

Original Article **재구성 방법(점 확산함수 적용 유무)에 따른 PET/MR 영상 평가**

서울대학교병원 핵의학과
박찬록 · 문일상 · 노경운

Comparison of PET/MR image quality with and without point spread function algorithm according to reconstruction type

Chan Rok Park, Il Sang Moon and Gyeong Woon Noh
Dept. of Nuclear Medicine, Seoul National Univ. Hospital, Seoul, Korea

Purpose	In this study, we evaluated image by applying with and without point spread function algorithm(PSF) according to reconstruction type.
Materials and Methods	Biograph mMR (Siemens, Germany) was used as PET/MR scanner. For phantom study, we used NEMA IEC Body phantom maintaining radioactivity ratio (hotsphere:background = 8:1). To evaluate phantom image quality, percent contrast recovery and signal to noise ratio (SNR) were used by drawing ROI to 4 spheres. In clinical study, the 20 patients who underwent simultaneous PET/MR was selected and set the ROI at liver. we evaluated images as SNR.
Results	In the phantom results, The percent contrast recovery applying PSF algoritm was high 5 % compared to without PSF algoritm and SNR was also high 11 %. In the clinical study result, we confirmed that The SNR applying PSF algoritm was high 5 % compared to without PSF algoritm.
Conclusion	We need to simulate a lot of phantom study and clinical analysis to improve image quality for PET/MRI.
Key Words	PET/MR, NEMA IEC Body Phantom, Point Spread Function, Reconstruction

서 론

2000년 이후로 핵의학 스캐너는 인체의 생리학적 변화와 해부학적 위치와 감쇠보정을 위한 SPECT/CT, PET/CT와 같은 하이브리드 스캐너가 개발되어 사용되고 있다. 또한 최근에는 기존에는 적용되지 않았던 PET과 MR을 동시에 촬영할 수 있는 PET/MR 스캐너의 개발로 진단에 도움을 주고 있다. MR 영상은 연부조직의 대조도가 다른 양식에 비해 우수하기 때문에 PET/MR 영상을 이용해 해부학적인 정보와

생리학적인 정보를 더 많이 얻을 수 있고, PET/CT와 비교했을 때 피폭의 저감이 가능하다는 장점이 있다. 이런 장점과 더불어 현재 PET/MR 스캐너는 세계적으로 점차 대중화되고 있다. 하지만 PET/MR의 점차적인 대중화에 비해 영상 평가는 미비하다. 그러므로 본 논문은 팬텀을 이용해 MR 기반으로 감쇠보정 된 PET 영상을 획득한 영상의 질을 평가해보고자 한다.

실험재료 및 방법

1. 실험대상 및 방법

이 실험에 사용한 장비는 Biograph mMR(Siemens, Germany)를 이용하였다(Fig. 1). 팬텀 실험을 위해 NEMA

· Received: April 14, 2018 Accepted: April 30, 2018
· Corresponding author : **Chan Rok Park**
Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital, 28 Yeongondong, Jongno-gu, Seoul, 110-744, Korea
Tel: +82-2-2072-7443, Fax: +82-2-747-0208
E-mail: nadecos@naver.com

IEC Body phantom 과 ^{18}F -FDG를 이용하여 background : hot sphere 4개(10, 13, 17, 28 mm)의 비율을 1 : 8로 유지 하였고, 5분 동안 데이터를 획득 했다(Fig. 2). 또한, 임상환자의 영상평가를 위해 본원의 내원한 환자 20명(60 ± 5)을 대상으로 ^{18}F -FDG 주사 후 1시간 뒤 토르소 영상을 획득 후, 간에 동일하게 관심영역을 설정하였다. 영상재구성 방법은 반복 재구성 방법(Iterations: 2, Subsets: 21)과 가우시안 필터(gaussian filter: 6 mm)를 적용하였고, 감쇠보정 지도 적용을 위해 flash 3D vibe dixon sequence를 적용하였다. 영상 비교를 위해 점 확산 함수(PSF :Point Spread Function)에 적용 유무에 따라 영상을 획득 후, 대조 회복도(Contrast Recovery)와 신호 대 잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)로 비교 평가하였다.

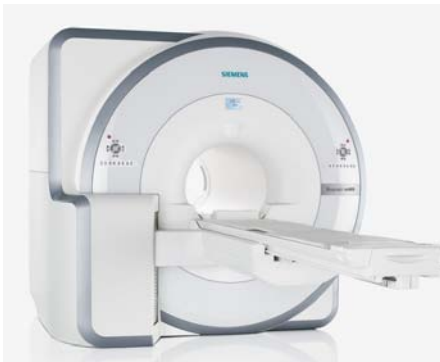


Fig. 1. The experiment was performed by Biograph mMR.



Fig. 2. The experiment was performed by NEAM IEC body phantom.

2. 평가 방법

1) Contrast Recovery_{phantom} 와 SNR_{phantom}

Phantom 영상 평가는 Contrast Recovery 와 SNR의 평가인자를 적용하였다. 식(1)을 적용하여 4개의 가장 작은 구

에 관심영역을 설정하고, 그에 따른 배후 관심영역을 12개 설정하여 영상을 평가하였고, 동일한 방법을 사용하여 식(2)로 SNR을 이용해 영상을 평가하였다(Fig. 3).

$$Q_{H,j} = \frac{C_{H,j}/C_{B,j} - 1}{a_H/a_B - 1} * 100 [\%]$$

$C_{H,j}$ = average counts in the ROI for sphere j

$C_{B,j}$ = average counts in the background ROI for sphere j

a_H = activity concentration in the hot sphere

a_B = average concentration in the baackground

식(1)

$$\checkmark \text{SNR}_{\text{phantom}} = \text{Conut}_{\text{mean-phantom}} / \text{SD}_{\text{phantom}}$$

식(2)

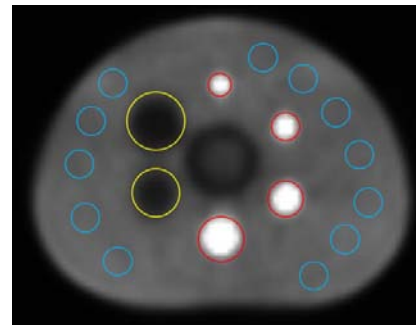


Fig. 3. Contrast recovery was measured drawing the ROI according to hot sphere diameter (10, 13, 18, and 27 mm).

3) SNR_{liver}

임상평가를 위해 간에 동일하게 관심영역을 설정하고 식(3)과 같이 SNR의 평가인자를 이용해 재구성 방법에 따른 PET 영상을 평가하였다(Fig. 4).

$$\blacksquare \text{SNR}_{\text{liver}} = \text{count}_{\text{mean-liver}} / \text{SD}_{\text{liver}}$$

식(3)

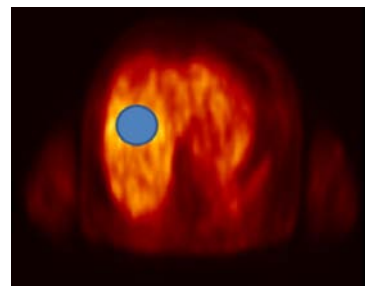


Fig. 4. SNR_{liver} was evaluated by drawing the ROI.

결 과

임상 영상 평가는 점 확산 함수를 적용해 재구성한 영상이 약 11% 정도 SNR이 향상됨을 확인할 수 있다(Fig. 4). 또한 팬텀 실험에서 4개의 구에 따른 Contrast recovery는 점 확산 함수를 적용해 재구성한 영상이 약 5% 영상의 질을 향상시켰다(Fig. 5). 마지막으로 Phantom의 SNR 평가도 점 확산 함수를 적용한 영상이 약 5% 영상의 질이 향상되었다(Fig. 6).

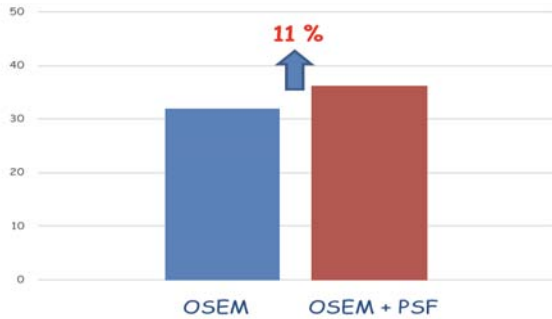


Fig. 4. This graph was expressed by signal to noise ratio for the clinical analysis.

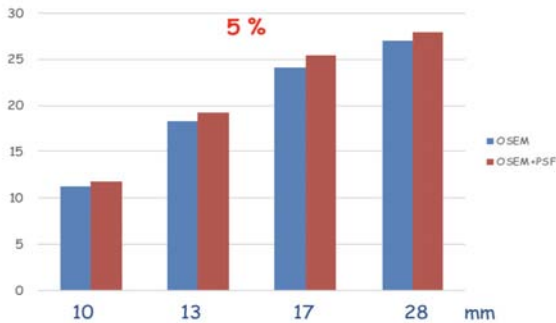


Fig. 5. This graph was expressed by contrast recovery for phantom analysis.

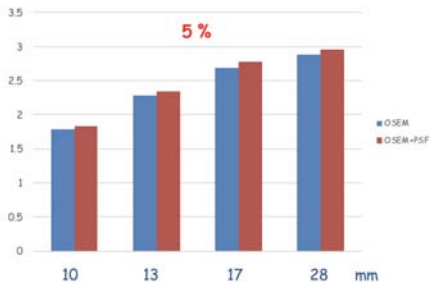


Fig. 6. This graph was expressed by signal to noise ratio for phantom analysis.

결론 및 고찰

본 연구는 핵의학 팬텀을 이용해 최근에 개발되어 널리 사용되고 있는 PET/MR 스캐너에서 얻어진 PET 영상평가를 하였다. 상대적으로 부족한 MR 기반의 PET 영상을 획득하여 영상 평가를 하였고, 더 좋은 영상의 질을 획득하기 위해 적용해야 할 재구성 방법도 확인할 수 있었다. 하지만, MR coil을 이용해 얻어지는 PET 영상에서 coil로부터 발생하는 감쇠 정도를 파악 할 수 없는 점이 한계점이고, 이를 추후 연구에서 확인 해 볼 필요가 있다.

요 약

NEMA IEC body phantom으로 PET/MR 스캐너를 이용해 MR 영상 기반의 감쇠보정 된 PET 영상을 얻고, 반복재구성 기반의 점 확산 함수(PSF)에 적용 유무에 따라 PET 영상을 Contrast recovery와 SNR의 평가 인자를 적용해 평가하였다. 또한, 동일한 재구성 방법에 따라 본원의 내원한 환자의 영상도 평가하였다. 데이터는 임상환자와 팬텀 실험 모두 PSF를 적용해 재구성한 영상이 모두 영상의 질이 향상됨을 확인하였다. MR 기반으로 얻어진 PET 영상 평가가 추후에도 계속해서 필요하다고 사료된다.

REFERENCES

1. 김정수, 이홍재, 김진의. 두경부암 림프절 전이 평가에서 PET-MRI의 임상적 유용성. J Nucl Med Technol, 2014;18(1):26-32.
2. 김재일, 전재환, 김인수, 이홍재, 김진의. 인체 각 부위의 PET/MRI와 PET/CT의 SUV변화. J Nucl Med Technol, 2013;17(2):10-14.
3. 김재일, 김인수, 이홍재, 김진의. PET/MRI에 있어 MRI 조영제가 PET에 미치는 영향. J Nucl Med Technol, 2014;18(1):19-25