

감쇠보정, 산란보정 및 해상도복원이 정량적 심근 SPECT의 관상동맥질환 진단성능에 미치는 효과

서울대학교 의과대학 핵의학교실, 내과학교실¹

황경훈 · 이동수 · 팽진철 · 이명목¹ · 정준기 · 이명철

Effect of Attenuation Correction, Scatter Correction and Resolution Recovery on Diagnostic Performance of Quantitative Myocardial SPECT for Coronary Artery Disease

Kyung Hoon Hwang, M.D., Dong Soo Lee, M.D., Jin Chul Paeng, M.D., Myoung Mook Lee, M.D.¹, June-Key Chung, M.D. and Myung Chul Lee, M.D.

Departments of Nuclear Medicine and Internal Medicine,¹ Seoul National University College of Medicine

Abstract

Purpose: Soft tissue attenuation and scattering are major methodological limitations of myocardial perfusion SPECT. To overcome these limitations, algorithms for attenuation, scatter correction and resolution recovery (ASCRR) is being developed, while quantitative myocardial SPECT has also become available. In this study, we investigated the efficacy of an ASCRR-corrected quantitative myocardial SPECT method for the diagnosis of coronary artery disease (CAD). **Materials and Methods:** Seventy-five patients (M:F=51:24, 61.0±8.9 years old) suspected of CAD who underwent coronary angiography (CAG) within 7±12 days of SPECT(Group-I) and 20 subjects (M:F=10:10, age 40.6±9.4) with a low likelihood of coronary artery disease (Group-II) were enrolled. Tl-201 rest/ dipyridamole-stress Tc-99m-MIBI gated myocardial SPECT was performed. ASCRR correction was performed using a Gd-153 line source and automatic software (Vantage-Pro; ADAC Labs, USA). Using a 20-segment model, segmental perfusion was automatically quantified on both the ASCRR-corrected and uncorrected images using an automatic quantifying software (AutoQUANT; ADAC Labs.). Using these quantified values, CAD was diagnosed in each of the 3 coronary arterial territories. The diagnostic performance of ASCRR-corrected SPECT was compared with that of non-corrected SPECT. **Results:** Among the 75 patients of Group-I, 9 patients had normal CAG while the remaining 66 patients had 155 arterial lesions: 61 left anterior descending (LAD), 48 left circumflex (LCX) and 46 right coronary (RCA) arterial lesions. For the LAD and LCX lesions, there was no significant difference in diagnostic performance. In Group-II patients, the overall normalcy rate improved but this improvement was not statistically significant (p=0.07). However, for RCA lesions, specificity improved significantly but sensitivity worsened significantly with ASCRR correction (both p<0.05). Overall accuracy was the same. **Conclusion:** The ASCRR correction did not improve diagnostic performance significantly although the diagnostic specificity for RCA lesions improved on quantitative myocardial SPECT. The clinical application of the ASC-RR correction requires more discretion regarding cost and efficacy. (Korean J Nucl Med 2002;36:288-97)

Key Words: Attenuation correction, Myocardial SPECT, Coronary artery disease

Received Sep. 24, 2002; accepted Oct. 22, 2002

Corresponding author: Dong Soo Lee, M.D., Ph.D., Department of Nuclear Medicine, Seoul National University College of Medicine, Jongno-gu Yungun-dong 28, Seoul, 110-744, Korea

Tel: 02-760-2501, Fax: 02-745-7690, E-mail: dsl@plaza.snu.ac.kr

서 론

다른 핵의학 영상 검사에서와 마찬가지로 심근 SPECT에서도 광자의 감쇠, 산란 등에 의한 인공산물이 영상의 질을 떨어뜨리고 진단성능에도 영향을 미친다.¹⁾ 이제까지 감쇠 및 산란 등을 보정하는 방법이 다양하게 제시되었는데, 심장과 폐 등으로 인한 비균일 감쇠를 뇌에 적용하는 단순한 방법²⁾으로 보정할 수 없어 Gd-153, Am-241, 또는 X-ray 등의 외부 선원을 이용해 투과 스캔을 실시하여 감쇠지도를 얻어 보정하는 방법이 사용된다.

아직까지 이 감쇠보정방법이 진단성능을 개선하는지에 대하여 논란이 여전하고, 관상동맥질환 진단의 민감도, 특이도 및 정상검출율(normalcy)을 모두 증가시킨다는 보고와,³⁻⁵⁾ 특이도를 향상시키는 대신 민감도가 손실된다거나⁶⁻⁸⁾ 진단에 영향을 주지 못한다는 보고도 있다.⁹⁾ 최근 미국심장핵의학회/미국핵의학회에서 공동으로 감쇠보정영상은 진단에 보조적 도구로 이용하고 보정하지 않은 영상과 함께 판독할 것을 권고하였다.¹⁰⁾

그러나 감쇠보정방법은 계속 발전, 개선되고 있으며, 최근에는 제조사에 따라 감쇠보정에 더하여 산란보정, 해상도복원을 함께 적용하기도 하고 또한 새로운 소프트웨어를 내놓기도 하여 이 방법의 효용은 지속적으로 재평가할 필요가 있다. 이제까지 진단성능을 평가한 연구는 대부분 육안 판정을 기본으로 하여 객관성이 부족한 한계점이 있다. 육안 판정으로 진단성능을 연구하는 경우 판독자에게 눈가림법을 쓴다고 하더라도 감쇠보정법 적용 여부를 알아채게 되므로 진정한 눈가림이 되지 못하여 사전 편견이 개입할 가능성이 있기 때문이다.⁷⁾

이 연구에서는 감쇠보정, 산란보정 및 해상도복원 방법을 이용하는 2세대 보정방법으로 알려진 상용 감쇠보정법이 심근 정량 SPECT의 관상동맥질환 진단 성능을 향상시키는지 알아 보았다. 그리하여, 육안 판정을 배제한 상태에서 정량 분석법을 이용한 이 상용 감쇠보정법이 심근관류 SPECT의 자동진단을 가능하게 할지 그 임상적 유용성을 평가하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

관상동맥질환이 의심되어 심근 SPECT를 시행하고, SPECT 시행일 앞뒤 7±12일 이내에 관상동맥조영술을 시행한 74명의 환자들을 대상으로 하였다(제1군). 이들은 남자가 50명, 여자가 24명이며 나이는 61.0±8.9세 이었다. 정상검출율을 구하기 위한 관상동맥질환 저위험군(제2군)으로 후행적인 조사를 통해 우리 병원에서 심근 SPECT를 시행한 환자 중에 Pryor 등의 방법¹¹⁾으로 관상동맥질환의 위험도가 7.5% 미만이거나 관상동맥조영술의 결과가 정상인 20명의 환자를 선택하였다. 남자 10명, 여자 10명이었다(Table 1).

2. 영상 획득 및 재구성

안정 상태의 환자에게 Tl-201 111 MBq을 주사하고 15분 뒤에 휴식기 영상을 얻었다. 이어 4분에 걸쳐 0.56 mg/kg의 디피리다몰을 주사하여 부하를 유도하고 3분 뒤에 Tc-99m-MIBI 925 MBq을 주사하였다. 달걀과 우유를 먹이고 부하 90분 뒤에 Tc-99m-MIBI 게이트 심근 SPECT 부하기 영상을 얻었다.

Gd-153 선 선원으로 100 keV에 중심을 두고 20% 창을 열어 방출 스캔과 동시에 투과 스캔을 얻었다. 저에너지 고해상도 조준기를 장착한 이중헤드 카메라(Vertex EPIC, ADAC Labs., USA)를 사용하여 15분간 좌후사위부터 우전사위까지 180도 회전

Table 1. Demographics of Study Populations

Finding	Group-I	Group-II
Number	75	20
Age	61±8.9	40.6±9.4
Male/female	51/24	10/10
DM	28 (37%)	2 (10%)
HTN	37 (49%)	6 (30%)
Smoking Hx	30 (40%)	2 (10%)
Prior myocardial infarction	5 (6.7%)	0 (0%)

하며 step and shoot 방식으로 영상을 얻었다. TI-201은 72 keV, Tc-99m-MIBI는 140 keV에 중심을 두고 각각 20% 창을 열어 영상을 얻었다.

방출 투사영상을 Butterworth 저역통과 여과기를 이용하여 휴식기 TI-201에 대해서는 차단주파수 0.35과 차수 10으로, 부하기 Tc-99m-MIBI에 대하여는 차단주파수 0.45와 차수 10으로 각각 영상을 재구성하였다. 이렇게 얻은 횡측영상을 방향을 바꾸어 단축상과 수직장축 및 수평장축의 영상을 만들어서 부하기 및 휴식기 영상으로 구성하였다. 상용 소프트웨어(Vantage Pro, ADAC Labs., USA)를 이용하여 감쇠와 산란을 보정하고 해상도를 복원하였다. 이 과정은 이 소프트웨어를 이용하여 단일 과정으로 처리되었다.¹²⁾

3. 영상 분석

재구성된 영상을 자동화된 정량화 소프트웨어 프로그램(AutoQUANT, ADAC Labs., USA)을 이용하여 20개의 분절로 나누어 분석하였고 각 분절은 이전의 보고에 따라 세 혈관 영역 중 하나에 포함하였다(Fig. 1).¹³⁾ 영상 전체에서 방사능계수가 최고인 화소의 방사능 값을 100으로 하여, 각 분절 별 화소 방사능의 평균값을 그 분절의 관류값으로 정의하였고, 이 값의 부하기-휴식기 차이를 관류가역성값으

로 정의하였다.

가역적 관류 감소가 있거나 중등도 이상의 지속적인 관류 결손이 있는 분절을 관상동맥질환 진단에 유의한 것으로 정했다. 부하기 영상 관류값이 70% 미만이면서 관류가역성값이 7 이상이거나, 관류가역성값이 7 미만이라도 부하기 관류값이 60% 미만인 분절을 관류 이상이 있는 분절로 정의하였고, 각 혈관 영역에서 2개 이상의 분절이 관류 이상을 보일 경우 해당 동맥에 관상동맥질환이 있는 것으로 판단하였다. 단, 기저부의 분절들의 경우 정상적으로 다른 분절들보다 낮은 관류값을 가지므로, 이보다 10%씩 낮은 값을 기준으로 삼았다.

4. 통계처리

정상검출율을 정상 대조군에서 감쇠보정법을 적용하기 전, 후에 관상동맥 영역별로 산출하였고, 관상동맥 환자군에서도 감쇠보정법 적용 전과 후에 있어서 영역별로 예민도 및 특이도를 각각 구하였다.

감쇠보정법 적용 전과 적용 후의 정상검출율, 예민도 및 특이도의 차이를 McNemar's χ^2 -test를 통하여 검정하였고, p 값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

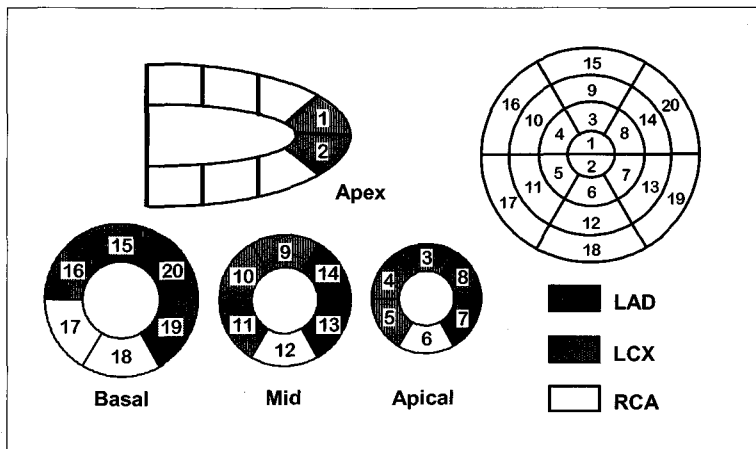


Fig. 1. Myocardial 20-segment model for quantitative scoring of perfusion. Each pattern represents a vascular territory. (Vertical line=left anterior descending artery; dot=left circumflex; blank=right coronary artery territory).

결 과

1. 감쇠보정에 의한 관류 정량값의 변화

환자군(제 1군)에서 감쇠보정 적용 후 관류 정량값의 변화를 보면, 각 심근분절당 평균적으로 Tc-99m-MIBI 부하기 SPECT영상은 3.4 ± 5.7 , TI-201을 이용한 휴식기 SPECT영상은 3.1 ± 4.4 만큼 조금 증가하였다. 증가정도가 각 분절마다 차이가 있어서, 심첨부와 심첨의 전벽 부위는 감소하고 하벽, 특히 기저부 하벽은 감쇠보정 후 관류 정량값이 크게 증가하였다(Table 2).

2. 감쇠보정 적용에 따른 관상동맥질환 진단성능

제1군 환자군 75명 중 66명이 모두 155 동맥영역에 유의한 병변을 가지고 있었다. 이 군에서 61 영역은 좌전하행동맥(LAD) 영역이었고, 48 영역은 좌회선동맥(LCX) 영역, 그리고 46 영역은 우측관상동맥(RCA) 영역이 병변부위였다.

감쇠보정 적용 전후의 진단성능 차이가 전체 동맥에 대하여 적용 전에 민감도 63%, 특이도 60%에서, 적용 후 민감도 55%, 특이도 76%로 바뀌었다. 특이도는 증가하였으나 민감도가 감소하여 진단성능의 차이는 없었다(Table 3).

혈관 영역 별로 비교한 결과, 좌전하행동맥(LAD)

Table 2. Changes of Quantified Perfusion Values after ASC-RR

Segment Number*	Male				Female			
	Tc-99m-MIBI stress		TI-201 rest		Tc-99m-MIBI stress		TI-201 rest	
	△	P	△	P	△	P	△	P
1	-6.2±6.4	0.12	-3.5±6.0	0.30	-4.3±3.5	0.36	-4.1±5.3	0.32
2	-3.0±6.9	0.41	-0.9±7.5	0.77	-4.7±4.2	0.30	-3.4±7.4	0.40
3	-3.1±4.9	0.45	-2.4±5.2	0.46	0.5±3.7	0.91	-0.6±5.1	0.87
4	-0.9±7.6	0.84	2.8±6.3	0.37	-1.9±4.0	0.67	-0.5±5.6	0.87
5	3.7±8.0	0.26	7.0±6.6	<0.01	-1.6±5.1	0.61	1.2±5.8	0.56
6	8.9±7.6	<0.01	8.8±7.1	<0.01	3.5±4.9	0.30	3.2±8.0	0.23
7	-1.0±5.6	0.77	2.0±5.4	0.39	-0.7±4.9	0.85	1.0±5.6	0.72
8	-6.0±9.9	0.11	-2.7±6.0	0.30	-1.0±4.4	0.76	-0.5±3.9	0.84
9	3.9±5.2	0.26	2.9±6.0	0.22	4.6±4.6	0.18	2.2±6.2	0.36
10	5.8±5.8	0.04	6.8±5.6	<0.01	3.5±5.3	0.16	3.9±6.9	0.04
11	11.8±6.3	<0.01	11.0±5.3	<0.01	6.4±5.2	<0.01	5.9±6.6	<0.01
12	16.1±5.9	<0.01	12.7±5.7	<0.01	10.6±4.8	<0.01	7.9±6.4	<0.01
13	3.9±5.4	0.15	2.4±5.6	0.17	3.1±4.4	0.19	1.9±4.8	0.30
14	-1.6±5.0	0.52	-2.1±4.3	0.19	1.6±6.4	0.36	-0.4±4.9	0.75
15	7.2±5.4	<0.01	3.6±7.1	0.02	6.4±5.6	<0.01	2.0±6.8	0.25
16	4.4±7.8	0.02	4.1±6.6	<0.01	4.8±6.5	0.07	2.8V8.3	0.20
17	11.0±7.5	<0.01	10.5±5.9	<0.01	9.7±6.4	<0.01	7.0±8.7	<0.01
18	15.2±6.6	<0.01	11.4±6.3	<0.01	12.6±5.7	<0.01	7.7±6.8	<0.01
19	6.0±6.8	0.01	3.7±5.9	0.01	4.4±4.6	0.03	1.8±5.8	0.26
20	2.8±6.5	0.11	-0.3±6.8	0.83	2.9±5.2	0.13	-0.9±5.4	0.59

* Listed in Fig. 1.

Table 3. Quantitative Diagnostic Performance in Coronary Artery Territories

A. Overall results				
	Sensitivity		Specificity	
	Non-corr	ASC-RR	Non-corr	ASC-RR
LAD	74% (45/61)	74% (45/61)	36% (5/14)	64% (9/14)
LCX	48% (23/48)	50% (24/48)	74% (20/27)	70% (19/27)
RCA	65% (30/46)	35% (16/46)	59% (17/29)	86% (25/29)
Total	63% (98/155)	55% (85/155)	60% (42/70)	76% (53/70)

B. Male results				
	Sensitivity		Specificity	
	Non-corr	ASC-RR	Non-corr	ASC-RR
LAD	70% (30/43)	74% (31/43)	38% (3/8)	63% (5/8)
LCX	52% (17/33)	55% (18/33)	83% (15/18)	72% (13/18)
RCA	71% (24/34)	35% (12/34)	56% (10/18)	83% (15/18)
Total	65% (71/110)	55% (61/110)	64% (28/44)	75% (33/44)

C. Female results				
	Sensitivity		Specificity	
	Non-corr	ASC-RR	Non-corr	ASC-RR
LAD	83% (15/18)	72% (14/18)	33% (2/6)	67% (4/6)
LCX	40% (6/15)	40% (6/15)	56% (5/9)	67% (6/9)
RCA	50% (6/12)	33% (4/12)	64% (7/11)	91% (10/11)
Total	60% (27/45)	53% (24/45)	54% (14/26)	77% (20/26)

영역이나 좌회선동맥(LCX) 영역의 병변을 진단하는 데는 감쇠보정법 적용 전후에 민감도와 특이도 모두 유의한 차이가 없었다. 우측관상동맥(RCA) 영역의 병변을 진단하는 데는 감쇠보정법 적용 후에 특이도가 유의하게 향상하였다($p < 0.05$, Fig. 2, 3). 그러나 이 때 민감도는 유의하게 감소하였다($p < 0.05$, Table 3).

남녀 별로는 남자에서만 감쇠보정법 적용 후에 우측관상동맥(RCA) 영역의 병변을 진단하는 데 민감도가 유의하게 감소하였고($p < 0.001$), 그외에는 유의한 진단성능의 차이를 보이지 않았다.

3. 정상검출율

제 2군 즉 관상동맥질환 저위험군 20명에서 정량적 심근 SPECT의 정상검출율은 83%였고, 감쇠보정

법을 적용한 후에 95%로 향상하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p = 0.07$, Table 4). 관상동맥 영역 별로 좌전하행동맥(LAD) 영역과 좌회선동맥(LCX) 영역에서는 감쇠보정 전과 후에 유의한 차이가 없었고, 우측관상동맥(RCA) 영역에서 감쇠보정 전에 정상검출율이 65%이던 것이 보정 후에 100%로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$, Fig. 4).

고 찰

심근 SPECT에서 광자의 감쇠, 산란 등은 영상의 질을 떨어뜨려 진단성능에 악영향을 주는 주요 요소이다. 감쇠와 산란을 보정하는 여러 방법이 개발, 제안되었으나 이 방법으로 진단성능이 향상되는지는 논란이 있어 그 유용성은 의문시되어 왔다. 산란을

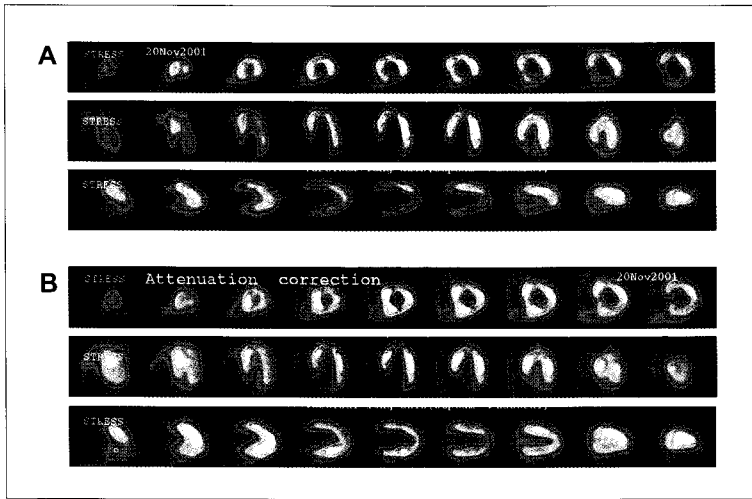


Fig. 2. Myocardial SPECT of a 59 year-old male admitted for chest pain. Non-corrected images show a perfusion defect in inferior wall, but ASC-RR corrected images demonstrate no perfusion defects. Coronary angiography revealed normal coronary arteries. (A: Non-corrected images, B: ASC-RR corrected images).

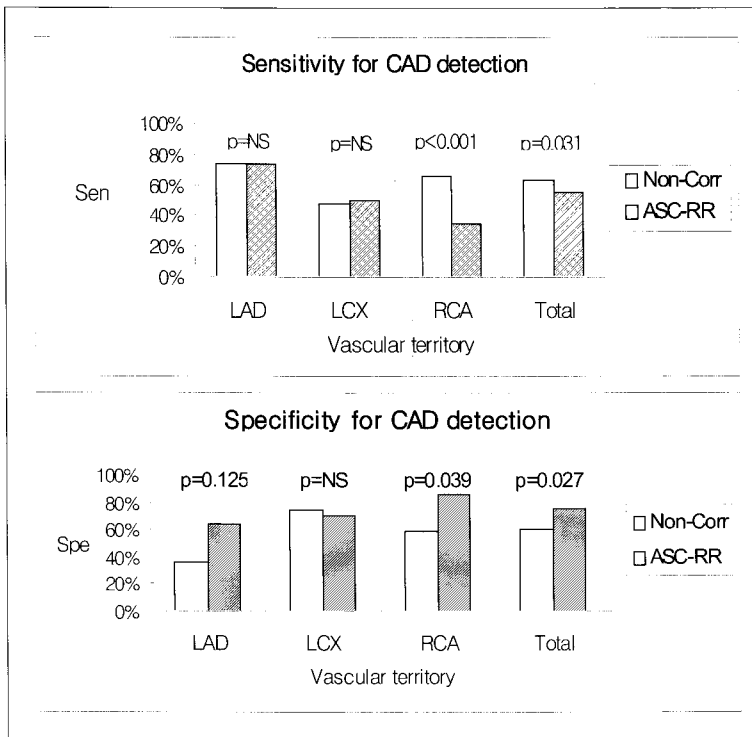


Fig. 3. Sensitivity and specificity of quantitative analysis of bull's eye plots in group I patients. ASC-RR application decreased sensitivity whereas it improved specificity, especially in the RCA territory.

Table 4. Normalcy rate

A. Overall results				
	Total	LAD	LCX	RCA
Non-corr	83% (50/60)	95% (19/20)	90% (18/20)	65% (13/20)
ASC-RR	95% (57/60)	95% (19/20)	90% (18/20)	100% (20/20)
B. Male				
	Total	LAD	LCX	RCA
Non-corr	83% (25/30)	100% (20/20)	90% (18/20)	60% (12/20)
ASC-RR	90% (27/30)	90% (18/20)	80% (16/20)	100% (20/20)
C. Female				
	Total	LAD	LCX	RCA
Non-corr	83% (25/30)	90% (18/20)	90% (18/20)	70% (14/20)
ASC-RR	100% (30/30)	100% (20/20)	100% (20/20)	100% (20/20)

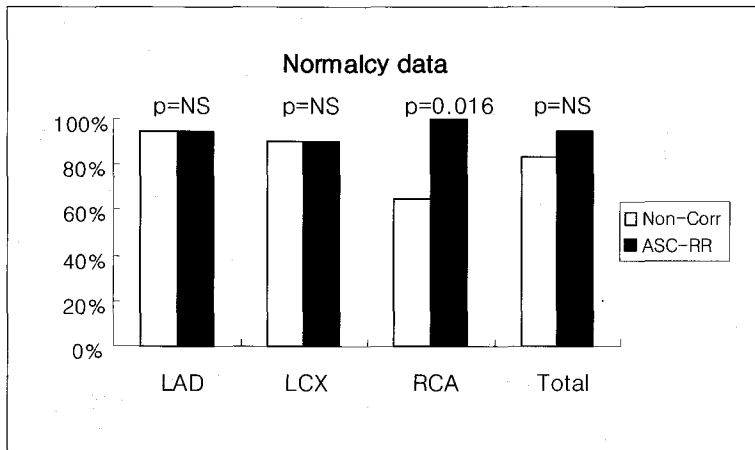


Fig. 4. Normalcy rate in normal control group. ASC-RR correction improved normalcy rate significantly in the RCA territory.

보정하지 않고 감쇠만 보정한 초기 연구에서 감쇠 보정하면 특이도가 분명히 향상하고 민감도도 향상되거나 유지되어 감쇠보정법이 유용하다고 하였으나,^{3,5)} 최근의 연구에서는 특이도는 향상되지만 민감도가 반대로 감소한다거나⁶⁾ 또는 진단능이 별로 달라지지 않는다고 하였다.⁹⁾ 단순 감쇠보정 방법은 현재로서는 비보정 영상을 대체할 영상이 아니라 보조할 수단으로 방법적 발전을 기대하는 것이 좋겠다는 합의가 이루어져 있다.^{10,14)} 최근에 산란을

함께 보정한 결과가 보고되어 기대하던 방법적 발전이 이루어진 것이 아닌가 하는 기대가 생겼다.^{7,8)}

그런데 이 연구는 거의 모두가 육안 판정 방법으로 진단하여 심근 SPECT의 진단성을 조사하여 연구에 사용하였으며, 이런 경우 연구의 객관성이나 재현성에 제한이 있다. Hendel 등은 육안 판독 시 비록 눈가림법을 적용한다고 하더라도 판독자가 감쇠보정법의 적용 여부를 영상에서 알 수 있는 경우가 많아 진정한 눈가림이 되지 못하였을 것이라고

어려움을 직시하였다.⁷⁾ 이 연구에서는 육안 판독 방법을 배제하고 정량적 평가만을 관상동맥질환 판정의 기준으로 삼았다. 정량 심근 SPECT를 판단하는 데는 감쇠보정 SPECT영상이 훨씬 유리할 것이라고 가정하였다.

그러나 감쇠와 산란을 보정하고 해상도를 복원한 새 방법을 사용하고 정량 검출법을 사용하여 심근 SPECT를 해석한 이 연구에서도 결과는 이전 연구들과 크게 다르지 않았다. 전체적으로 특이도가 59%에서 75%로 상승하는 대신 민감도가 63%에서 55%로 일부 감소하였고, 특히 감쇠가 문제가 되는 우측관상동맥 영역에서 민감도가 65%에서 35%로 두드러지게 감소하였다. 이것은 저자들이 사용한 새 감쇠보정 방법으로는 감쇠보정 영상을 보정하지 않은 영상 대신에 사용하는 것이 바람직하지 않음을 시사한다. 다만 관동맥저위험군에서 우측관상동맥 영역의 정상검출율이 뚜렷이 증가하여 전체적으로도 정상검출율이 증가하였으나 통계적으로는 유의하지 않았다.

이 연구에서 이용한 것과 거의 동일한 감쇠보정 알고리즘 및 장비를 이용한 다기관 공동연구에서 Hendel 등은 이러한 결과에서 정상검출율의 호전을 근거로 심근 SPECT를 스크리닝용으로 사용시 비용-효과면에서 유익할 것이라고 주장하였다.⁷⁾ 이 주장은 비용-효과 분석에 민감도가 감소하는 영향을 고려하여 검정하여야 한다고 생각한다. 대량의 스크리닝 검사에서는 정상검출율을 높이는 것이 중요하겠지만, 민감도 감소를 대가로 얻는 정상검출율의 증가는 궁극적으로 심근 SPECT가 현재 지니고 있는 진단적 가치를 떨어뜨려, 위음성군에서 발생한 연간 심장사건발생률이 현재의 방법으로 얻은 만큼(1% 이하) 유지되지 않으면 전체 비용이 증가하기 때문이다.

O'Connor 등은 여러 상용 감쇠보정법을 비교한 연구에서 각 방법 사이에 영상 내 인공산물을 줄이는 능력에 유의한 차이가 있다고 보고하였다.¹⁵⁾ 우리는 여러 방법 중에 한가지 방법에 대하여 진단성능에 미치는 영향을 조사하여 보고하고 그 의의를 설명하였으므로 이 결과를 각 병원에 적용할 때는 그대로 적용되지 않을 지 모른다는 고려가 필요하다.

특히 이 방법을 사용하려면 연간 2000만원 상당의 투과 선원을 구입하여야 하기 때문이다. 현행 보험급여 규정에 따르면 감쇠보정을 하여도 수가 산정을 할 수 없다. 수가 산정이 가능한 게이트 방법과 다른 점이다. 이런 점을 고려하여 자신이 이용하고 있는 감쇠보정법의 영상 품질 관리 자료를 확보하여 진단성능에 대해 평가한 후 적용할 필요가 있음을 시사한다.

정량적 심근 SPECT를 이용한 분석에서는 진단 기준의 설정이 주요한 문제이다. 이 연구에서는 실제 육안 판독에서 적용하듯이 뚜렷한 가역적 관류 결손이 있거나 중등도 이상의 지속적 관류 결손이 있는 경우를 관류 이상으로 정의되도록 정량분석 심근 SPECT 판정기준을 정하였다. 그 각각의 기준이 관류 결손의 기준으로 70%, 중등도 이상 관류 결손의 기준으로 60%, 가역성 기준으로 관류가역성 값 7이었다. 이때 각 분절별로 정상 관류값에 차이가 있음을 감안하여^{16,17)} 기저부의 분절들은 이보다 10%씩 낮은 값을 기준으로 삼았다. 이러한 값들은 관상동맥질환 진단이나 생존능 평가에서 기준으로 이용되었던 값들을 이용하여 약간씩 조정된 것이지만 감쇠/산란 보정과 해상도 복원이 심근의 움직임까지 감안하여 완벽한 경우 전후측벽과 중격에서 차이가 없도록 재설정하여야 한다고 생각한다. 즉 현재의 상용 감쇠보정 방법보다 우수한 방법이 개발되어야 한다. 새 방법은 심근의 움직임과 호흡에 의한 심장의 이동도 감안하여 보정할 수 있어야 한다고 생각한다.

요 약

목적: 심근 SPECT 영상의 재구성 과정에 감쇠보정, 산란보정 및 해상도복원 시스템(ASCRR)이 적용되었을 때 관상동맥질환 진단의 진단능 변화를 정량적 심근 SPECT에서 조사하였다. **대상 및 방법:** 관상동맥질환이 의심되는 환자 75명과 관상동맥질환 저위험군 20명의 환자에 대하여 휴식기 TI-201 / 부하기 Tc-99m-MIBI 게이트 심근 SPECT를 시행한 후, ASCRR을 적용하여 적용 전후의 예민도 및 특이도와 정상검출율의 변화를 구하였다. **결과:**

ASCRR 적용 후, 전반적인 진단능에는 유의한 변화가 없었다. 혈관 영역 별로는 좌전하행동맥(LAD)이나 좌회선동맥(LCX) 영역의 병변에서는 유의한 차이는 없었고, 우측관상동맥(RCA) 영역의 병변을 진단하는 데 있어서는 ASCRR의 적용 후 특이도는 유의하게 향상되었지만, 이와 더불어 예민도는 유의하게 감소되었다(모두 $p < 0.05$). 정상검출율은 좌전하행동맥(LAD) 영역과 좌회선동맥(LCX) 영역에서는 ASCRR 적용 전후에 유의한 차이가 없었고, 우측관상동맥(RCA) 영역에서만 유의한 증가를 보여, 전반적으로는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. **결론:** 심근 SPECT에서 감쇠보정 및 산란보정, 그리고 해상도복원시스템의 적용은 관상동맥질환의 진단에 있어서 우측관상동맥(RCA) 영역의 정상검출율 및 특이도는 증가시키지만, 전반적인 진단능은 향상시키지 못한다.

참 고 문 헌

- 1) DePuey EG. How to detect and avoid myocardial perfusion SPECT artifacts. *J Nucl Med* 1994;35:699-702.
- 2) Chang LT. A method for attenuation correction in radionuclide computed tomography. *IEEE Trans Nucl Sci* 1978;25:638-43.
- 3) Ficaro EA, Fessler JA, Shreve PD, Kritzman JN, Rose PA, Corbett JR. Simultaneous transmission/emission myocardial perfusion tomography: diagnostic accuracy of attenuation-corrected Tc-99m-sestamibi single photon emission computed tomography. *Circulation* 1996;93:463-73.
- 4) Gallowitsch HJ, Sykora J, Mikosch P, Kresnik E, Unterweger O, Molnar M, et al. Attenuation-corrected thallium-201 single-photon emission tomography using a gadolinium-153 moving line source: clinical value and the impact of attenuation correction on the extent and severity of perfusion abnormalities. *Eur J Nucl Med* 1998;25:220-8.
- 5) Shotwell M, Singh BM, Fortman C, Bauman BD, Lukes J, Gerson MC. Improved coronary disease detection with quantitative attenuation-corrected Tl-201 images. *J Nucl Cardiol* 2002;9: 52-61.
- 6) Vidal R, Buvat I, Darcourt J, Migneco O, Desvignes P, Baudouy M, et al. Impact of attenuation correction by simultaneous emission/transmission tomography on visual assessment of 201Tl myocardial perfusion images. *J Nucl Med* 1999;40:1301-9.
- 7) Hendel RC, Berman DS, Cullom SJ, Follansbee W, Heller GV, Kiat H, et al. Multicenter clinical trial to evaluate the efficacy of correction for photon attenuation and scatter in SPECT myocardial perfusion imaging. *Circulation* 1999;99: 2742-9.
- 8) Harel F, Genin R, Daou D, Lebtahi R, Delahaye N, Helal BO, et al. Clinical impact of combination of scatter, attenuation correction, and depth-dependent resolution recovery for ²⁰¹Tl studies. *J Nucl Med* 2001;42:1451-6.
- 9) Lee DS, So Y, Cheon GJ, Kim KM, Lee MM, Chung JK, et al. Limited incremental diagnostic values of attenuation-noncorrected gating and ungated attenuation correction to rest/stress myocardial perfusion SPECT in patients with an intermediate likelihood of coronary artery disease. *J Nucl Med* 2000;41:852-9.
- 10) Hendel RC, Corbett JR, Cullom SJ, DePuey G, Garcia EV, Bateman TM. The value and practice of attenuation correction for myocardial perfusion SPECT imaging: a joint position statement from the American society of nuclear cardiology and the society of nuclear medicine. *J Nucl Med* 2002;43:273-80.
- 11) Pryor DB, Harrell FE Jr, Lee KL, Califf RM, Rosati RA. Estimating the likelihood of significant coronary artery disease. *Am J Med* 1983;75:771-80.
- 12) Case JA, Bateman TM, Cullom SJ, Arram S,

- Galt J, Garcia E. Impact of transmission scan reconstruction using an iterative algorithm (BITGA) versus FBP: clinical appearance of attenuation-corrected myocardial perfusion SPECT images. *J Nucl Med* 2001;42:51P.
- 13) Maddahi J, Van Train K, Prigent F, Garcia EV, Friedman J, Ostrzega E, et al. Quantitative single photon emission computed thallium-201 tomography for detection and localization of coronary artery disease: optimization and prospective validation of a new technique. *J Am Coll Cardiol* 1989;14:1689-99.
- 14) Wackers FJ. Should SPET attenuation correction be more widely employed in routine clinical practice? Against. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2002;29:412-5.
- 15) O'Connor MK, Kemp B, Anstett F, Christian P, Ficaro EP, Frey E, et al. A multicenter evaluation of commercial attenuation compensation techniques in cardiac SPECT using phantom models. *J Nucl Cardiol* 2002;9:361-76.
- 16) Eisner RL, Tamas MJ, Cloninger K, Shonkoff D, Oates JA, Gober AM, et al. Normal SPECT thallium-201 bull's-eye display: gender differences. *J Nucl Med* 1988;29:1901-9.
- 17) Van Train KF, Areeda J, Garcia EV, Cooke CD, Maddahi J, Kiat H, et al. Quantitative same-day rest-stress technetium-99m-sestamibi SPECT: definition and validation of stress normal limits and criteria for abnormality. *J Nucl Med* 1993;34:1494-502.
-