

Myocardial SPECT시 COR에서 위치변화에 따른 Image Uniformity 비교

서울대학교병원 핵의학과, 서울대학교 의과대학 핵의학교실¹

임현진 · 김중현¹ · 김재일 · 임정진 · 김진의 · 김현주 · 이재성¹ · 이동수¹

Comparison of Image Uniformity Due to Position Shifting in COR on Myocardial SPECT

Hyun Jin Lim, Joong Hyun Kim¹, Jae Il Kim, Jung Jin Lim, Jin Eui Kim, Hyun Joo Kim, Jae Sung Lee¹ and Dong Soo Lee¹

¹Department of Nuclear Medicine, Seoul National Univ. Hospital, Seoul, Korea.

²Department of Nuclear Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea.

Purpose: It is important to acquire accurate data because the SPECT scan affected by various physical factors. The aim of this study was to compare the uniformity when both centers were matched or mismatched differed from position of heart in COR. **Materials and methods:** The images were acquired with cylindrical uniform phantom (6.7 cm diameter, 9 cm length) and heart insert phantom using Cardio MD SPECT system (Philips, USA). The phantoms were positioned on COR as well as four different points which were 10 cm above, below, left and right side from the COR. The counts from the both edge of cylindrical uniform phantom and those from the both wall of heart insert phantom were compared by using vertical and horizontal line profile. In addition, the qualitative evaluation was performed with heart insert phantom images and volunteer test. **Results:** In heart insert phantom study, the differences of counts between COR and 10 cm above, below, left and right point of COR were 1.1, 4.1, 4.9, 2.2 and 0.9% using T-A curve for horizontal view. In case of vertical view of COR 3.9, 21.9, 3.5, 23.9, 14.0% were shown. In cylindrical phantom study, the differences of counts between COR and 10 cm above, below, left and right point of COR were 4.3, 0.3, 3.3, 2.6 and 0.7% using T-A curve for horizontal view. In case of vertical view of COR 2.7, 3.0, 1.0, 0.3, 3.4% were shown. For qualitative evaluation, the images at COR were the most uniform for both of heart insert phantom and volunteer test, whereas other four positions showed somewhat distorted images. **Conclusion:** It showed the most uniform images when COR is matched with the heart. Therefore, we can expect that distortion which increased or decreased of myocardial perfusion will be prevented by matching the heart and COR when positioning. Furthermore, the accuracy of diagnosis will be improved as well. (Korean J Nucl Med Technol 2012;16(1):70-75)

Key Words : COR matching, Uniformity

서 론

SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) 검사는 감마카메라를 우리 몸 주위로 회전시키며 여러 방향

의 2차원 투사상을 얻고 이를 sinogram 형태로 변환한 후 영상재구성 기법을 적용하여 단면영상을 얻는다. 이러한 단면 영상은 planar 영상과 달리 선원의 깊이 정보를 제공함으로써 대조도와 해상도가 우수하고 정량적인 평가가 가능하다. 하지만 정량적 SPECT를 하기 위해서는 정확한 데이터를 획득하는 것이 무엇보다 중요하고 정확한 데이터를 획득하기 위해서는 감쇠보정, 산란보정 및 혼선보정, 조준기반응보정 및 부분체적효과 등 여러 가지 물리적인 요소들에 대한 보정이 필수적이다. 본 연구는 SPECT 영상에 영향을 미치는 많

• Received: March 8, 2012. Accepted: April 6, 2012.

• Corresponding author: Hyeon Jin Lim

Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital,
101 Daehang-ro, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea
Tel: +82-2-2072-2535, Fax: +82-2-766-9083
E-mail: hj-winer@nate.com



Fig. 1. Cardio MD SPECT system of philips.

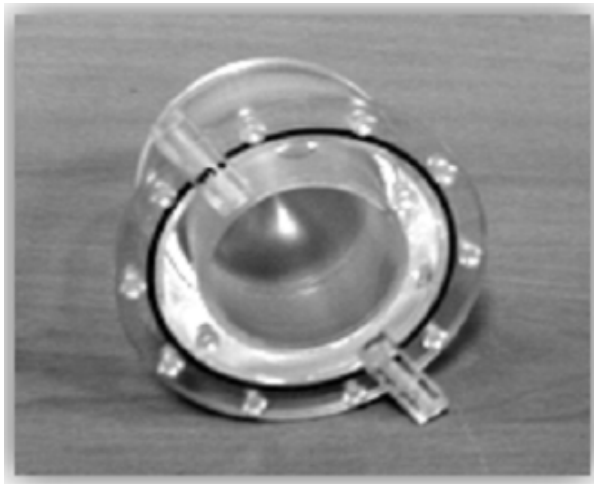


Fig. 2. Heart Insert Phantom (diameter: 83 mm, length: 93 mm, volume: 180 mL).

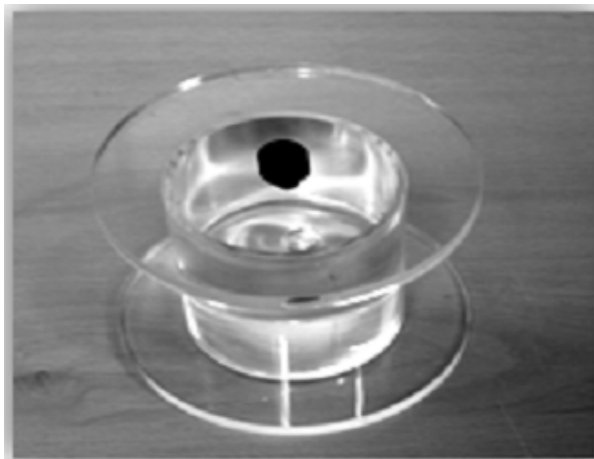


Fig. 3. Cylindrical Phantom (diameter: 67 mm, length: 90 mm, volume: 330 mL).

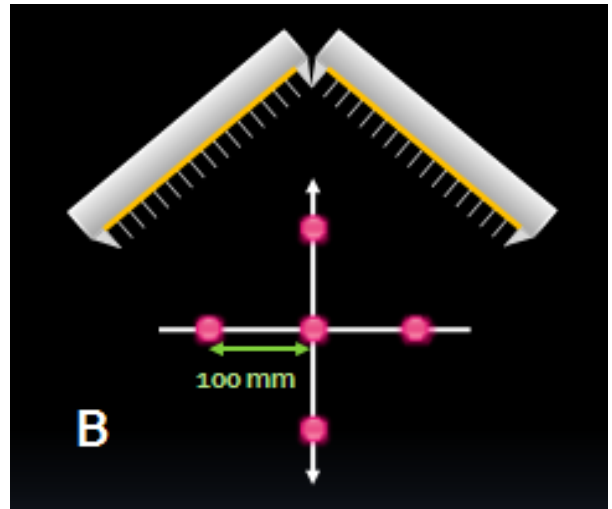
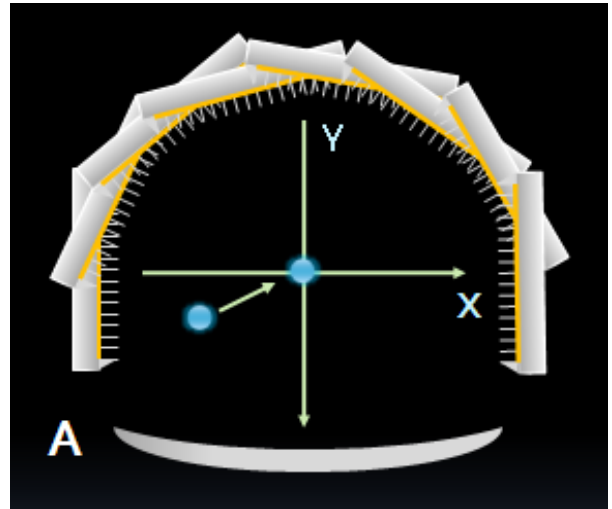


Fig. 4. COR matching performed using a point source (A) and acquired images at five difference position (B).

은 요소들 중에서 myocardial SPECT 검사 시 COR (center of rotation) 위치변화에 따른 심장영상의 균일도가 어떻게 변화하는지에 대해서 알아보았다.

실험재료 및 방법

1. 실험기기 및 재료

Philips사에서 제조된 Cardio MD SPECT를 이용하여 정량적인 분석과 육안평가를 실시하였다(Fig. 1). 정량적인 분석방법은 cylindrical phantom과 heart insert phantom을 이용하여 균일도 시험을 시행하였고, 육안 평가는 heart insert phantom과 human volunteer의 영상을 통해 영상시험을 시행하였다(Fig. 2, 3).

Table 1. Reconstruction parameters

	Heart Insert Phantom	Cylindrical Phantom
Cut-off/Order	0.6 / 8.0	0.6 / 8.0
Reconstruction	FBP	FBP
Filter	Butterworth	Butterworth
Motion Correction	Yes	Yes
Scatter Correction	Yes	Yes
Resolution Correction	Yes	Yes
Truncation Correction	Yes	Yes

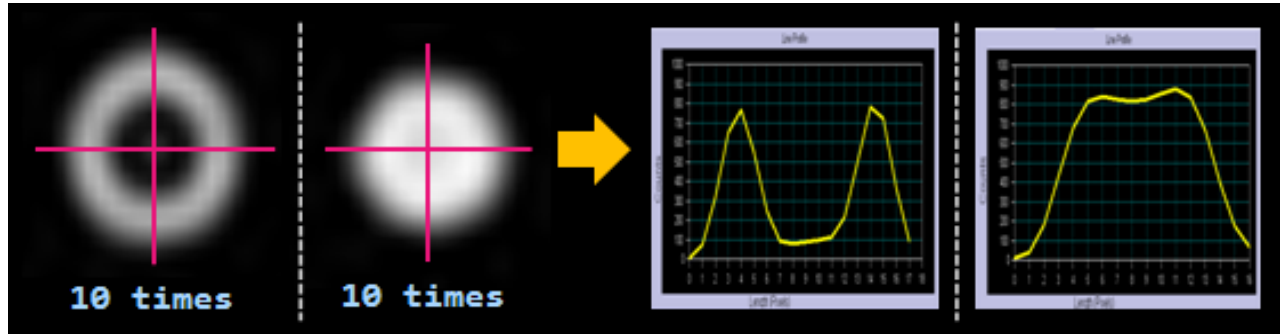


Fig. 5. Uniformity analysis was performed by following procedure.

Table 2. Counts difference at T-A curve of horizontal line profiles using the heart insert phantom

Orientation	COR	Heart insert phantom (Horizontal)									
		Above	Below	Left	Right						
1	753	810	910	789	755	712	975	847	772	773	
2	789	817	940	798	799	706	980	853	758	764	
3	786	827	966	849	739	705	918	800	781	749	
4	720	759	975	887	762	722	914	796	771	771	
5	737	745	955	834	802	730	883	808	769	738	
6	715	762	970	879	802	730	880	804	760	755	
7	741	743	915	868	762	722	914	796	762	756	
8	760	757	960	842	739	705	883	808	766	747	
9	763	754	970	879	724	713	910	792	762	756	
10	766	750	964	871	762	722	942	779	763	746	
Mean counts	753	772.4	952.5	849.6	764.6	716.7	919.9	808.3	766.4	755.5	

2. 영상획득

먼저 균일도 시험에 앞서 점선원을 이용하여 양쪽 검출기의 X, Y축 중심에 COR 일치를 시행하였다. 그리고 heart insert phantom과 cylindrical phantom에 동일한 ^{99m}Tc 185 MBq를 주입하고 COR에서 상·하·좌·우 각각 100 mm 위치에서 다음과 같은 조건에서 영상을 획득하였다(Fig. 4).

- Matrix size: 64x64
- Counts/frame: 15 kcounts
- Orbit: circular

획득한 영상은 다음과 같이 동일한 조건에서 영상 재구성

을 하였다(Table 1).

3. 영상분석

균일도 분석을 하기 위하여 Siemens사의 Syngo program을 이용하였다. 재구성된 영상은 수평·수직 방향으로 line profile을 그려 T-A curve로 나타냈고, COR과 상·하·좌·우 100 mm 위치에서 나타난 T-A curve로 양쪽 벽의 counts 차이를 백분율로 구하였다. 이러한 과정을 10번 반복하여 평균값으로 나타냈다(Fig. 5).

결 과

1. Heart insert phantom

Line profile을 수평으로 나타낸 T-A curve에서는 COR과 오른쪽 100 mm 위치에서 양쪽 벽의 counts차가 낮았지만, 상·하·좌 100 mm 위치에서 약간 차이가 있었다(Table 2). 그리고 line profile을 수직으로 나타낸 T-A curve에서는

COR과 아래쪽 100 mm에서 양쪽 벽의 counts차가 낮게 나타났지만, 상·좌·우 100 mm 위치에서 다소 높게 나타났다(Table 3).

2. Cylindrical phantom

Line profile을 수평으로 나타낸 T-A curve에서는 COR 위치에서 양쪽 벽의 계수차가 다소 높게 나왔다(Table 4). 그리

Table 3. Counts difference at T-A curve of vertical line profiles using the heart insert phantom

Orientation	COR	Heart insert phantom (Vertical)								
		Above	Below	Left	Right					
1	792	847	855	651	685	661	868	680	609	679
2	797	848	823	661	683	657	849	678	607	652
3	802	849	834	662	695	662	859	679	558	685
4	829	849	794	685	683	657	850	652	558	685
5	823	848	805	687	691	653	840	652	597	663
6	813	846	814	674	673	657	822	665	595	663
7	808	845	803	672	683	657	795	690	596	663
8	813	846	834	662	677	658	786	690	592	674
9	818	847	823	697	674	655	856	674	592	674
10	781	762	814	674	663	656	813	665	601	695
Mean counts	807.6	838.7	819.9	672.5	680.7	657.3	833.8	672.5	590.5	673.3

Table 4. Counts difference at T-A curve of horizontal line profiles using the cylindrical phantom

Orientation	COR	Cylindrical phantom (Horizontal)								
		Above	Below	Left	Right					
1	835	872	854	852	832	859	877	900	862	858
2	834	869	849	851	831	860	876	892	867	863
3	834	868	853	851	825	853	872	899	867	865
4	839	881	853	850	844	871	877	900	865	858
5	836	871	849	851	843	871	862	898	872	872
6	835	872	858	851	844	870	884	897	869	860
7	834	869	854	852	836	860	877	896	865	854
8	834	868	858	853	837	866	872	896	869	859
9	834	870	859	855	831	860	872	899	865	854
10	837	876	858	853	843	871	881	901	867	865
Mean counts	835.2	871.6	854.5	851.9	836.6	864.1	875	897.8	866.8	860.8

Table 5. Counts difference at T-A curve of vertical line profiles using the cylindrical phantom

Orientation	COR	Cylindrical phantom (Vertical)								
		Above	Below	Left	Right					
1	874	843	874	890	852	848	894	892	860	835
2	875	845	877	893	851	849	894	896	861	821
3	875	852	874	904	860	850	891	886	860	839
4	875	850	898	908	859	848	893	891	861	827
5	875	852	867	897	862	847	893	886	862	840
6	874	857	877	901	854	848	893	891	860	839
7	875	854	867	909	858	847	893	887	859	831
8	875	855	871	907	857	848	893	891	861	828
9	875	849	869	894	853	848	894	895	861	836
10	868	848	867	897	860	849	894	893	857	830
Mean counts	874.1	850.5	874.1	900	856.6	848.2	893.2	890.8	860.2	832.6

Table 6. Results of the heart insert phantom (%)

	Center	Above	Below	Left	Right
Horizontal	2.6	12.1	6.7	13.8	1.4
Vertical	3.9	21.9	3.5	23.9	14.0

Table 7. Results of the cylindrical phantom (%)

	Center	Above	Below	Left	Right
Horizontal	4.3	0.3	3.3	2.6	0.7
Vertical	2.7	3.0	1.0	0.3	3.4

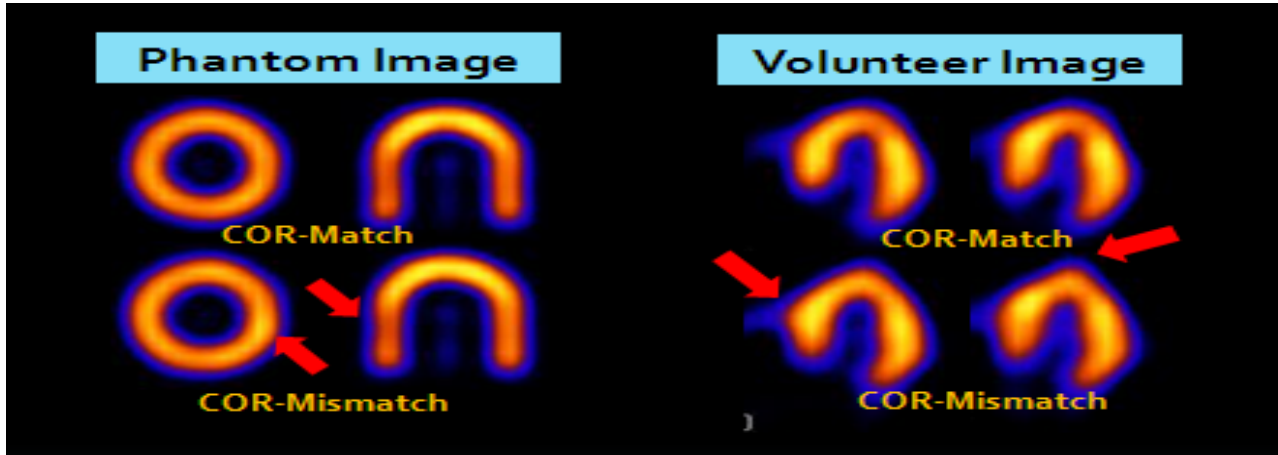


Fig. 6. Result images of the heart insert phantom and volunteer.

고 line profile을 수직으로 나타낸 T-A curve에서는 오히려 오른쪽 100 mm 위치에서 양쪽 벽의 계수차가 약간 높게 나왔다(Table 5).

위에 내용을 종합하였을 때 heart insert phantom 실험은 COR과 상·하·좌·우 100 mm 위치에서 horizontal로 T-A curve를 나타내면 계수차가 2.6%, 12.1%, 6.7%, 13.8%, 1.4%로 나타났고, 수직에서는 3.9%, 21.9%, 3.5%, 23.9%, 14.0%로 나타났다. Cylindrical phantom 실험은 수평에서 계수차가 4.3%, 0.3%, 3.3%, 2.6%, 0.7%로 나타났고, 수직에서는 2.7%, 3.0%, 1.0%, 0.3%, 3.4%로 나타났다(Table 6, 7).

3. 영상시험

2011년 본원에 내원한 환자 중 myocardial SPECT 영상이 정상인 환자를 선별하여 심장 영상을 획득하였다. 예상대로 심장이 COR과 일치할 때 영상이 더 균일하였고, 일치하지 않았을 때는 심장 벽이 약간 왜곡되게 나왔음을 알 수 있었다. 그리고 phantom 영상에서도 심장이 COR과 일치할 때 균일하게 나왔다(Fig. 6).

결론

정량적인 분석방법에서는 heart insert phantom이 COR에 위치하였을 때 영상의 균일도가 가장 좋았다. 그러나 cylindrical phantom은 COR에 위치하였을 때 영상의 균일도가 가장 나쁘게 나왔지만 5% 미만이기 때문에 다른 위치에서 나온 결과 값과 비교하였을 때 큰 차이가 없었다. 육안 평가에서도 phantom과 volunteer 영상 모두 심장 영상이 COR에 위치했을 때 가장 균일하게 나왔다. 따라서 myocardial SPECT 검사 시 심장음영과 COR을 일치시킴으로써 심장 관류의 증가 또는 감소와 같은 영상의 왜곡을 예방하고 심장의 정량적인 평가를 정확하게 함으로 인해 진단에 도움이 될 것으로 사료된다.

요약

SPECT 검사는 여러 가지 물리적인 요소들에 의해서 영향을 받기 때문에 정확한 데이터를 획득하는 것이 중요하다. 본 실험은 여러 가지 요인 중 COR에서 심장의 위치를 달리 하여 두 중심이 일치할 때와 일치하지 않았을 때 영상의 균일도에 대해서 알아보려고 하였다.

Philips사의 Cardio MD장비를 이용하여 cylindrical uniform phantom (직경 6.7 cm, 높이 9 cm), heart insert phantom을 COR과 각각 상·하·좌·우 100 mm 위치에서 실험하였다. Cylindrical uniform phantom과 heart insert phantom에서 획득한 영상은 line profile을 이용하여 phantom과 심장 양쪽 벽에 대한 계수 차이를 비교하였다. 육안평가는 heart insert phantom과 volunteer test를 하였다.

Heart insert phantom 실험은 COR과 상·하·좌·우 100 mm 위치에서 수평으로 T-A curve를 나타내면 계수 차가 2.6%, 12.1%, 6.7%, 13.8%, 1.4%로 나타났고, 수직에서는 3.9%, 21.9%, 3.5%, 23.9%, 14.0%로 나타났다. Cylindrical phantom 실험은 수평에서 계수 차가 4.3%, 0.3%, 3.3%, 2.6%, 0.7%로 나타났고, 수직에서는 2.7%, 3.0%, 1.0%, 0.3%, 3.4%로 나타났다. Heart insert phantom과 volunteer test에서 획득한 영상의 육안평가는 COR 위치에서 가장 균등하였고, COR 제외한 위치에서는 약간의 왜곡현상이 나타났다.

Phantom 종류에 따라 결과의 차이가 있었지만 육안평가와 종합해보면 심장과 COR 위치가 일치할 때 영상이 가장

균일하였다. 따라서 myocardial SPECT 검사 시 심장과 COR의 두 중심을 일치시킴으로써 심근관류의 감쇠 또는 증가되는 왜곡현상을 예방하여 진단의 정확성을 높일 수 있을 것이다.

REFERENCES

1. 고창순 외. 제 3판 핵의학. 고려의학 2008;75-80.
2. Araujo LI, Jimenez-Hoyuela JM, McClellan JR, Lin E, Viggiano, Alavi A. Improved uniformity in tomographic myocardial perfusion imaging with attenuation correction and enhanced acquisition and processing. J Nucl Med 2000;41(7): 1139-44.
3. Germano G, Chua T, Kavanagh PB, Kiat H, Berman DS. Detection and correction of patient motion in dynamic and static myocardial SPECT using a multi-detector camera. J Nucl Med, 1993;34(8):1349-55.
4. Roach PJ, Meikle SR, Bailey DB et al. Transmission based quantitative SPECT improves the accuracy of Thallium-201 myocardial scintigraphy. Eur J Nucl Med 1993 (abst).