

Original Article **^{18}F -FDG Brain PET/CT 검사를 위한 데이터 비교
방법의 평가**

서울대학교병원 핵의학과
도용호 · 이홍재 · 김진의

**Evaluation of Database Comparison Methods for ^{18}F -FDG
Brain PET/CT**

Yong Ho Do, Hong Jae Lee and Jin Eui Kim

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

Purpose	Various database comparison methods(DCM) are used for analyzing functional neuro-imaging. It is possible to statistically evaluate decreased or increased metabolism of abnormal patient's brain by comparing with asymptomatic controls in DCM. And results of DCM are additionally used for easily explaining defect region. The aim of this study was to evaluate usefulness of statistical parametric mapping(SPM) and scenium.
Materials and Methods	Data of 15 patients(62.02±15.03 year) underwent ^{18}F -FDG brain PET/CT were collected and analyzed. Biograph TruePoint 40 with TrueV, (Siemens) was used as a PET/CT scanner. Scenium(version 4.0) in Syngo.via(version VA30A) and SPM99 were applied for statistical evaluation. Consistency between PET reading and result of DCM were evaluated by 5 nuclear medicine physicians through a questionnaire survey. SUV and SD changes were evaluated by changing iteration, gaussian filter and matrix size in scenium. And average required time for generating result of SPM99 and scenium was compared by 3 medical technologists.
Results	Consistency from the result of SPM99 and scenium showed 84% and 92.4% compare to PET reading. When iteration 4, FWHM 8 and matrix size 168, SUV and SD were decreased by 0.59%, 8.73%, 4.69%, 20.38% and 0.88%, 8.25% respectively compare to routine parameter(iteration 8, FWHM 2 and matrix size 336) of scenium. Average required time of SPM99 and Scenium took 282 seconds and 116 seconds to generate result.
Conclusion	Results of SPM99 and Scenium showed high consistency compare to PET reading. Various parameters can be controlled by user when using SPM. However, normal database needs to be acquired. And it takes significant amount of time and effort for the first set up. On the other hand, Scenium provides normal database even though modifiable parameters are limited. Therefore, more informations could be provided for brain PET/CT if properly understanding and selecting each DCM.
Key Words	Brain PET/CT, Neuro-imaging, SPM, Scenium

서 론

최근 진단 분야에서 PET/CT(Positron Emission Tomography/Computed Tomography)는 종양학 분야는 물론 심장, 신경 등 여러 가지 분야에서 널리 활용되고 있다. 특히 뇌 PET/CT 검

사는 뇌의 정신활동 상태 뿐만 아니라 혈액의 관류상태, 에너지원의 대사상태, 생리적 활성물질의 섭취 정도를 3차원적으로 관찰할 수 있다¹⁾. 뇌 검사에서 데이터 비교 평가방법은 뇌의 정상군 데이터베이스와 비교하여 환자의 뇌 영상에서 질환 부위를 통계적인 방법으로 평가 가능하며 환자의 질환 부위를 쉽게 설명할 수 있는 보조적인 방법으로 사용되고 있다²⁻³⁾. 데이터 비교 평가는 표준 공간으로 영상을 이동하는 spatial normalization을 시행하고 각 검사 장비간의 해상력 차이를 보완, 뇌의 기하학적 구조에 따른 통계적 편차를 감소하기 위한

• Received: 2015. 4. 3 Accepted: 2015. 4. 30
• Corresponding author: **Yong Ho Do**
Department of nuclear medicine, Seoul National University Hospital, 28 Yeongondong, Jongno-gu, Seoul, 110-744, Korea
Tel.: +82-2-2072-3937, Fax.: +82-2-747-0208
E-mail: yhd_1981@naver.com



Fig. 1. Siemens Biograph Truepoint40 with TrueV PET/CT Scanner.

smoothing 실시 후 정상군과 환자 두 그룹간의 통계적 분석을 통하여 결과가 표현된다^{4,5)}. 다양한데이터 비교 평가 방법 중 statistical parametric mapping(SPM)은 사용자가 변경 가능한 parameter가 다양하며 matlab software를 이용하여 추가적인 기능들을 사용할 수 있다는 장점을 가지고 있지만 최초 구축 시 정상군 데이터베이스를 구축하는데 상당한 시간과 노력이 필요하며 결과 분석 시 소요되는 시간이 길다는 단점을 가지고 있다. 반면 scenium의 경우 정상군 데이터베이스가 software안에 내장되어 있어 최초 구축이 용이하고 정상군에 대비한 brain metabolism을 standard deviation(SD)으로 표현하며 SPM에 비하여 짧은 결과 분석 시간을 가지고 있다는 장점을 가지고 있지만 사용자가 조정할 수 있는 parameter가 제한적이고 환자 검사 시 내장되어 있는 정상군 데이터베이스에 적용된 획득, 재구성 방법을 따라야 한다는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 상반되는 장점과 단점을 가지고 있는 두 가지 software인 SPM과 scenium의 유용성을 비교 평가 하였다.

실험재료 및 방법

1. 연구 대상

2014년 3월부터 7월까지 서울대학교병원에서 ¹⁸F-FDG PET/CT 검사를 시행 받은 15명(평균연령 62.02±15.03세, abnormal 10명, normal 5명)의 데이터를 분석하였다.

2. 실험 장비 및 분석 소프트웨어

검사 시 이용된 장비는 Biograph Truepoint40 with TrueV (Siemens medical system, Germany)이며(Fig. 1), 분석에 이용된 소프트웨어는 SPM99(Fig. 2), Syngo.via version VA30A(Fig.

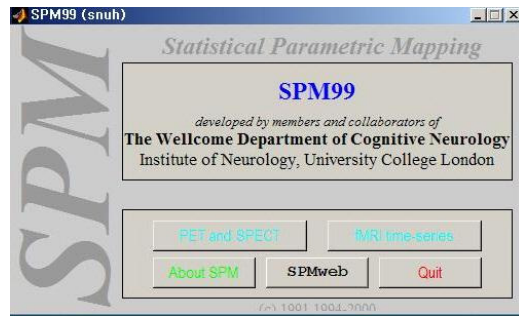


Fig. 2. SPM99.

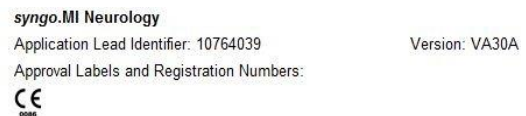


Fig. 3. Syngo.via version VA30A

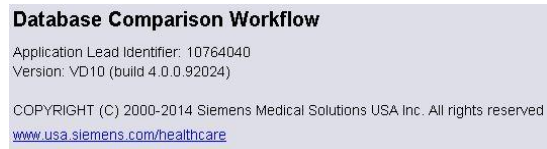


Fig. 4. Scenium version 4.0

3) 그리고 Scenium version 4.0이 사용되었다(Fig. 4).

3. 검사 방법

1) 전처치 및 영상획득 방법

검사 전 최소 4시간 이상 NPO를 유지 하였으며 ¹⁸F-FDG를 kg당 3.7 MBq을 주사하여 30분 후 brain emission 영상을 10분 획득 하였다. CT의 영상 획득 조건은 관전압 120 kVp, 관전류 140 mAs, collimation 0.6 mm, 슬라이스 두께 3.0 mm, pitch 0.8, 겐트리 회전시간 1.0sec로 적용하였다.

2) PET 영상 재구성 방법

영상 판독과 SPM, scenium 평가를 위한 기본 재구성 방법은 scenium의 정상군 database의 재구성시 적용된 OSEM3D +point spread function(PSF)방법으로 parameter로써 iteration 8, subsets 21, matrix size 336, gaussian filter 2mm 그리고 zoom 2.0이 적용되었다.

4. 결과 분석

1) 영상 판독과 SPM, scenium 결과의 일치성 평가

5명의 핵의학과 판독의가 영상 판독과 SPM, scenium의 결

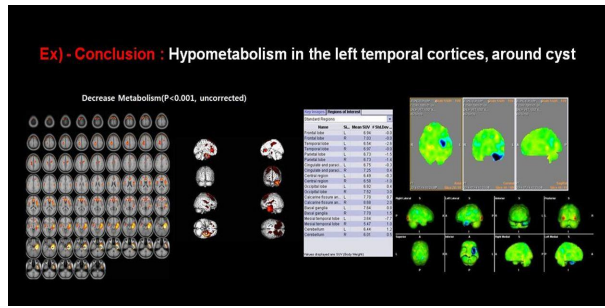


Fig. 5. Results of SPM and scenium were evaluated compare to PET reading.

Table 1. Rate of iteration change

Iteration number	4	6	8 (routine)
SUV	1	-0.30%	-0.59%
SD	1	-3.39%	-8.73%

Table 2. Rate of matrix size changes

Matrix size	168	256	336 (routine)
SUV	1	-0.15%	-0.88%
SD	1	-2.42%	-8.25%

Table 3. Rate of gaussian filter change

Gaussian filter (mm)	2 (routine)	4	8
SUV	1	-0.88%	-4.69%
SD	1	-5.82%	-20.38%

과에 대한 일치성을 각 territory 별로 평가하였다(Fig. 5).

2) 영상 재구성 parameter 변화에 따른 SUV와 SD 변화 평가

Scenium의 정상군 database의 재구성시 적용된 parameter 인 iteration 8, subsets 21, matrix size 336, gaussian filter 2mm 그리고 zoom 2.0를 기반으로 하여 추가로 iteration, 4, 6, matrix size 168, 256, 그리고 gaussian 4 mm, 8 mm의 변화를 주어 각각 재구성 후 SUV와 SD의 변화를 평가하였다.

3) SPM과 scenium의 평균 결과 분석 시간 비교

두 software의 평균 분석 시간 비교를 위하여 동일 환자 data를 이용하여 3명의 방사선사가 SPM과 scenium의 분석을 각 3회씩 시행하여 평균시간을 비교 하였다.

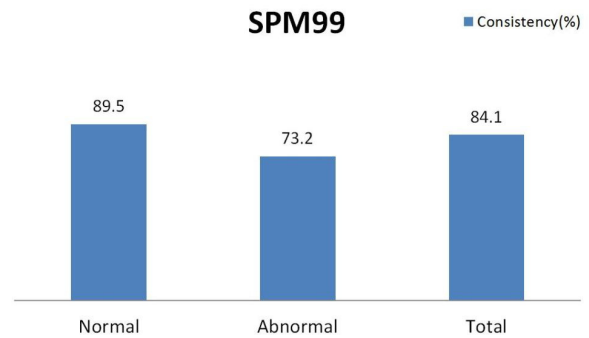


Fig. 6. Consistency of SPM99 compare to PET reading.

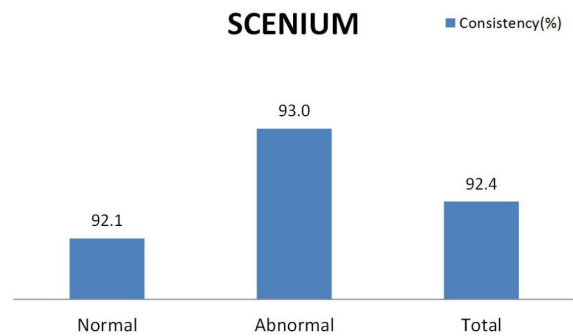


Fig. 7. Consistency of scenium compare to PET reading.

결 과

1. 영상 판독과 SPM, scenium 결과의 일치성 평가

영상 판독과 SPM 결과의 일치성은 normal 89.5%, abnormal 73.2%로 normal 환자에서 보다 높은 일치성을 보였으며 total 84.1% 일치하는 것으로 나타났다(Fig. 6). Scenium에서는 normal 92.1%, abnormal 93.0% 그리고 total 92.4%로 나타났으며(Fig. 7) 임상에서 판독문 이외의 추가적인 정보를 제공하는 software임을 감안할 때 두 software 모두 높은 일치성을 보였다.

2. 영상 재구성 parameter 변화에 따른 SUV와 SD 변화 평가

Scenium에서 parameter에 따른 SUV와 SD값의 변화는 정상군 database의 재구성시 적용된 parameter와 비교하여 iteration 횟수와 matrix size가 감소할수록 iteration 변화에서 최대 0.59%, 8.73% 그리고 matrix size 변화에서 최대 0.88%,

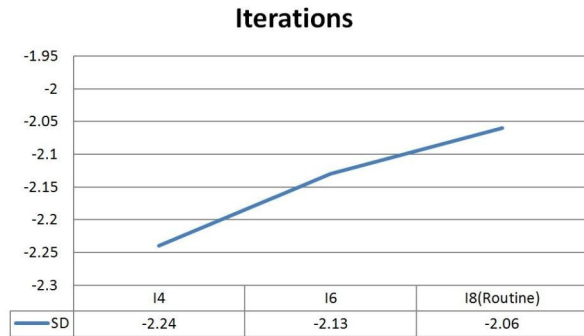
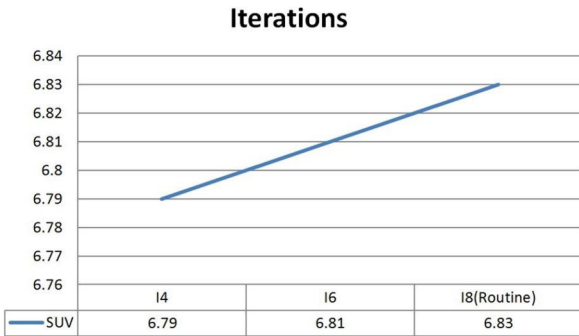


Fig. 8. SUV and SD comparison by changing iteration number.

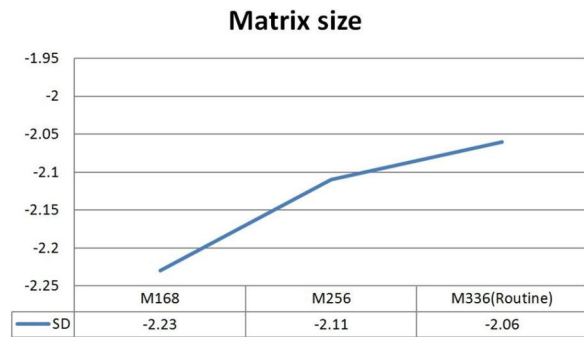
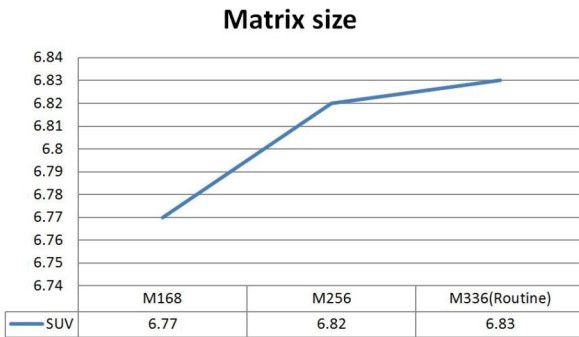


Fig. 9. SUV and SD comparison by changing Matrix size

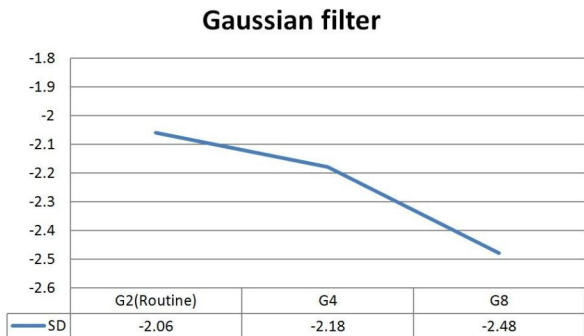
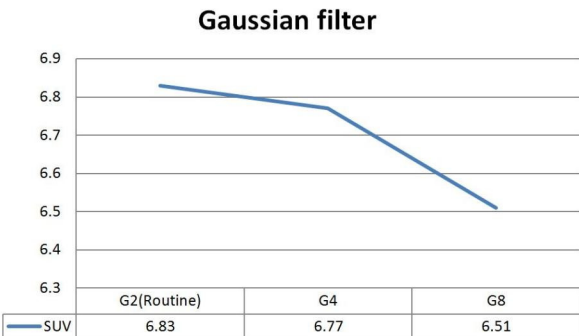


Fig. 10. SUV and SD comparison by changing gaussian filter

Fig. 11. Comparison of average time for generating result.

8.25% 감소하였다(Fig. 8,9)(Table 1,2). Gaussian filter변화에 서는 FWHM이 증가할수록 SUV와 SD값은 최대 4.69%, 20.38% 감소하였다(Fig. 10)(Table 3).

3. SPM과 scenium의 평균 결과 분석 시간 비교

3명의 방사선사가 평가한 결과 분석을 위한 평균 소요 시간은 SPM 282초, scenium 116초로 scenium으로 결과 분석 시 SPM 사용 시 보다 58.8% 시간이 감소되었다(Fig. 11).

결론

Brain PET/CT 검사를 위한 데이터 비교 평가 방법 중 SPM 과 scenium은 최초 구축시의 시간과 노력, 사용자가 변경할 수 있는 parameter, brain metabolism의 SD제공, 결과 분석 소요 시간 등에서 상반된 장, 단점을 가지고 있다. 본 논문 에서 두 software들은 PET 영상 판독과 비교하여 추가적인 정보를 제공하는 software인 점을 고려할 때 우수한 일치성을 보여 주었다. Scenium에서 parameter 변경에 따른 SUV와SD 변화 실험 에서 각 parameter의 변화에 따라 SUV, SD는 감소 또는 증가

되었으며 이는 환자 데이터 재구성시 정상군 데이터베이스에 적용된 동일한 재구성 방법과 parameter를 적용 하여야 함을 의미한다. 두 software를 이용한 평균 결과 분석 소요 시간에서는 scenium 사용 시 SPM에 비하여 약 58.8% 시간이 감소되는 것으로 나타났다. 데이터 비교 평가 방법은 ^{18}F -FDG 뿐만 아니라 ^{18}F -AV45, ^{11}C -PIB 등 brain 검사를 위한 다양한 방사성의약품에 적용이 가능하며 각 검사에서 다양한 정보를 제공할 것이다. 각 software의 장단점을 충분히 이해하고 각 병원의 장비 환경과 실정에 맞는 software를 적용한다면 brain PET/CT 검사 시 보다 많은 정보를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

Brain PET/CT 검사는 뇌의 정신활동 뿐만 아니라 혈액의 관류상태, 에너지원의 대사상태, 생리적 활성물질의 섭취 정도를 관찰할 수 있으며 이를 통계적으로 분석하기 위한 다양한 데이터 비교 방법들이 적용되고 있다. 본 논문에서는 다양한 데이터 비교 방법들 중 SPM과 scenium의 유용성을 비교 평가 하였다. 2014년 3월부터 7월까지 서울대학교병원에서 ^{18}F -FDG PET/CT 검사를 시행 받은 15명(평균연령 62.02±15.03세, abnormal 10명, normal 5명)의 데이터를 분석하였다. 사용된 장비는 Siemens사의 Biograph Truepoint40 with TrueV이며 데이터 분석을 위하여 SPM99, syngo.via version VA30A, scenium version 4.0이 사용되었다. 검사는 ^{18}F -FDG를 kg당 3.7MBq 주사하여 30분 후 brain emission 영상을 10분 획득하였다. 획득된 영상을 이용하여 영상 판독과 SPM, scenium 결과의 일치성을 5명의 핵의학과 판독의가 평가하였다. Scenium에서 parameter 변경에 따른 SUV와 SD 변화를 평가하기 위하여 환자 data 재구성시 iteration 4, 6, 8, gaussian filter 2mm, 4mm, 8mm, matrix size 168, 256, 336의 변화를 주어 재구성후 증감을 평가하였다. 마지막으로 3명의 방사선사가 두 software를 이용하여 평균 결과 분석 시간을 평가하였다.

영상 판독과 SPM 결과의 일치성은 normal 89.5%, abnormal 73.2%로 normal 환자에서 보다 높은 일치성을 보였으며 total 84.1%의 일치하는 것으로 나타났다. Scenium에서는 normal 92.1%, abnormal 93.0% 그리고 total 92.4%로 나타났다. Scenium에서 parameter 변경에 따른 SUV와 SD 변화 평가에서 iteration 횟수와 matrix size가 감소할수록 SUV와 SD 값은 iteration 변화에서 최대 0.59%, 8.73% 그리고 matrix size 변화에서 최대 0.88%, 8.25% 감소하였다. Gaussian filter변화에서는 FWHM이 증가할수록 SUV와 SD값은 최대 4.69%, 20.38% 감소하였다. 두 software를 이용한 평균 결과 분석 시간은 SPM 282초, scenium 116초로 scenium으로 결과 분석 시 SPM 사용 시 보다 58.% 시간이 감소되었다.

데이터 비교 평가 software들의 장단점을 충분히 이해하고 각 병원의 장비 환경과 실정에 맞는 software를 적용한다면 brain PET/CT 검사 시 보다 많은 정보를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

Reference

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.