

Cs-137 점선원을 이용한 감쇠보정기법들에 대한 평가

*연세의료원 핵의학과

봉정균* · 김희중 · 박해정 · 권윤영 · 손혜경 · 윤미진 · 이종두 · 정해조

본 연구는 전신 GSO PET 스캐너를 사용하여 Cs-137 투과 선원을 이용한 감쇠보정기법들을 평가하는 것이다. 이를 위하여, 4개의 모양이 다른 팬텀들을 사용하여 감쇠보정기법들을 검사하였다. 뇌영상을 위하여 256 mm의 시야가 사용되었고, 약 110MBq의 F-18 선원이 팬텀실험을 위해 사용되었다. 감쇠를 보정하기 위해서, 방출선원이 팬텀에 주입된 후, Cs-137 점선원의 투과 스캔 데이터가 획득되었다. 방출선원 데이터는 산란보정을 하였고, 4가지 종류의 감쇠보정기법을 이용하여 감쇠보정을 하였다. 재구성된 팬텀 영상들이 비교평가되었고, 임상 뇌영상은 핵의학 의사들이 평가를 하였다. 결과적으로 균일성 평가를 위한 원형팬텀의 영상에서, 측정감쇠보정기법을 이용시 가운데 부분이 떨어져 보였으나, 나머지 감쇠보정 기법들에서는 균일하게 보였다. 임상 뇌 데이터의 경우, 두개골에 대한 감쇠 효과를 볼 수 있었고, 두개골에 대한 감쇠보정이 적용되지 않은 영상에서는 인공산물이 발생하는 것을 보여주었다. 결론적으로, 정량적 뇌영상에 대한 정확도를 높이기 위해서, 두개골에 대한 감쇠보정이 적용된 개선된 감쇠보정 방법이 요구된다. 본 연구는 앞으로 Cs-137 점선원을 이용한 감쇠보정기법이 포함된 뇌 PET 영상 장치를 개선하는데 유용할 것으로 사료된다.

중심단어: 감쇠보정, 양전자방출단층촬영, Cs-137

서 론

최근 들어, PET 데이터의 감쇠보정을 위해서, 투과선원으로써 Cs-137이 이용되어지고 있다. Cs-137은 반감기가 30년이 되기 때문에 투과 선원의 교체해야하는 부담을 덜어주었고, 방출선원의 에너지보다 높기 때문에, 방출선원 주입 후, 투과 스캔을 할 수 있다는 장점을 가진다. 그러나, Cs-137은 방출선원의 511 keV 에너지보다 높은 662 keV 에너지의 감마선을 방출하기 때문에 감쇠상수에 대한 보정이 요구되어지고 있고, 이를 위하여 다양한 방법들이 보고되고 있다. Cs-137 투과 선원을 이용한 감쇠보정방법들을 이용하여 주로 전신 PET 영상에서는 평가가 이루어져왔으나, 뇌 PET 영상에서는 아직 평가가 이루어지지 않아왔다. 본 연구의 목적은 전신 PET 스캐너를 이용 뇌 PET 영상을 위한 감쇠보정기법들을 평가하는 것이다.

재료 및 방법

본 연구를 위해서 전신 GSO PET 스캐너 (Allegro, Philips-ADAC Medical Systems, Cleveland, OH, USA)가 사용되었다. 약 110 MBq의 F-18이 물과 섞여 채워진 4가지 다른 종류의 팬텀 (원형, NEMA, Jaszack, 호프만 팬텀)들이 이용되었다. 임상 뇌 PET 촬영시 사용하는 프로토콜로써, 방출 데이터 획득하기 전, 방출선원을 팬텀에 주입 후, Cs-137 점선원을 물체 주위로 4번 회전시켜 투과 선원 데이터를 획득하였고, 20분동안 3D 획득방식으로 방출선원 데이터를 획득하였다. 이때, 투과 스캔은 회전당 42초가 걸렸다.

임상 평가를 위해서, 정상인 한 명의 대상자가 ^{18}F -FDG PET 촬영을 하였다. 대상자에게 약 5.18 MBq/kg의 ^{18}F -FDG가 주입이 되었고, 방출선원 촬영전 투과 스캔이 실행되었다. 팬텀 실험에서 실행된 것처럼, ^{137}Cs 점선원이 대상자 주위를 4번 회전하는 동안 데이터가 획득되었다. 정상인의 뇌 PET 촬영을 위해서 임상에서 사용되는 뇌 ^{18}F -FDG PET 스캔 프로토콜을 이용하였다.

감쇠보정을 평가하기 위해서, 4가지 기법 (measured(MAC), ellipse(ELAC), segmented(SAC), 그리고 remapping(RAC) 감쇠

보정)들이 이행되었다. 영상재구성은 RAMLA3D를 이용하였다. 데이터 분석으로써, 대조도, % 규격화된 표준편차(NSD), 감쇠계수들을 이용 비교 평가되었다. 임상데이터의 정량적 평가를 위하여 SISCOM (Subtracted Ictal SPECT CO-registered to MRI)을 이용하여 가감된 영상들이 비교되었다.

결 과

그림1에서 보여주고 있는 것처럼, 균일성 평가를 위한 원형팬텀의 영상에서, 측정감쇠보정기법을 이용시 가운데 부분이 떨어져 보였으나, 나머지 감쇠보정 기법들에서는 균일하게 보였다.

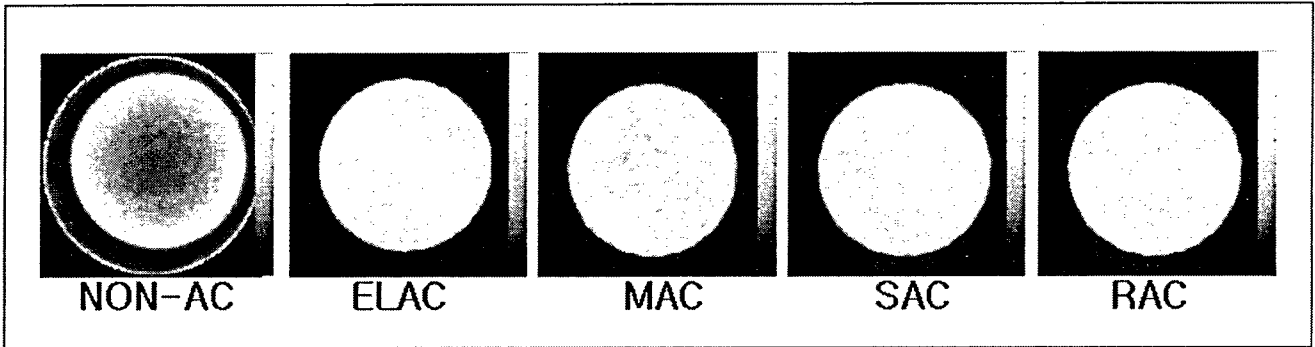


그림 1. 다양한 감쇠기법들을 이용하여 재구성된 원형 팬텀 영상들.

NEMA 팬텀을 이용하여 공기, 물, 그리고 테플론에 대한 감쇠 보정을 검사하였다. 그림 2에서 보듯이 SAC과 RAC에서 과소평가되는 것을 보여주었다.

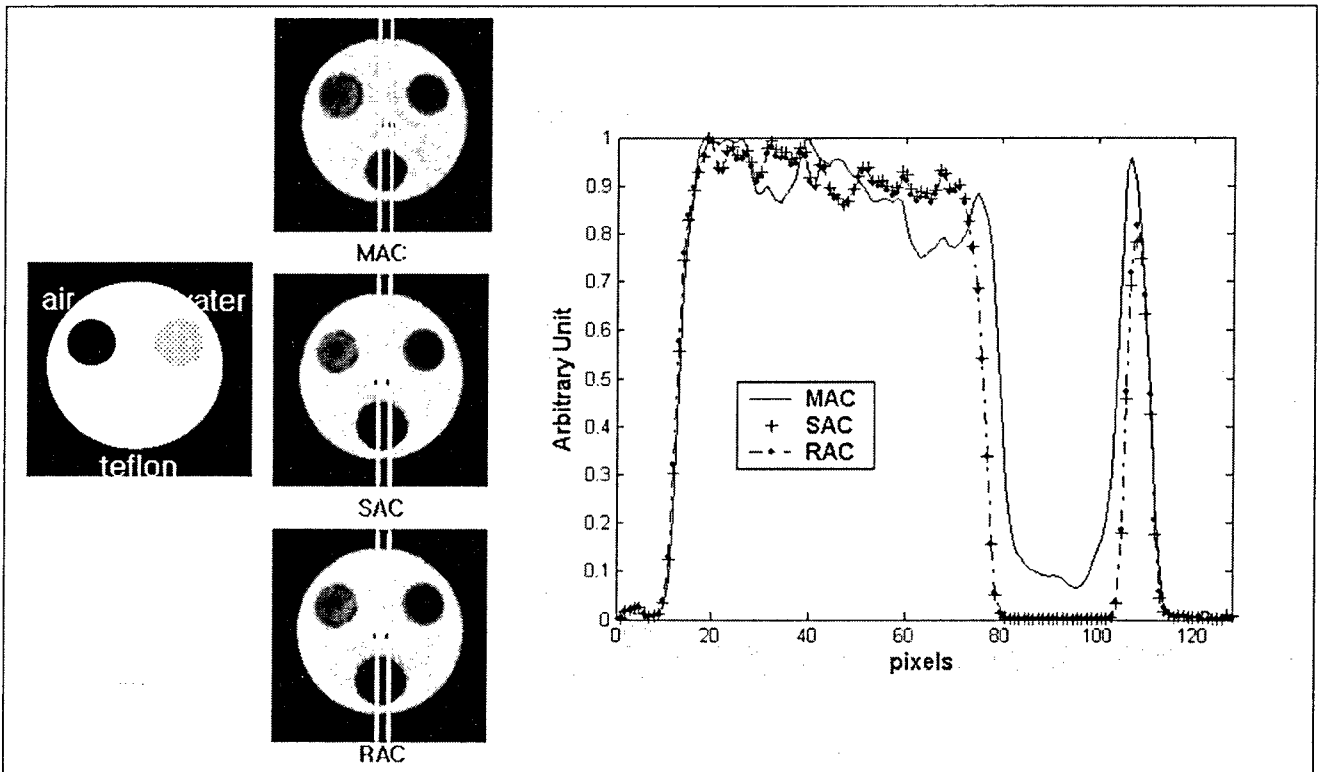


그림 2. NEMA 팬텀의 감쇠보정된 영상들과 y축에 대한 프로파일들.

정상인의 뇌에 대해 다양한 감쇠기법들이 적용되어 영상이 재구성되었다. MAC 이용하여 감쇠보정시, 두개골의 감쇠에 대한 보정이 이루어져, 균일한 영상을 보여주었다. 두개골의 감쇠가 보정이 되지 않은 영상에서 후두부, 후두부-측두골, 소뇌 부분에 있어서 인공적 결손이 있었다.

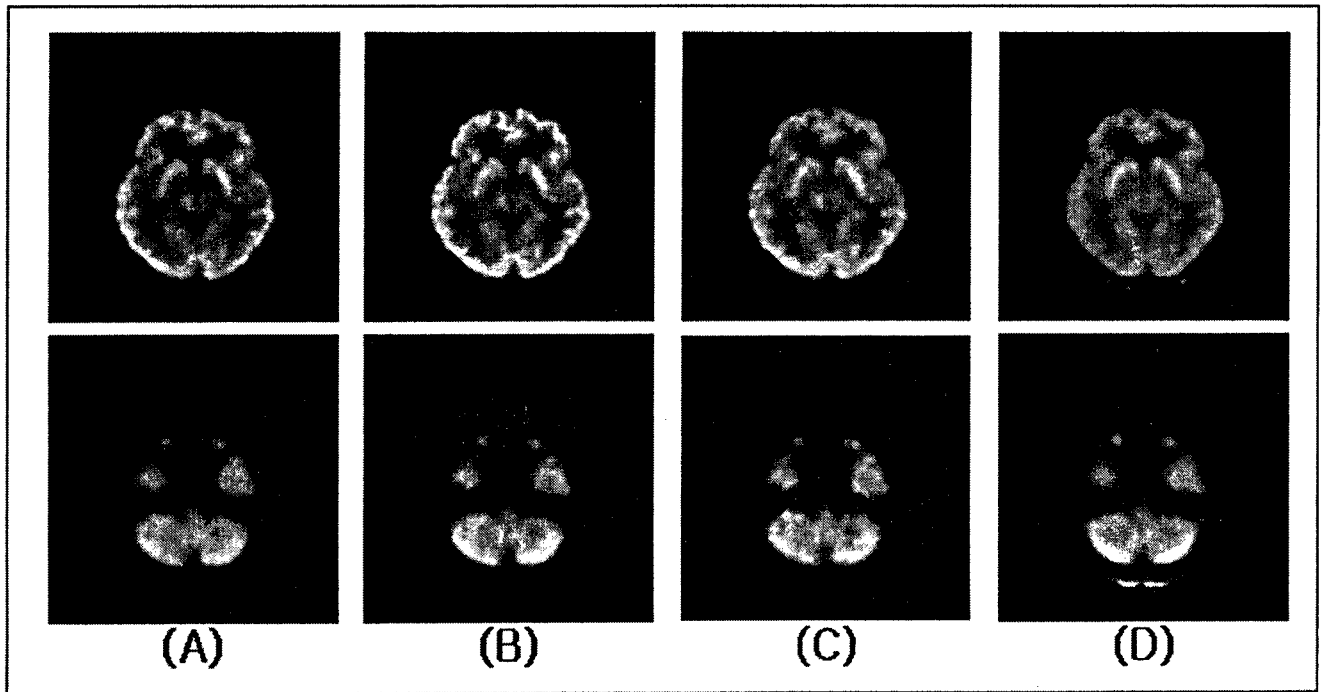


그림 3. 정상인 뇌의 다양한 감쇠보정기법들이 적용되어 재구성된 영상들의 가감 영상들. 왼쪽부터 오른쪽까지 : MAC-RAC (A), MAC-SAC (B), MAC-ELAC (C), RAC-SAC (D)

결 론

정량적 뇌영상에 대한 정확도를 높이기 위해서, 두개골에 대한 감쇠보정이 적용된 개선된 감쇠보정 방법이 요구되어진다. 본 연구는 앞으로 Cs-137 점선원을 이용한 감쇠보정기법이 포함된 뇌 PET 영상 장치를 개선하는데 유용할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Karp JS, Freifelder R, Geagan MJ, 등 : Three-dimensional imaging characteristics of the HEAD PENN-PET scanner. J. Nucl. Med., 38: 636-643 (1997)
2. Bilger K, Adam L-E, Karp JS: Segmented attenuation correction using Cs-137 single photon transmission. in Proc. IEEE MIC Conf. Rec., San Diego, CA, (2002)
3. Smith RJ, Karp JS, Bénard F 등 : A comparison of segmentation and emission subtraction for singles transmission in PET., IEEE Trans. Nucl. Sci., 45:1212-1218 (1998)

Assessment of Attenuation Correction Algorithms with a ^{137}Cs Point Source

Jung-Kyun Bong, Hee-Joung Kim, Hae-Jung Park, Mijin Yun, Jong Doo Lee,
Yun-Youn Kwon, Hye-Kyoung Son, Hae-Jo Jung

Division of Nuclear Medicine, Yonsei Medical Center, Seoul, Korea

The objective of this study is to assess attenuation correction algorithms utilized in a multipurpose whole-body GSO PET scanner. Four different types of phantoms were tested using different types of attenuation correction techniques. FOV (Field of View) of 256mm was used for brain PET imaging. For compensating attenuation, transmission data of a ^{137}Cs point source were acquired after the F-18 emission source was infused to the phantoms. Scatter correction were performed. Reconstructed images of the phantoms were assessed. In addition, reconstructed images of a normal subject were compared and assessed by nuclear medicine physicians. As a result, decreased intensity at the central portion of the attenuation map with cylindrical phantom was noticed during use of the measured attenuation correction. On the other hand, segmentation or remapping attenuation correction provided uniform phantom image. The images reconstructed from the clinical brain data explained the attenuation of a skull, although reconstructed images of the phantoms couldn't explain it. In conclusion, the complicated and improved attenuation correction methods were required to obtain the better accuracy of the quantitative brain PET images. Our study will be useful in improving quantitative brain PET imaging modalities with attenuation correction of ^{137}Cs transmission source.

Key Words: Electron trajectory, Magnetic field