

심근관류 SPECT에서 가역적인 병변을 보인 환자의 3차원 심장 SPECT/CTA 퓨전영상의 유용성

영남대학교병원 핵의학과¹, 연세대학교병원 핵의학과², 충남대학교병원 핵의학과³, 계명대학교병원 핵의학과⁴, 전북대학교병원 핵의학과⁵, 가천의대 길병원 핵의학과⁶, 전남대학교병원 핵의학과⁷
공은정¹ · 조인호¹ · 강원준² · 김성민³ · 원경숙⁴ · 임석태⁵ · 황경훈⁶ · 이병일⁷ · 범희승⁷

Added Value of 3D Cardiac SPECT/CTA Fusion Imaging in Patients with Reversible Perfusion Defect on Myocardial Perfusion SPECT

Eun Jung Kong M.D.¹, Ihn Ho Cho M.D.¹, Won Jun Kang M.D.², Seong Min Kim M.D.³,
Kyoung Sook Won M.D.⁴, Seok Tae Lim M.D.⁵, Kyung Hoon Hwang M.D.⁶, Byeong Il Lee Ph.D.⁷,
and Hee Seung Bom M.D.⁷

¹Department of Nuclear Medicine, Yeungnam University Hospital, Daegu, Korea; ²Department of Nuclear Medicine, Yonsei University Hospital, Seoul, Korea; ³Department of Nuclear Medicine, Chungnam National University Medical School and Hospital, Daejeon, Korea; ⁴Department of Nuclear Medicine, Keimyung University Dongsan Hospital, Daegu, Korea; ⁵Department of Nuclear Medicine, Chonbuk National University Medical School and Hospital, Jeonju, Korea; ⁶Department of Nuclear Medicine, Gachon University Gil Hospital, Incheon, Korea; ⁷Department of Nuclear Medicine, Chonnam National University Medical School and Hospital, Gwangju, Korea

Purpose: Integration of the functional information of myocardial perfusion SPECT (MPS) and the morpho-anatomical information of coronary CT angiography (CTA) may provide useful additional diagnostic information of the spatial relationship between perfusion defects and coronary stenosis. We studied to know the added value of three dimensional cardiac SPECT/CTA fusion imaging (fusion image) by comparing between fusion image and MPS. **Materials and Methods:** Forty-eight patients (M:F=26:22, Age: 63.3±10.4 years) with a reversible perfusion defect on MPS (adenosine stress/rest SPECT with Tc-99m sestamibi or tetrofosmin) and CTA were included. Fusion images were molded and compared with the findings from the MPS. Invasive coronary angiography served as a reference standard for fusion image and MPS. **Results:** Total 144 coronary arteries in 48 patients were analyzed; Fusion image yielded the sensitivity, specificity, negative and positive predictive value for the detection of hemodynamically significant stenosis per coronary artery 82.5%, 79.3%, 76.7% and 84.6%, respectively. Respective values for the MPS were 68.8%, 70.7%, 62.1% and 76.4%. And fusion image also could detect more multi-vessel disease. **Conclusion:** Fused three dimensional volume-rendered SPECT/CTA imaging provides intuitive convincing information about hemodynamic relevant lesion and could improved diagnostic accuracy. (Nucl Med Mol Imaging 2009;43(6):513-518)

Key Words: SPECT, SPECT/CT, fusion imaging, coronary artery disease

서 론

우리나라에서 허혈성 심혈관질환에 의한 사망률은 남성의 경우는 1984년에 10만 명당 3.1명이었으나, 2000년에는

13.9명, 여성의 경우는 1984년 10만 명당 2.1명에서 2000년에는 10.7명으로 크게 증가하였다.¹⁾ 이러한 허혈성 심장질환은 발병 후 치사율이 높고 생존 후에도 심각한 후유증을 남길 수 있어, 빠른 진단과 적절한 치료가 중요하다. 관상동맥 협착을 진단하는 데는 침습적인 관상동맥 조영술이 진단기준이 되고 있으며, 재개통술의 유무는 내경 협착의 육안판단에 의해 주로 결정된다. 그러나 경제적인 면이나 위험도를 감안할 때 협착 정도와 재개통술여부를 결정할 수 있는 비침습적인 검사가 필요하다. 미국에서 관상동맥 조영술을 시행 받는 환자의 40~50%에서 협착이 없었으며, 관상동맥질환 환자의 반 정도에서만 재개통술을 시행

• Received: 2009. 7. 27. • Revised: 2009. 9. 25.

• Accepted: 2009. 11. 10.

• Address for reprints: Ihn-Ho Cho, M.D., Department of Nuclear Medicine, Yeungnam University Hospital, 317-1 Daemyung 5-dong, Nam-gu, Daegu 705-717, Korea
Tel: 82-53-620-3076, Fax: 82-53-651-7415
E-mail: nuclear126@ynu.ac.kr

Table 1. Baseline Demographics of Study Population

Characteristics	Datum	
Age (yrs)	63.3 ± 10.4	
Male gender	26	
Cardiovascular risk factor	Hypertension	26
	Total cholesterol > 200 mg/dl	21
	Diabetes mellitus	11
	Coronary calcium score	480.3 ± 705.8 (0~3703)
	No significant CAD	3
Extent of obstructive CAD ^{a)}	1 vessel disease	17
	2 vessel disease	15
	3 vessel disease	11

Values are n or mean ± standard deviation, a) coronary artery disease

하였다는 보고가 있어, 비침습적인 검사의 중요성이 더욱 강조된다.²⁾

심근관류 SPECT는 가장 널리 이용되어온 관상동맥 질환의 혈액학적 중요성을 평가하는 비침습적인 진단방법으로, 관류저하를 보이는 부위의 범위와 저하 정도 및 가역성 유무를 보여주고, 심장위험도를 계층화하여 향후 치료계획을 세우는데 도움을 주며, 예후 정보를 제공한다.^{3,4)} 보다 최근에 소개된 관상동맥 전산화 단층촬영 혈관조영술 (coronary CT angiography, CTA) 은 해부학적 진단장비로서 관상동맥 협착에 높은 진단성능을 보이며, 심근관류 SPECT의 생리적인 평가와 상호보완적인 역할을 하는 것으로 보고되고 있다.^{5,6)} 또한 영상처리 소프트웨어가 발달하면서, 심근관류 SPECT와 CTA를 퓨전하여 관상동맥의 협착에 대한 해부학적인 정보와 심근의 관류저하를 동시에 평가할 수 있게 되었으며, 최근에는 퓨전영상의 유용성에 대한 연구들이 꾸준히 보고되고 있다.⁷⁻¹²⁾

저자들은 심근관류 SPECT에서 가역적인 결과를 보였던 환자들을 대상으로 하여 심근관류 SPECT 단독으로 판독할 때와 심근관류 SPECT와 CTA의 퓨전영상으로 분석하였을 때를 비교하여 관상동맥 질환의 진단에서 퓨전영상이 어떤 추가적인 정보들을 주는 지에 대하여 후향 분석을 하여 그 유용성에 대하여 조사하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

이 연구는 다기관 공동연구로서 국내 5개 대학병원의 환자들을 대상으로 하였으며, 2006년 4월부터 2008년 10월까지 허혈성 심혈관질환의 평가를 위해 실시한 심근관류 SPECT에서 가역적인 관류저하를 보였고, 동일한 심장사건에 대한 검사로 CTA를 시행하였으며, 관상동맥 조영술로 병변을 확인할 수 있었던 48명의 환자(A병원: 27명, B

병원: 7명, C병원: 6명, D병원: 4명, E병원: 4명)를 대상으로 하여 후향적 분석을 하였다. 이들은 평균 연령이 63.3±10.4세였으며, 남자가 26명이었다. 이전에 관상동맥 우회술을 시행 받은 환자는 대상에서 제외하였다(Table 1). 모든 CTA 검사와 심근관류 SPECT는 관상동맥 조영술 전에 시행되었으며, 검사 간 평균 간격은 CTA와 심근관류 SPECT가 7.6일(0~42 일)이었고, 심근관류 SPECT와 관상동맥 조영술은 15.4일(0~140일)이었다.

2. 심근관류 SPECT

48명의 환자 모두 아데노신 약물 부하를 하였으며, D병원 환자 4명은 Tc-99m 테트로포스민(20~25 mCi)을, 이들을 제외한 44명은 Tc-99m 세스타미비(20~25 mCi)를 주사 후 60분에 C병원과 D병원 및 E병원에서 실시한 14명은 E-CAM (이중검출기, Siemens)으로, A병원에서 실시한 27명은 Hawkeye(이중검출기, GE) 또는 Infinia (이중검출기, GE)로 B병원에서 검사한 7명은 Argus (단일검출기, Philips)을 이용하여- 투사영상을 얻었다.

SPECT 영상의 획득은 저에너지 고해상도 조준기를 장착한 감마카메라를 이용하여 20초씩 3° 간격으로 투사영상을 얻었다. 매트릭스 크기는 64×64에, 게이트는 R-R간격의 50%창을 열고, 심주기를 8 프레임으로 나누어 얻었다. 140 KeV를 중심으로 한 20%의 에너지창으로 감마선피크 식별 영역을 설정하였고, 컴퓨터에 수록된 iterative reconstruction algorithm (ordered-subset expectation maximization with two iterations and 10 subsets: IRNC) 으로 재구성하여, 수직장축단면상, 수평장축단면상, 단축단면상과 극성지도를 얻었다. 다만 C병원에서 검사한 6명의 환자들은 매트릭스 크기는 128×128로 영상을 얻었고, filtered backprojection으로 재구성하였다.

3. 관상동맥 전산화 단층촬영 혈관조영술

연구에 사용된 CT는 모두 64채널 다중검출 CT였고, CTA 검사는 일상적인 방법으로 시행되었다. 사진 촬영 1 시간 전에 심박이 분당 65회 이상인 환자에게 경구용 베타 차단제를 투여하였으며, 촬영 시에는 scout scan을 먼저 촬영하여, 심장을 포함하는 최소한의 field of view를 정한 후, iodine bolus tracking method로 scan delay time을 계산하였다. 촬영 직전에 설하 또는 스프레이형태의 니트로 글리세린을 투여하고, 조영제를 정주하였으며, 이어서 생리식염수를 주입하였다. 후향적 동조화 기법(retrospective ECG gating)을 사용하여 75% RR간격에서 영상을 재구성하여 평가한 뒤, 최적의 영상이 아닐 때는 다른 RR 간격에서 재구성하였다.

4. 퓨전영상

환자의 임상정보를 모르는 핵의학 전공의들이 advantage workstation 4.4 (GE Healthcare)에서 CardIQ Fusion 소프트웨어를 이용하여 부하기 심근관류 SPECT와 CTA로 영상을 퓨전하였다. 퓨전은 coregistration, epicardial segmentation, coronary artery segmentation 순서로 이루어졌으며, 마지막 단계에서 좌심실의 심외막 위에 관상동맥 가지 (coronary tree)가 중첩된 3차원 volume rendered image를 얻었다. 먼저 서로 다른 장비에서 촬영된 두 영상의 coregistration을 수동으로 맞추었고, 다음 단계들에서는 컴퓨터 프로그램에 의해 반자동적으로 진행되었으며, 수동으로 수정하였다. 퓨전영상을 완성하는데 걸리는 시간은 10~15분 이었다.

5. 관상동맥 조영술

침습적 관상동맥 조영술의 결과가 진단의 기준으로 사용되었다. 숙련된 심장 전문의들에 의해 통상적인 방법으로 혈관 조영술을 시행하였고, 여러 방향에서 얻어진 영상을 좌전하행동맥, 좌회선동맥, 우관상동맥 및 이들의 주요 분지에 대하여 최소 두 개의 투사면에서 인접한 정상부위 보다 내경이 50% 이상의 협착을 보이는 경우를 유의한 협착으로 인정하였다.

6. 영상분석

핵의학 전문의를 2명씩 3개의 조로 나누고, 환자군 역시 3개의 조로 분할하여, 소속병원이 아닌 다른 병원에서 촬영한 영상을 분석 하였다. 판독자들에게 환자의 임상정보를 제공하지 않았으며, 심근관류 SPECT를 먼저 판독하게 하고, 일정시간 후에 퓨전영상을 판독하게 하였다. 심근관

류 SPECT 분석은 단축면, 수직장축면 및 수평장축면 영상과, 극성지도를 육안적으로 분석하여 2명의 판독의가 합의하여 판독하였으며, cine 영상을 통한 영상의 질 분석이나 환자의 움직임, 감쇠 및 잡음에 대한 고려는 하지 않았다. 심근관류 SPECT 영상에 나타난 가역적 관류 결손을 허혈 조직으로 판정하였고, 전벽과 중격의 관류저하는 좌전하행동맥의 협착으로, 측벽의 관류저하는 좌회선동맥의 협착으로 그리고 하벽의 관류저하는 우관상동맥의 협착으로 나누었고, 이들의 경계부에 관류 결손이 관찰될 때에는 관류저하가 우세한 쪽의 병변으로 분류하였다.

퓨전 영상의 분석 역시 심근관류 SPECT 분석에 참여하였던 동일한 핵의학과 전문의에 의해 시행되었으며, CTA의 관상동맥 내경은 따로 분석하지 않고, 좌심실과 관상동맥 가지만으로 된 3차원 퓨전 volume rendered image만으로 관류와 협착 둘 다를 고려하여 판단하였다. 심근관류 SPECT와 퓨전영상에서 병변을 진단한 경우 이를 관상동맥 조영술의 결과와 비교하여 민감도, 특이도, 정확도 및 양성예측도와 음성예측도를 계산하였다.

7. 통계분석

SPSS 소프트웨어(Version 17.0)로 Pearson의 카이제곱 검정과 Fisher의 정확한 검정을 시행하여 두 검사의 결과 간에 유의한 차이가 있는지 확인하였다. p값은 0.05 미만인 경우에 통계적으로 유의한 것으로 인정하였다.

결 과

전체 48명의 환자에서 144개의 관상동맥을 분석하였으며, 이들 중에서 단일 혈관 질환 환자가 17명, 두 혈관 질환 환자가 15명, 세 혈관 질환 환자가 11명, 유의한 협착이 없는 환자가 3명이었고, 2명의 환자에서 좌측 주관상동맥의 협착이 발견되었다. 좌측 주관상동맥에 협착이 있는 2명을 제외하면, 관상동맥 협착을 진단하는 데에 있어 심근관류 SPECT는 민감도 68.8%, 특이도 70.7%, 음성 예측율 62.1% 및 양성 예측율이 76.4% 이었으며, 퓨전영상은 각각 82.5%, 79.3%, 76.7% 및 84.6% 이었다(Fig. 1). 단일 혈관 질환 환자에서 심근관류 SPECT와 퓨전영상은 모두 76.5%의 민감도를 보였으나, 다혈관 질환 환자의 진단에서 심근관류 SPECT와 퓨전영상은 각각 65.4%와 76.9%의 민감도를 보였다. 대상 환자들에서 협착혈관은 좌측주관상동맥 2개와 좌전하행동맥이 31개, 좌회선동맥이 22개, 우관상동맥이 27개였다. 좌측주관상동맥 협착을 가진 2명을 제외한 환자들에서 좌전하행동맥, 좌회선동맥 및 우관상동맥의

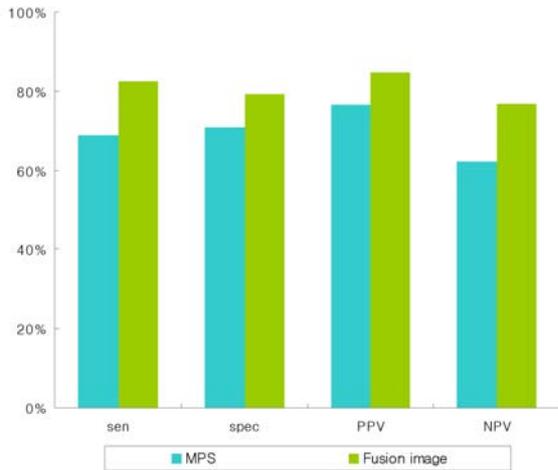


Figure 1. The graph shows the differences between the sensitivity, specificity, positive and negative predictive value of myocardial perfusion SPECT and 3-dimensional SPECT/CTA fusion image in the diagnosis of coronary artery disease.

협착 진단의 민감도는 심근관류 SPECT에서 74%, 55% 및 74%였고, 퓨전영상에서는 84%, 73% 및 89%였다. 특이도는 심근관류 SPECT에서 각각 40%, 75% 및 89%였고, 퓨전영상에서는 53%, 83% 및 95%였다. 각각 관상동맥 분지 별 및 전체 혈관 분석에서 심근관류 SPECT와 퓨전영상의 정확도는 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

퓨전영상은 좌측 주관상동맥의 협착을 포함하여 전체

82개의 협착 혈관 중 68개의 협착을 진단하였고, 전체 18명 (37.5%) 환자에 대해서 심근관류 SPECT의 판독에 변화를 주었다. 퓨전영상으로 11개의 협착 병변을 추가로 확인할 수 있었고, 이 중 2개는 좌측 주혈관 협착이었다. 또한 불명확한 관류저하를 보였던 3개의 관류저하 부위를 허혈 병변에서 제외할 수 있었으며, 4개의 병변에서 관류저하를 유발하는 관상동맥을 수정할 수 있었고, 3개의 허혈 병변에서 허혈 관련 병변 분절을 정확하게 국소화 할 수 있었다.

고 찰

이번 연구에서 심근관류 SPECT에서 가역적인 관류 저하를 보였던 환자들의 심근관류 SPECT/CTA 퓨전영상은 비침습적으로 해부와 병태생리를 동시에 보여주어 관상동맥 협착을 진단하는 데에 심근관류 SPECT를 단독으로 분석할 때보다 더 높은 정확도를 보였다. 최근 소개되고 있는 연구에서도 퓨전영상에서 관상동맥 질환 진단의 정확도가 증가하였다고 보고된다.^{9,10)}

본 연구에서 퓨전영상은 관상동맥질환 진단의 민감도와 특이도가 각각 82.5%와 79.3%였다. 퓨전영상의 민감도와 특이도는 Rispler 등⁹⁾의 연구에서는 96%와 95%로 보고되었고, Santana 등¹⁰⁾의 연구에서는 89%와 67%로 보고된 바 있다. 앞선 두 연구에서는 본 연구보다 민감도가 높는데, 퓨전영상의 SPECT 분석 시 raw data 및 cine 영상

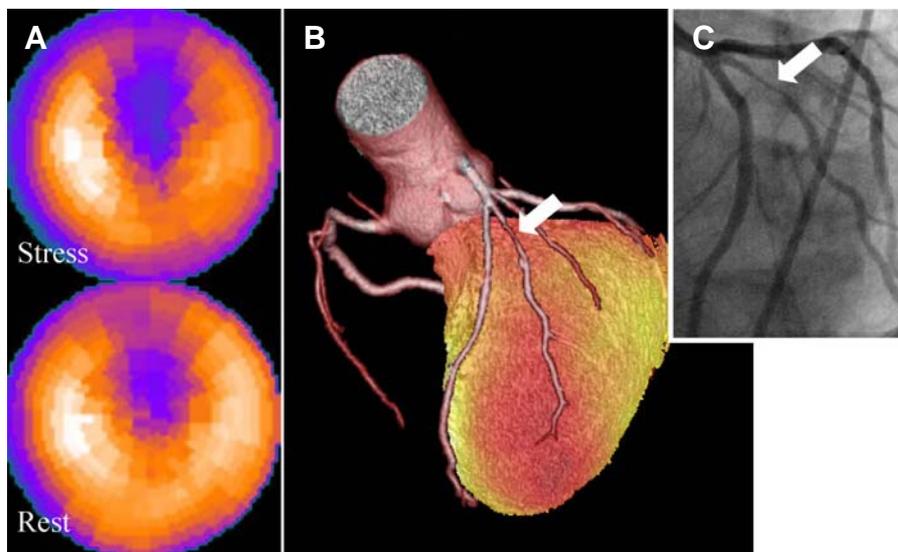


Figure 2. This is the fusion image of the patient with significant stenosis in radius intermedius artery. Polar maps of the stress and rest myocardial perfusion SPECT (A) show a reversible perfusion defect in the apex and anterior wall. The fusion image (B) was read as showing a single culprit lesion in radius intermediate artery (arrow). The orange color area demonstrates a region on myocardial hypoperfusion during stress. Invasive coronary angiography (C) results shows tubular eccentric stenosis 80% in radius intermedius artery.

을 이용하였으며, CTA 역시 내경까지 분석하였기 때문으로 생각된다. 또한 Rispler 등⁹⁾의 연구에서는 하이브리드 SPECT/CTA 카메라를 이용한 하드웨어 퓨전이어서, 각각 다른 카메라에서 촬영한 후 소프트웨어 퓨전한 본 연구나 Santana 등¹⁰⁾의 연구 보다 특이도가 높을 것으로 추측되며, 뿐만 아니라 CTA의 영상의 질이 좋지 않았던 환자를 대상에서 제외하여 진단의 정확도가 다른 두 연구보다 높은 것으로 생각된다. 본 연구는 영상의 질에 제한을 두지 않았을 뿐만 아니라 CTA 분석에서 관상동맥 내경은 평가하지 않고, 퓨전된 3차원 영상에서 관상동맥 가지만 보고 분석했기 때문에 관상동맥질환의 진단 정확도가 낮은 것으로 생각된다. 그러나 CTA로 관상동맥 내경의 협착 정도를 분석하지 않고 관상동맥 가지 만으로도 진단에 도움이 될 수 있다는 것을 본 연구는 보여준다. 또한 본 연구에서는 두 가지의 비침습적 검사 후에 관상동맥 조영술을 시행 받은 환자들을 후향적으로 선택한 것으로, 환자들의 임상 경과로 볼 때, 한가지의 비침습적인 검사로만 질환을 평가하는 것에는 어려움이 있었을 가능성이 높다.³⁾

Santana 등¹⁰⁾의 연구와 마찬가지로 본 연구에서도 퓨전영상은 다혈관 질환의 진단 민감도를 증가시켰고, balanced hypoperfusion을 포함하여, 광범위한 관상동맥질환의 평가에 유리함을 보여주었다. 각각의 관상동맥에 대한 협착의 분석에 있어서 본 연구의 심근관류 SPECT의 결과는 알려져 왔던 결과보다 정확도가 낮은데,¹³⁾ 이는 앞서 언급하였던 대상환자의 선정에서 발생한 문제로 생각된다. 퓨전영상에서는 각각의 관상동맥에서 민감도와 특이도가 심근관류 SPECT보다 높게 나타났다. Santana 등¹⁰⁾의 연구에서도 퓨전영상이 좌전하행동맥, 좌회전동맥, 우관상동맥 모두에서 정확도를 증가시켰으며, 좌전하행동맥에서는 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

SPECT를 이용한 핵의학적 심근관류 영상은 가장 널리 이용되어온 비침습적인 관상동맥질환의 진단방법으로 기능적 영상이다.³⁾ 그러므로 표준진단 방법으로 여겨지는 해부적 영상인 관상동맥 조영술 결과와의 완전한 일치는 기대할 수 없으며, 두 검사간의 일치가 심근관류 영상의 주요한 가치도 아니다. 심근관류 SPECT의 주된 역할은 심외막 관상동맥 병변을 정확히 알아내거나 배제하는 것이 아니라, 알고 있거나 의심되는 관상동맥협착의 생리적인 연관성을 평가하는데 있다. 최근에는 다중검출 CT를 이용한 CTA가 임상영역에서 요구되는 심장의 시간과 공간 해상력을 충족시킴으로써 널리 이용되고 있으며, 이와 상호보완적인 심근관류 SPECT를 합친 퓨전영상은 심근 구획을 심장 CT의 해부학적 영상에 정확히 겹쳐놓을 수 있어서,

심근관류 SPECT의 기능적인 정보와 관상동맥의 고해상도 3차원 해부학 정보를 합친 영상을 만들어 보다 쉽게 심장질환을 파악할 수 있게 되었다.

심근관류 SPECT와 CTA에 대한 최근의 연구는 퓨전영상이 각각의 영상만을 이용하거나 혹은 두 영상을 나란히 놓고 보는 것보다 진단학적으로 임상적인 가치가 더 높은 것으로 보고되고 있다.^{7,10,11)} 다혈관 질환을 가진 환자들에서 퓨전영상은 심근관류 저하부위와 연관된 관상동맥 협착 부위와의 사이에 정확한 공간적인 연관성을 제공하기 때문에 단순히 진단학적인 검사를 하나 더 합친 것 이상의 가치를 가진다. 또한 퓨전영상은 침습적인 검사 이전에 허혈의 위치와 크기 및 연관된 관상동맥에 관한 정보를 제공하여, 혈액학적으로 의미있는 관상동맥 협착에 선택적인 중재술을 할 수 있게 한다. Gaemperli 등⁷⁾의 보고는 심근관류 SPECT와 CTA를 나란히 놓고 각각 분석한 경우보다 두 검사의 퓨전 영상이 혈액학적으로 연관성이 있는 관상동맥 병변을 발견하거나, 중등도의 협착을 보이는 관상동맥 병변이나 애매한 관류결손을 보이는 경우에 진단학적인 확신을 높일 수 있는 경우가 많았다고 하였다. CTA에서 심한 석회화가 보이거나, 광범위한 관상동맥 병변을 가진 혈관들이나 관상동맥의 말단부위 혹은 대각분지에 허혈성 병변이 있는 경우에는 퓨전영상의 가치가 특히 더 높아진다. 그러나 아직 퓨전영상과 심근관류 SPECT나 CTA 단독 검사에 대한 각각의 적응증이나 검사 프로토콜에 관하여 정립되어 있지 않으며, 대규모의 연구도 미흡하다. 또한 치료 계획과 그 결과에 미치는 영향의 임상적인 유용성에 대한 분석 역시 전향연구와 장기간의 연구들이 필요하다.

본 연구는 대상 환자의 수가 적고, 해부학적 영상인 관상동맥 조영술을 참고기준으로 하였기 때문에, 심근 관류 검사의 진단능이 대해서 낮게 평가된 제한점을 가지며, 장기간의 추적 관찰 및 치료 반응의 평가, 심장사건의 발생 등의 예후와 생존기간 등에 대한 평가가 필요할 것으로 생각된다. 뿐만 아니라 관상동맥 조영술을 실시한 환자를 상대로 후향적으로 대상을 선발함으로써 발생하는 선택편견으로 인하여 전반적으로 진음성의 비율이 낮게 측정되었을 가능성이 있다.¹⁴⁾ 이 또한 심근관류 SPECT나 퓨전영상 모두에서 진단의 정확도를 떨어뜨리는 요인으로 작용한 것으로 생각된다. CTA의 분석에 있어 단순히 퓨전된 3차원 영상만으로 판단하여 혈관 내경에 대한 분석을 하지 못한 아쉬움이 있으나, CT의 해상도가 높아서 3차원 volume rendered image에서도 혈관의 협착이 어느 정도 구별되었다.

본 연구를 통하여 저자들은 퓨전영상에서 심근관류

SPECT가 놓쳤던 추가 병변을 확인 할 수도 있었지만, 대부분의 환자에 적용되는 장점은 심근허혈과 이를 유발하는 관상동맥 협착 부위와의 관계를 분명히 알 수 있게 되어 허혈 유발 관상동맥의 변경이나 애매한 관류저하 의심부위의 병변을 배제하고, 진단의 확실성을 높일 수 있었다는 것들이다. 또한 다혈관 질환에서 협착혈관의 개수나, 이들 병변들 간의 3차원 관계를 추정할 수 있었다.

요 약

목적: 관상동맥질환은 치료법이 개발되어 있는 매우 치명적인 질환이므로 빠른 진단과 치료방법의 결정 및 재발이나 앞으로의 위험성에 대한 평가가 중요하다. 최근에는 병태생리를 반영하는 심근관류 SPECT와 해부학적 영상인 CT의 퓨전 영상에 대한 기대가 증가되고 있다. 저자들은 심근관류 SPECT에서 가역적인 관류 변화가 있었던 환자에서 퓨전영상의 유용성에 대하여 후향적 분석을 하였다. **대상 및 방법:** 다기관 공동 연구로 전국 5개 대학 병원에서 48명의 환자(남:녀=26:22, 나이: 63.3±10.4 세)를 대상으로 하였다. 환자들은 아테노신 약물부하로 Tc-99m 세스타미비 혹은 테트로포스민을 이용하여 휴식기 및 부하기 심근관류 SPECT와 64채널 다중검출 CT를 이용하여 CTA를 시행하였으며, 소프트웨어(CardIQ, GE healthcare)로 두 영상을 퓨전하여 두 검사의 진단 정확도를 비교하였다. **결과:** 48명의 환자를 대상으로 144개의 관상동맥에 대하여 분석하였다. 이들 중에서 단일 혈관 질환 환자가 17명, 두혈관 질환 환자가 15명, 세혈관 질환 환자가 11명, 유의한 협착이 없는 환자가 3명이었고, 2명의 환자에서 좌측 주관상동맥의 협착이 발견되었다. 좌측 주관상동맥에 협착이 있었던 2명을 제외하고, 관상동맥의 협착을 진단하는데 있어 심근관류 SPECT는 민감도 68.8%, 특이도 70.7%이었으며, 퓨전영상은 각각 82.5%, 79.3%, 이었고, 두 검사의 진단 정확도에는 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 퓨전영상에서는 좌측 주관상동맥의 협착을 포함하여 전체 82개의 협착 혈관 중 68개의 협착을 진단하였고, 심근관류 SPECT만으로 분석할 때보다 11개의 협착 병변을 추가로 확인할 수 있었다. 또한 애매한 관류저하를 보였던 3개의 관류저하 부위를 허혈 병변에서 제외할 수 있었으며, 4개의 병변은 관류저하를 유발하는 관상동맥을 수정하였다. 3개의 허혈 병변에 대하여서는 허혈 관련 병변 본질을 정확하게 국소화할 수 있었다. **결론:** 심근 관류 SPECT와 CTA의 3차원 퓨전 영상은 관상동맥 질환의 병태생리를 포괄적으로 이해할 수 있도록 도움을 주고, 진단의 정확도

를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

References

1. Suh I. Cardiovascular mortality in Korea: a country experiencing epidemiologic transition. *Acta Cardiol* 2001;56:75-81.
2. Shaw LJ, Shaw RE, Merz CN, Brindis RG, Klein LW, Nallamothu B, et al. Impact of ethnicity and gender differences on angiographic coronary artery disease prevalence and in-hospital mortality in the American College of Cardiology-National Cardiovascular Data Registry. *Circulation* 2008;117:1787-801.
3. Underwood SR, Anagnostopoulos C, Cerqueira M, Ell PJ, Flint EJ, Harbinson M, et al. Myocardial perfusion scintigraphy: the evidence. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004;31:261-91.
4. Hachamovitch R, Berman DS. The use of nuclear cardiology in clinical decision making. *Semin Nucl Med* 2005;35:62-72.
5. Husmann L, Gaemperli O, Schepis T, Scheffel H, Valenta I, Hoefflinghaus T et al. Accuracy of quantitative coronary angiography with computed tomography and its dependency on plaque composition. *Int J Cardiovasc Imaging* 2008;24:895-904.
6. Gaemperli O, Schepis T, Valenta I, Koepfli P, Husmann L, Scheffel H, et al. Functionally relevant coronary artery disease: comparison of 64-Section CT angiography with myocardial perfusion SPECT. *Radiology* 2008;248:414-23.
7. Gaemperli O, Schepis T, Valenta I, Husmann L, Scheffel H, Duerst V, et al. Cardiac image fusion from stand-alone SPECT and CT: clinical experience. *J Nucl Med* 2007;48:696-703.
8. Husmann L, Herzog BA, Gaemperli O, Tatsugami F, Burkhard N, Valenta I, et al. Diagnostic accuracy of computed tomography coronary angiography and evaluation of stress-only single-photon emission computed tomography/computed tomography hybrid imaging: comparison of prospective electrocardiogram-triggering vs. retrospective gating. *Eur Heart J* 2009;30:600-7.
9. Rispler S, Keidar Z, Ghersin E, Roguin A, Soil A, Dragu R, et al. Integrated single-photon emission computed tomography and computed tomography coronary angiography for the assessment of hemodynamically significant coronary artery lesions. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:1059-67.
10. Santana CA, Garcia EV, Faber TL, Sirineni GK, Esteves FP, Sanyal R, et al. Diagnostic performance of fusion of myocardial perfusion imaging (MPI) and computed tomography coronary angiography. *J Nucl Cardiol* 2009;16:201-11.
11. Matsuo S, Nakajima K, Akhter N, Wakabayashi H, Taki J, Okuda K, et al. Clinical usefulness of novel cardiac MDCT/SPECT fusion image. *Ann Nucl Med* 2009;23:579-86.
12. Gaemperli O, Schepis T, Kalff V, Namdar M, Valenta I, Stefani L, et al. Validation of a new cardiac image fusion software for three-dimensional integration of myocardial perfusion SPECT and stand-alone 64-slice CT angiography. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2007;34:1097-106.
13. Van Train KF, Garcia EV, Maddahi J, Areeda J, Cooke CD, Kiat H, et al. Multicenter trial validation for quantitative analysis of same-day rest-stress technetium-99m-sestamibi myocardial tomograms. *J Nucl Med* 1994;35:609-18.
14. Cerqueira MD, Garcia EV, Gropler RJ, Udelson JE. Eighth nuclear cardiology invitational conference Park City, Utah, 2006. *J Nucl Cardiol* 2007;14:15-25.