61.8%로 나타났다.[표 4]

Table 4. Sensitivity, specificity, PPV, NPV and Accuracy of Definition CT according to the segments based on comparison to angiography

	RCA Proximal	RCA Mid	RCA Distal	LAD Proximal	LAD Mid	LAD Distal	LCX Proximal	LCX Mid	LCX Distal
Sensitivity (%)	81.0	88.9	79.5	78.0	75.9	56.0	68.3	54.2	25.0
Specificity (%)	76.2	74.5	73.8	51.2	73.8	89.3	78.0	84.2	97.1
PPV (%)	82.5	74.1	66.0	69.7	80.0	63.6	68.0	52.0	75.0
NPV (%)	74.4	89.1	84.9	61.8	68.9	85.9	78.0	85.3	78.8
Accuracy (%)	79.0	81.0	76.0	67.0	75.0	81.0	74.0	77.0	78.5

IV. 결론

16Slice MDCT에서 각 관상동맥 혈관별 정확도는 평균67%로 다소 떨어지는 것으로 나타났고, Somatom Definition의 경우 평균 정확도 84%로 16Slice MDCT보다는 17%더 높은 정확도를 나타내었다. 관상동맥영역

별 구분에서는 16Slice MDCT와 Somatom Definition(dual source CT)모두 근위부 보다 원위부로 갈수록 더 높은 정확도를 나타내었다. 하지만 그 결과 값이 10% 오차 범위 내에 있어 명확한 차이라 보기는 힘들 것 이다.

16Slice MDCT의 관상동맥혈관별 분류에 있어서 평균정확도 67%에서 각각 서로 1%내외의 오차 범위를 보여 혈관별로 진단정확도 차이는 크지 않는 것으로 나타났지만, Somatom Definition(dual source CT)에 있어서는 LCX와 RCA가 심장고랑(coronary groove)에 위치하고 있기 때문에 LAD보다 이완기에 빨리 움직여 LAD보다 진단 정확도가 떨어진다는 이론적 근거에 입각한 결론을 가질 수 있었다.

Achenbanch 등은 EBCT(electron beam CT)에서 심장주기에 각각 관상동맥의 다른 움직임을 분석했는데 인공물을 줄이려면 acquisition window시간이 짧아야 한다고 지적했는데 MDCT에서도 이점이 적용되어 시간해상도가 낮은 16MD CT가 Somatom Definition(dual source CT)보다 더 진단 정확도가 낮은 것에 원인을 들 수 있다.

V. 고찰

16Slice MDCT와 Definition(dual source CT)의 정확도 차이는 물리적인 시간분해능이나 공간 해상도가 높아진 것에 원인을 들 수 있다⁸⁾. 하지만 16Slice MDCT 라 하더라도 검사의 정확도를 높일 수 있는 방법은 검사 시행 전 단계에서 영상의 질을 좌우하는 심박동 및 부정맥과 관련된 적절한 약물투여 및 검사 시 배제 시켜야 할 환자 대상의 선택, 예를 들어 관상동맥 내 석회화(carcium score)의 측정을 통해 관상동맥 석회화 지수가 400이상인 환자는 검사 전 단계에서 배제 시켜야 할 것이다^{9),10)}. 그 이유로 관상동맥의 석회화 지수는 심장CT의 관상동맥 이미지에서 Blooming artifact를 일으켜 혈관내경을 실제 보다 좁아 보이게 하는 문제점을 발생시켜 왜곡상을 제공하여 진단의 정확도를 떨어뜨리는 원인을 제공하므로 모든 세대의 CT에서 검사를 시행하지 않아야 할 것이다.

"2006년 Appropriate criteria of cardiac CT에 따르면 운동부하 검사가 불가능한 경우 영상검사로서 CT를 고려할 수 있다. 또 운동부하 검사 결과가 애매하거나 관독이 불가할 경우 영상검사로서 CT를 이용할 수 있

다" 즉, 임상에서CT는 다른 영상 검사인 Thallium scan이나 MIBI scan을 대체 하는 검사로 자리 잡고 있다. 이미 잘 적용되어 있는 핵의학적 영상검사와 비교한 검사의 효율성에 대한 연구가 대규모로 진행되고 있다. 이렇듯 심장 CT는 현재 관상동맥 질환 이외에 심장의 기능적 검사도 가능케 되었으며, 검사방법에 따라 심장동조화 방법의 차이를 가지며, 관상동맥만을 관찰하기 위해서는 전향적동조기법(prospectively ECG-gating)을 사용하고 있으며, 심장의 기능 검사를 위해서는 후향적 동조기법(reprospectively ECG-gating)을 사용할 수 있다. 전향적동조기법이란 X-tube가 Turning하는 동안 ECG-Signal을 trigger해서 R-R Cycle의 휴식기간에 선택적으로 X선이 조사되어 Phase를 받는 것을 말하며, 후향적동조기법은 심장의 전체 사이클에 X선을 계속적으로 조사하는 기술적 방법을 말한다.

전향적동조기법의 가장 큰 장점으로는 영상의 이미지 질(quality)에 변화 없이 방사선피폭선량을 50%정도 줄일 수 있다.

이전 연구¹¹⁾에 의하면 전향적동조기법으로 120KVP에서 100KVP로 20KVP낮게 조정된 결과 100KVP(1.2mSV ±0.2), 120KVP(2.6mSV±0.5)로 방사선량이 50%정도 감소하는 효과를 볼 수 있다고 했다. 그러므로 검사의 목적에 부합하는 동조화 기법의 선택은 방사선량 감소에 기여할 것이며, 기술적으로 낮은 세대의 CT라 하더라도 기술적인 한계치의 심장박동수와 전치치를 고려 한다면 더 높은 진단 정확도를 가질 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Kakuya Kitagawa, Albert C.Lardo, Joao A. C. Lima, Richard T. Gorge(2009)Prospective ECG-gated 320 row detector computed tomography: implications for CT angiography and perfusion imaging. Int J Cardiovasc Imaing Vol. 25, pp.201-208, 2009.
- [2] Hee jung oh, MD, Kihwan Kwon,MD, Si-Hoon Park,MD, Seong-Hoon Park,MD, You-Hyun Lee, MD, Min-A Yu, MD, CT Coronary Angiography Using Multidetector Computed Tomography in Coronary Artery Disease : A Comparative Study to Quantitative Coronary Angiography: Korean Circulation J Vol. 34, No. 12, pp.1167-1173, 2004.
- [3] June Nam gung,MD, Hyunmin Choe,MD, Sung Uk Kwon,MD.,Joon Hyung Doh, MD., Sung Yun 6.Lee, MD., Gham Hur.MD. and Won Ro Lee, MD.,Diagnostic accuracy of

- 64-slice multidetector CT coronary angiography for the evaluation of coronary artery disease: *The Korean Journal of Medicine*, Vol. 5, No. 1, pp.42-53, 2008.
- [4] Myeong Bo Kim, Won Ju Park, Keun Ho Jang, Dae Kwang Lee, Hong Jae Chae, Jai Dong Moon, Comparison of Cardiovascular Disease Risk Assessment Tools by Using Coronary CT Angiography : *Korean J Occup Environ Med*, Vol. 22, No. 2, pp.102-113, 2010.
- [5] Nam-Gil Choi, Jae-Seong Choi and Jae-Bok Han ,The clinical usefulness of 64 channel MDCT and 128 channel DSCT in coronary CT angiography: *Journal of the Korean Academia-industrialcooperation Society*, Vol. 11, No. 11, pp.4411-4417, 2010.
- [6] Yeong-Han Kang, Jong-Sam Park, The Influence of Heart Rate and Coronary Calcification on the Diagnostic Accuracy of 64-slice Multidetector Cardiac CT in Coronary Artery Disease: *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 9, No. 12, pp.339-347, 2009.
- [7] Jonghan Park, MD., Changsu Kim, MD, Changgyou Shin, MD., Predictive Value of Korean Cognitive Function Tests in Unselected Elderly Community Samples – Bayesian Analysis-: *J.korean Neuropsychiatr Assoc*, Vol. 36, No. 4, pp.643-647, 1997.
- [8] Hwan Seok Yong, MD, MDCT Application in the Vascular System: *J Korean Med Assoc*, Vol. 50, No. 1, pp.25-32, 2007.
- [9] P.M.A. van Ooijen, J. Dorgelo, F. Zijlstra, M. Oudkerk, Tackling the challenges of interpretation of conventional coronary angiography using Multidetector CT coronary angiography: *Netherlands Heart Journal*, 2004;12(5):203-207.
- [10] MD, Yong-Seog Oh, MD, Wook-Sung Chung, MD, Ki-Bae Seung, MD, Jae-Hyung Kim, MD, and Kyu-Bo Choi, MD, The Association between Coronary Artery Calcification on MDCT and Angiographic Coronary Artery Stenosis: *Korean Circulation J*, Vol. 37, pp.167-172, 2007.
- [11] Carl Chartrand-Lefebvre, MD; Alexandre Cadrin-Chênevert, MD; Edith Bordeleau, MD; Patricia Ugolini, MD; Robert Ouellet, MSc; Jean-Louis Sablayrolles, MD; Julie Prenovault, MD, Coronary Computed Tomography Angiography: Overview of Technical Aspects, Current Concepts, and Perspectives: *CARJ*, Vol. 58, No. 2, pp.92-108, 2007.