

Original Article Brain PET에서 Truncated Region에 의한 영상의 질 평가

서울대학교병원 핵의학과
이흥재 · 도용호 · 김진의

Evaluation of Image Quality Change by Truncated Region in Brain PET/CT

Hong-Jae Lee, Yong-Ho Do, Jin-Eui Kim

Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

Purpose	The purpose of this study was to evaluate image quality change by truncated region in field of view (FOV) of attenuation correction computed tomography (AC-CT) in brain PET/CT.
Materials and Methods	Biograph Truepoint 40 with TrueV (Siemens) was used as a scanner. ^{68}Ge phantom scan was performed with and without applying brain holder using brain PET/CT protocol. PET attenuation correction factor (ACF) was evaluated according to existence of pallet in FOV of AC-CT. FBP, OSEM-3D and PSF methods were applied for PET reconstruction. Parameters of iteration 4, subsets 21 and gaussian 2 mm filter were applied for iterative reconstruction methods. Window level 2900, width 6000 and level 4, 200, width 1000 were set for visual evaluation of PET AC images. Vertical profiles of 5 slices and 20 slices summation images applied gaussian 5 mm filter were produced for evaluating integral uniformity.
Results	Patient pallet was not covered in FOV of AC-CT when without applying brain holder because of small size of FOV. It resulted in defect of ACF sinogram by truncated region in ACF evaluation. When without applying brain holder, defect was appeared in lower part of transverse image on condition of window level 4200, width 1000 in PET AC image evaluation. With and without applying brain holder, integral uniformities of 5 slices and 20 slices summation images were 7.2%, 6.7% and 11.7%, 6.7%.
Conclusion	Truncated region by small FOV results in count defect in occipital lobe of brain in clinical or research studies. It is necessary to understand effect of truncated region and apply appropriate accessory for brain PET/CT.
Key Words	brain PET/CT, truncated region, AC-CT, FOV, brain holder

서론

PET는 1994년 한국에 도입된 이후 brain을 위주로 발전하였다. 간질을 진단하고 노인성 질환에서 진단하던 기존에 방법에서 PET/CT (positron emission tomography/computed tomography)가 도입되어 중앙 특히 암 분야에 생화학적인 영

상과 형태학적으로 결합된 영상의 발전은 급속도로 중앙 분야에 발전을 가져왔다. 특히 2006년 ^{18}F -FDG PET가 급여화에 따라 PET 건수는 급격히 증가하였다. 암을 진단하는 영상의 흐름을 전체적으로 변경하는 계기가 되어 핵의학의 중흥기를 이끌었고 또한 핵의학 발전의 획을 그었다. 2014년 30만 건 이상 시행되었고 2014년 12월 1일부로 고시가 변경되어 FDG PET 검사에 대한 제한이 되어 다시 감소세로 들어왔다. 이제 핵의학의 발전은 새로운 방사성의약품으로 인한 또 다른 도약과 더불어 특히 21세기 노인성 질환으로 인한 brain 환자가 늘어날 예정이다. 이에 brain 검사시 중요한 것 중 하나가 액세서리인 brain holder를 사용하지 않는 경우 CT

• Received: October 02, 2015 Accepted: October 13, 2015
• Corresponding author: **Hong-Jae Lee**
• Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital, 101 Daehangno, Jongno-gu, Seoul, 110-744, Korea
Tel.: +82-2-2072-3804, Fax.: +82-2-747-0208
E-mail: petpet1@snu.ac.kr



Fig. 1. Phantom Holder (L-bracket)



Fig. 2. Patient table



Fig. 3. Siemens Biograph Truepoint 40 with TrueV PET/CT scanner was used for acquisition



Fig. 4. ^{68}Ge -uniform phantom

의 small FOV 의하여 whole pallet이 AC-CT에 cover되지 않으며 본 논문에서는 brain holder를 사용하지 않았을 경우 truncated region에 의한 영상의 질을 평가하고 한다.

실험재료 및 방법

1. 연구 대상

^{68}Ge 팬텀을 이용하여 brain holder를 사용하여 검사하고 (Fig. 1), pallet위에 ^{68}Ge 팬텀을 놓고(Fig. 2) 영상을 획득하여 비교 평가하였다.

2. 실험 장비 및 선원

검사 시 이용된 장비는 Biograph Truepoint 40 with TrueV (Siemens medical system, Germany)이며(Fig. 3) ^{68}Ge -uniform phantom (Fig. 4)를 이용하였다.

3. 검사 방법

1) 영상획득 방법

^{68}Ge -uniform phantom를 patient table위에 올려놓고 topogram을 실시하고(Fig. 5), AC-CT를 검사 후 사각 박스에서 보듯 coverage를 나타내며 holder를 사용하지 않는 경우 pallet이 AC-CT의 FOV에 포함되지 않았다(Fig. 6).

2) PET 영상 재구성 방법

영상 획득 후 FBP, OSEM, TrueX를 재구성하여 parameters는 iteration : 4, subsets : 21, gaussian filter : 2 mm, 5 mm로 설정하였다. WL : -4200, WW : 1000으로 하여 영상의 균일도를 평가하였다. 또한 vertical profile를 이용하여 비교하였고 5장과 20장을 합하여 integral uniformity를 비교하였다.



Fig. 5. Image acquisition after CT Topogram

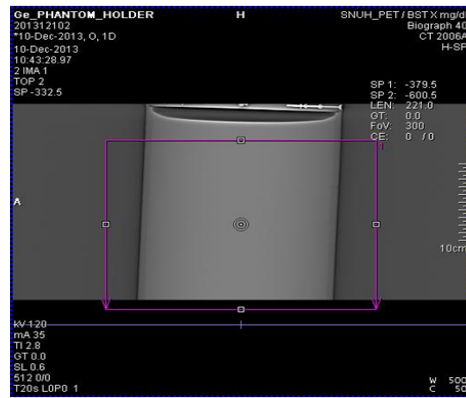


Fig. 6. Not including pallet of FOV by AC-CT

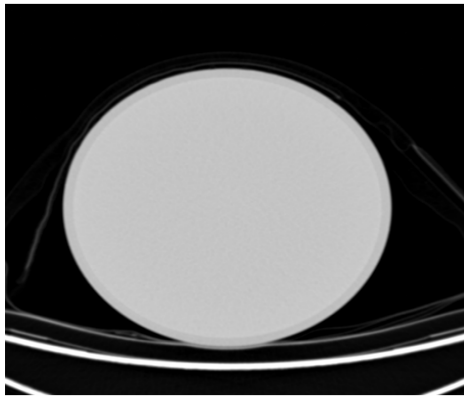


Fig. 7. Patient table

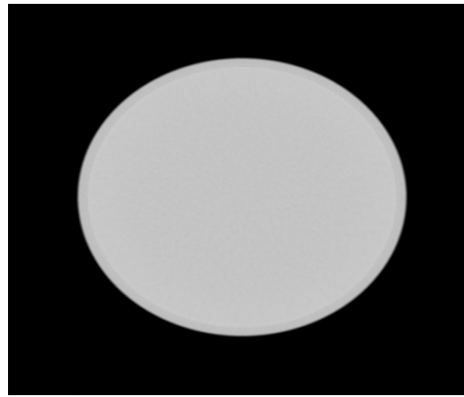


Fig. 8. Phantom holder

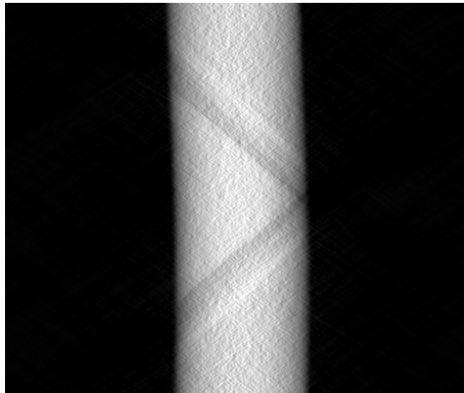


Fig. 9. Patient table

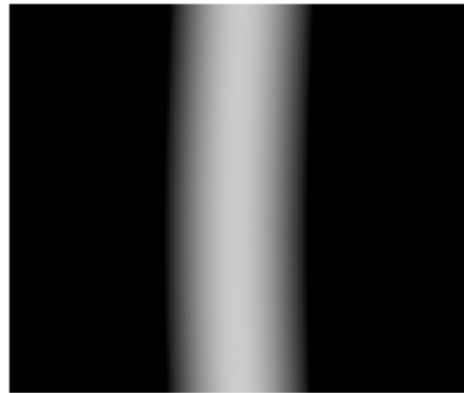


Fig. 10. Phantom holder

결 과

1. Phantom AC CT images

AC-CT의 영상을 통하여 holder를 사용하지 않는 경우 FOV내에 pallet이 모두 포함되지 않음을 알 수 있다(Fig. 8).

2. Phantom PET (corrected) sinogram

PET corrected sinogram 영상에서 holder를 사용하지 않는 경우 truncated region에 의한 defected 부위를 확인할 수 있으며(Fig. 9), holder를 사용한 경우 uniform한 영상을 확인할 수 있다(Fig. 10).

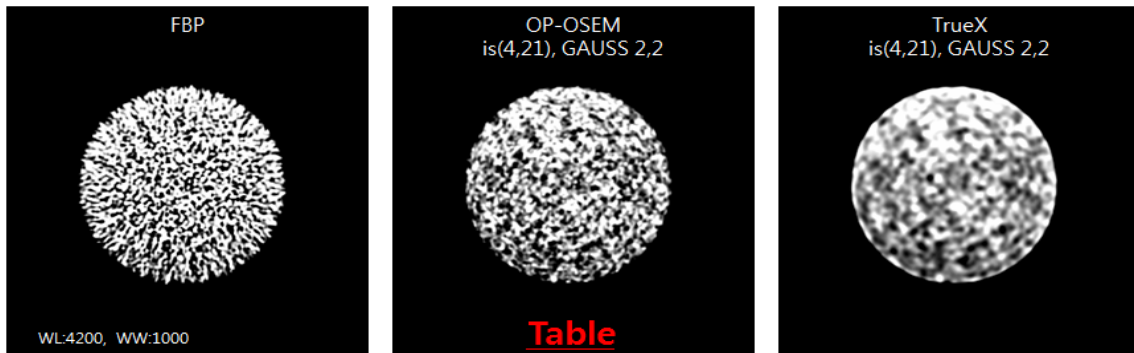


Fig. 11. Image of used table

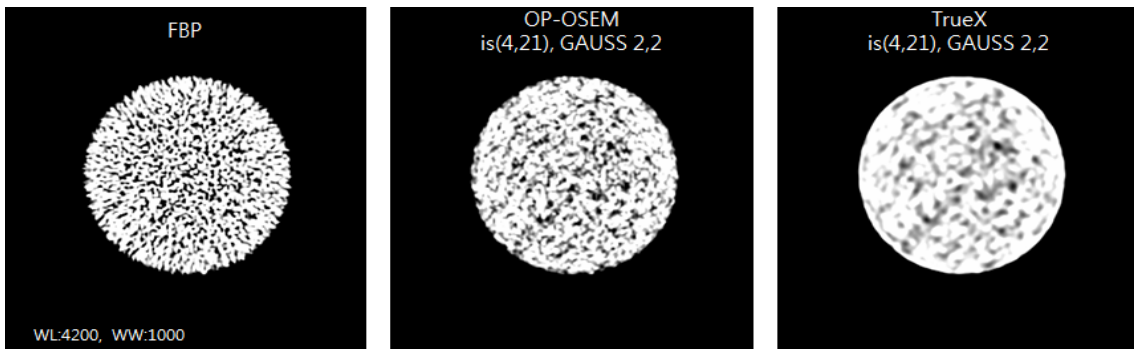


Fig. 12. Image of used holder

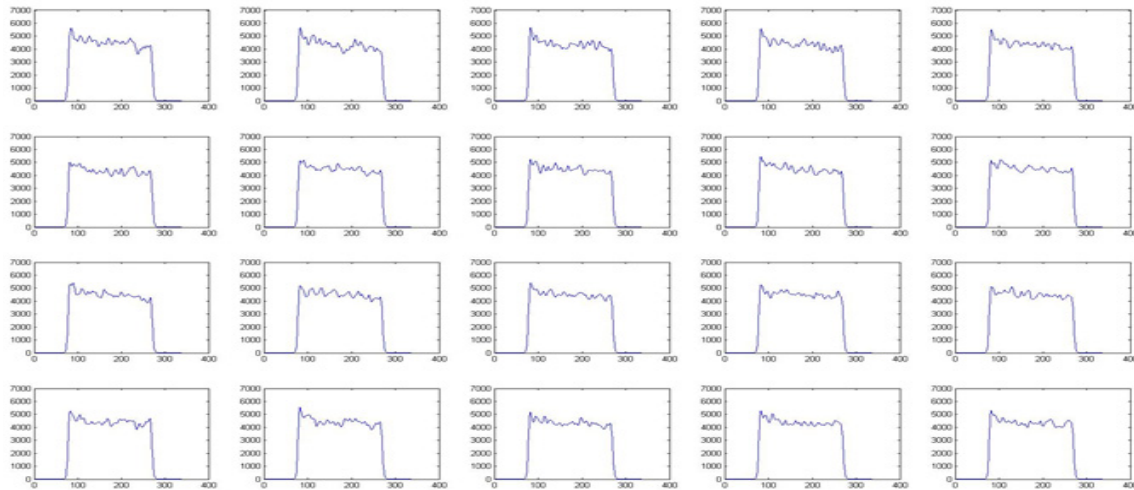


Fig. 13. Profile of used table

3. PET AC image(Table vs Holder)

Holder 유무에 따라서 AC영상을 비교하면 window level 4200, window width 1000으로 설정 시 FBP, OSEM, TrueX recon 방법 모두에서 holder를 사용한 경우 uniform한 영상이 획득되었지만(Fig. 12), holder를 사용하지 않은 경우 영상하

단에 defect가 관찰 되었다(Fig. 11).

4. Vertical profile with different recon parameter

Vertical profile은 table을 사용 했을 때 보다 phantom holder를 사용했을 시 하단부위의 count defect가 나타나지

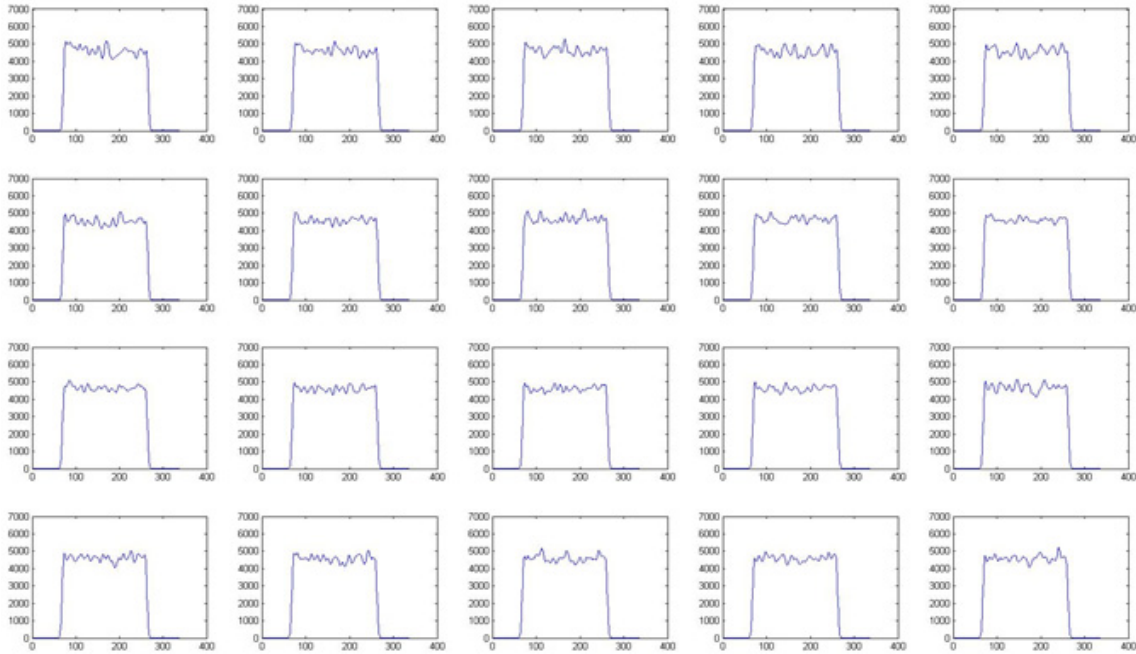


Fig. 14. Profile of used holder

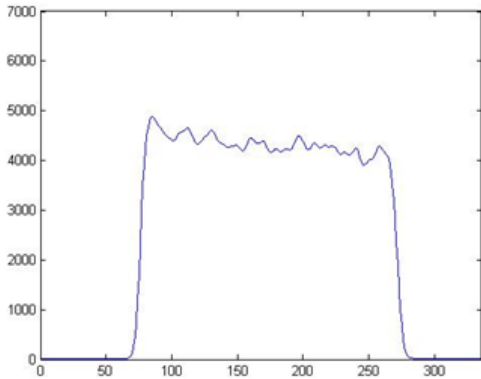


Fig. 15. Profile of used table

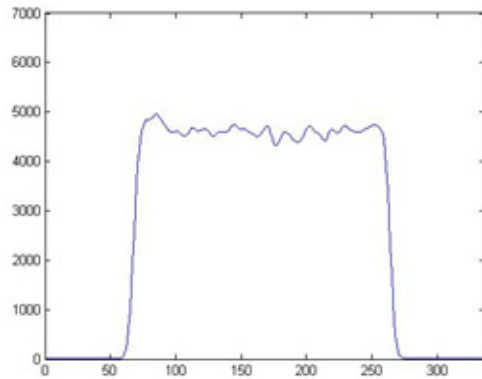


Fig. 16. Profile of used holder

않았다.

5. Integral uniformity

20장 slice에서의 integral uniformity는 table사용 11.1%, phantom holder를 사용 6.7%로 계산되었다.

결론

Brain PET/CT 검사를 위한 증가는 필수불가결이다. 현대 사회는 급격한 노인화로 인하여 많은 노인성 질환으로 인하여 brain 검사는 늘어난다. 이를 위하여 정확한 영상을 얻으

려면 반드시 brain holder를 이용하여야 한다. 특히 brain에 사용하는 FDG는 uptake가 전체적으로 분포하기 때문에 deep light와 중요시하게 holder의 유무에 의한 defect는 사전에 예방할 수 있어 영상의 오류를 범해서는 안 된다. 또한 짧은 반감기의 ^{11}C 과 ^{15}O 과 같은 방사성의약품은 반드시 holder를 사용하여 정확한 검사가 될 수 있도록 노력해야 할 것이다. 본 논문을 통하여 brain 검사시 holder를 사용하지 않는 경우 truncated region에 따른 phantom 하단부의 count defect가 확인되었으며 이는 환자 검사시 occipital lobe의 count loss를 발생하게 되며 research 검사시 검사 결과의 오차를 발생하게 됨으로 brain PET/CT 검사시 정확한 검사결과를 위하여 검사 액세서리가 반드시 적용되어야 할 것이다.

요 약

PET/CT 검사 시 검사 부위에 따라 적절한 액세서리의 사용이 권고되고 있다. 그 중 brain 검사에서 사용되는 액세서리인 brain holder를 사용하지 않는 경우 CT의 small FOV에 의하여 whole pallet이 AC-CT에 cover되지 않으며, 이에 따른 truncated region에 따라 count loss가 발생된다. 본 논문에서는 brain holder를 사용하지 않았을 경우 발생하는 truncated region에 의한 image quality의 변화를 평가하고자 한다. Siemens사의 biograph truepoint40 장비와 ^{68}Ge -uniform phantom을 사용하여 ^{68}Ge phantom을 pallet위에서 스캔하고 brain holder위에 위치하고 스캔 하였다. brain protocol을 적용하여 holder를 사용하지 않은 경우 pallet이 AC-CT의 FOV에 포함되지 않는 것을 알 수 있었다. 획득된 영상을 FBP, OSEM, TrueX recon method를 이용하여 iteration 4, subsets 21, gaussian 2 mm와 5 mm parameter를 적용하여 재구성 후 Window level : -4200, window width : 1000으로 설정하여 영상의 uniformity를 평가하였으며, vertical profile을 생성하여 count uniformity를 평가하였고, 마지막으로 5장과 20장의 slice를 summation하여 integral uniformity를 평가하였다. AC-CT영상을 통하여 holder를 사용하지 않는 경우 FOV내에 pallet이 모두 포함되지 않는 것을 알 수 있으며, 이에 따른 truncation에 의한 부정확한 attenuation factor가 나타났다 PET corrected sinogram 영상에서 holder를 사용하지 않은 경우 truncated region에 의한 defect 부위를 확인할 수 있으며, holder를 사용한 경우 uniform한 영상을 확인할 수 있었다. Window level : 4200, window width : 1000으로 설정 시 FBP, OSEM, TrueX recon 방법 모두에서 holder를 사용한 경우 uniform한 영상이 획득되었지만, holder를 사용하지 않은 경우 하단에 defect가 관

찰되었다. Holder를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우의 영상을 각 5장, 20장씩 summation하여 NEMA method에 따라 integral uniformity를 구하였으며, 5장 slice의 summation에서 holder를 사용하지 않은 경우 11.7% holder를 사용한 경우 7.2%로 나타났다. 20장 slice의 summation에서 holder를 사용하지 않은 경우 11.1% holder를 사용한 경우 76.7%로 나타났다. brain 검사 시 holder를 사용하지 않는 경우 truncated region에 따른 phantom 하단부의 count defect가 확인되었으며, 이는 환자 검사 시 occipital lobe의 count loss를 발생하게 되며 research 검사 시 검사 결과의 오차를 발생하게 됨으로 brain PET/CT 검사 시 정확한 검사결과를 위하여 검사 액세서리가 반드시 적용되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 고창순, 핵의학. 고려의학; 1992. p.739
2. Van Bogaert P, Massager N, Tugendhaft P, et al. Statistical parametric mapping of regional glucose metabolism in mesial temporal lobe epilepsy. *Neuroimage*. 2000;12:129-138
3. Wong CY, Geller EB, Chen EQ, et al. Outcome of temporal lobe epilepsy surgery predicted by statistical parametric PET imaging. *J Nucl Med*. 1996;37:1094-1100
4. Tzourio-Mazoyer N, et al. Automated anatomical labelling of activations in SPM using a macroscopic anatomical parcellation of the MNI MRI single subject brain. *Neuroimage*. 2002;15:273-289
5. Herholz, K et al, Discrimination between alzheimer dementia and controls by automated analysis of multicenter FDG PET, *Neuroimage*. 2002;17:302-316