

Original Article

Brain Perfusion SPECT에서 Image Registration의 유용성

서울대학교병원 핵의학과¹, 서울특별시 보라매병원 핵의학과²

송호준¹ · 임정진² · 김진의¹ · 김현주¹

Usefulness of Image Registration in Brain Perfusion SPECT

Ho June Song¹, Jung Jin Lim², Jin Eui Kim¹ and Hyun Joo Kim¹

¹Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital,

²Metropolitan Government Seoul National University Boramae Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: The brain perfusion SPECT is the examination which is able to know adversity information related brain disorder. But brain perfusion SPECT has also high failure rates by patient's motions. In this case, we have to use two days method and patients put up with many disadvantages. We think that we don't use two days method in brain perfusion SPECT, if we can use registration method. So this study has led to look over registration method applications in brain perfusion SPECT. **Materials and Methods:** Jaszcak, Hoffman and cylindrical phantoms were used for acquiring SPECT image data on varying degree in x, y, z axes. The phantoms were filled with ^{99m}Tc solution that consisted of a radioactive concentration of 111 MBq/mL. Phantom images were acquired through scanning for 5 sec long per frame by using Triad XLT9 triple head gamma camera (TRIONIX, USA). We painted the ROI of registration image in brain data. So we calculated the ROIratio which was different original image counts and registration image counts. **Results:** When carrying out the experiments under the same condition, total counts differential was from 3.5% to 5.7% (mean counts was from 3.4% to 6.8%) in phantom and patients data. In addition, we also run the experiments in the double activity condition. Total counts differential was from 2.6% to 4.9% (mean counts was from 4.1% to 4.9%) in phantom and patients data. **Conclusion:** We can know that original and registration data are little different in image analysis. If we use the image registration method, we can improve disadvantage of two days method in brain perfusion SPECT. But we must consider image registration about the distance differences in x, y, z axes (**Korean J Nucl Med Technol 2011;15(2):60-64**)

Key Words : Brain perfusion SPECT, Image registration, Two days method

서 론

Brain perfusion SPECT는 뇌혈관 질환의 진단 및 평가와 간질(epilepsy)병소의 위치 확인, 치매(dementia) 및 Alzheimer's disease의 진단 등의 유용한 검사 방법으로 널리 사용되고 있다.

Brain perfusion SPECT는 one day method를 기본으로 하고 있으며 one day method의 절차로는 다음과 같다.

먼저 첫 번째 방사성의약품을 투여 후 바로 첫 번째 basal scan을 획득한다. Basal scan시행 직후 뇌혈관 확장제인 Acetazolamide 즉, Zoladin을 투여하고 약효가 최대로 발휘되는 15분에서 20분 후 두 번째 방사성의약품을 투여하여 Diamox scan을 획득한다. 이때 Diamox scan 중 환자가 움직였을 경우 one day method가 아닌 two days method를 사용한다. 하지만 brain perfusion SPECT 환자 특성상 협조가 어렵거나 Zoladin의 영향으로 소변을 참지 못하고 움직인 경우 Diamox 영상과 basal 영상의 brain의 위치가 일치하지 않아 subtraction 기법을 사용할 수 없어 불가피하게 two days method를 사용하는 경우가 많다. 또 two days method를 사용할 경우 one day method를 사용하였을 때 보다 진단의 정

• Received: June 27, 2011. Accepted: July 5, 2011.
• Corresponding author: **Ho June Song**
Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital,
101 Daehang-ro, Jongno-gu, Seoul, 110-744, Korea
Tel: +82-2-2072-2532, Fax: +82-2-766-9038
E-mail: is1069@hanmail.net

확성이 떨어지고 환자가 두 번 내원해야하는 불편함을 감수해야 하며 검사결과가 지연되어 수술날짜 또한 지연되는 단점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 Diamox scan 중 환자가 움직였을 경우 두 번째 Diamox scan을 획득하여 basal 영상과 같은 위치로 registration이 되는지 알아보고 registration을 사용하여 subtraction의 적용 가능여부를 알아보고자 하였다.

실험재료 및 방법

1. 실험 기기 및 재료

실험에 사용된 장비는 Triad XLT9 triple head gamma camera (TRIONIX, USA)이며(Fig. 1), 사용된 phantom은 Jaszczak phantom, Hoffman 2-D brain phantom, cylindrical uniform phantom (Fig. 2)을 사용하였고 Jaszczak phantom의 insert로 6개의 hollow sphere를 사용하였으며 hollow sphere의 각각의 직경은 11.89, 14.43, 17.69, 21.79, 26.82, 33.27 mm 이고 각각의 volume은 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 mL이다.



Fig. 1. Triad XLT9 was used for acquiring SPECT data.

2. 실험방법

Jaszczak phantom에 준비된 방사성동위원소 ^{99m}Tc 을 insert에 111 MBq/mL가 되도록 분배하여 넣고 나머지 background에 3,145 MBq/mL가 되도록 넣어 1:8의 비율로 phantom을 제작하고 Hoffman 2-D brain phantom과 cylindrical uniform phantom에는 111 MBq/mL가 되도록 만든다.

완성된 phantom은 기본 위치에서 frame 당 5 sec씩 총 120 frame을 획득하여 얻은 영상을 basal scan으로 하고 기본 위치에서 임의의 x, y, z축으로 벗어난 위치에서 같은 조건으로 획득한 영상을 움직임이 있는 basal scan이라 한다. 또 모든 조건을 동일하게 한 후 activity만 두 배가 되도록 ^{99m}Tc 을 넣고 기본 위치에서 얻은 영상을 Diamox scan이라 하고 기본 위치에서 마찬가지로 임의의 x, y, z축으로 벗어난 위치에서 얻은 영상을 움직임이 있는 Diamox scan이라 한다.

획득한 basal 영상과 움직임이 있는 basal 영상을 같은 조건으로 reconstruction하고, Diamox 영상과 움직임이 있는 Diamox 영상을 같은 조건으로 reconstruction하여 생성된 volume file을 E.cam Syngo (SIEMENS, USA)로 전송했다. 그 후 움직임이 있는 basal과 Diamox file을 각각의 기본위치에서 획득한 영상과 image registration한 후 original basal 영상과 registration된 basal 영상, original Diamox 영상에서 original basal을 subtraction한 영상과 registration한 Diamox 영상에서 original basal 영상을 subtraction한 영상을 서로 비교 분석하였다.

먼저 생성된 original data에 ROI를 그려 넣고 비교대상이 되는 데이터의 같은 위치에 ROI를 그려 같은 slice에서, 또 volume file을 모두 합하였을 때 같은 위치에서 total counts와 mean counts를 나타내었다. 그 후 original 영상과 counts 차이가 얼마나 차이가 있는지를 알아보았다(Fig. 3).

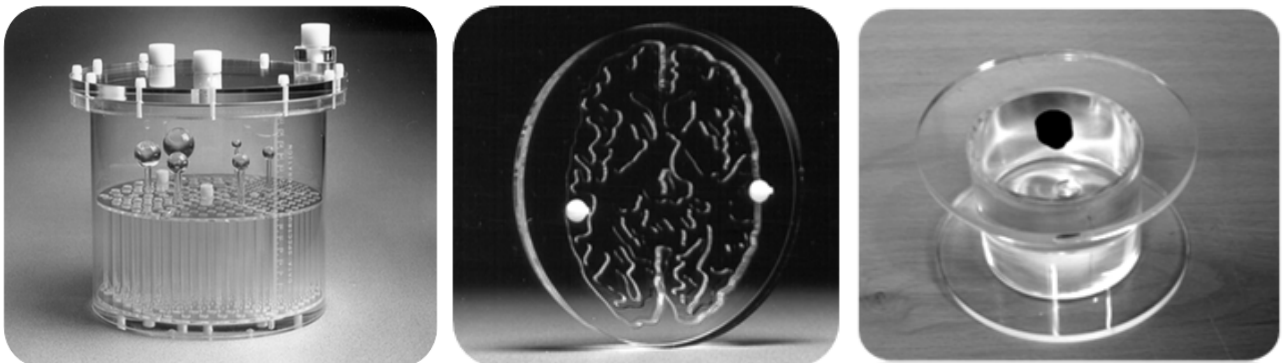


Fig. 2. Jaszczak phantom with hollow spheres, Hoffman and cylindrical phantom were used for scanning of basal and Diamox.

결 과

방사성동위원소를 1:1로 동일하게 하여 original 영상과 registration된 영상을 비교한 경우, Jaszczak phantom에서 같은 slice일 때 total counts는 5.7%, 평균 counts는 6.8%의 차이를 보였고, 모든 slice를 합한 영상에서 total counts는

3.8%, 평균 counts는 5.7%의 차이를 보였다. Hoffman phantom에서 같은 slice일 때 total counts는 3.5%, 평균 counts는 3.4%의 차이를 보였고, 모든 slice를 합한 영상에서 total counts는 3.8%, 평균 counts는 3.7%의 차이를 보였다. 실제 환자영상에서 같은 slice일 때 total counts는 5.7%, 평균 counts는 6.7%의 차이를 보였고, 모든 slice를 합한 영상에서

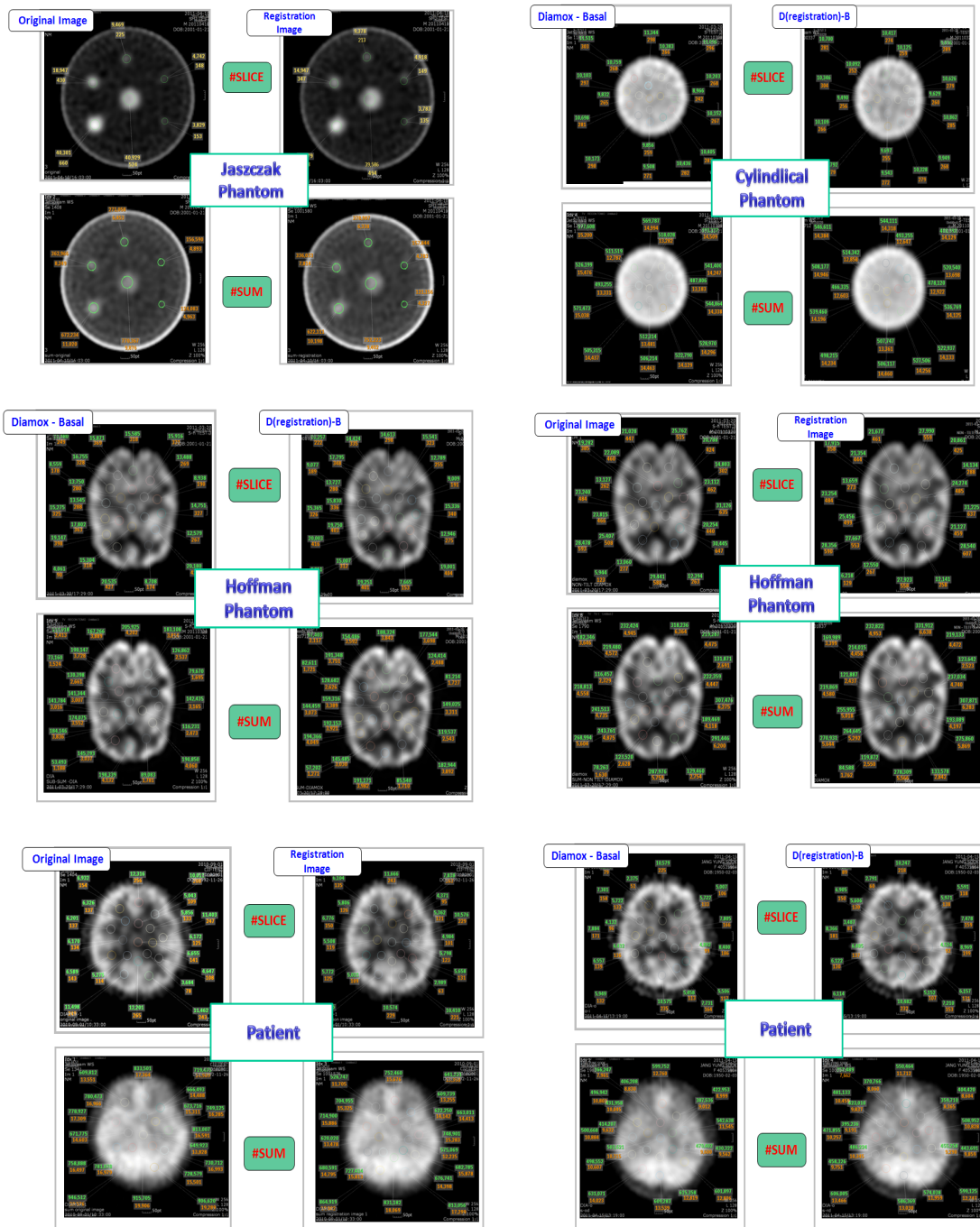


Fig. 3. We calculated the ROI ratio of Jaszczak, Hoffman 2-D brain and cylindrical uniform phantom, which were different between original image counts and registration image counts.

total count는 5.5%, 평균 counts는 5.8%의 차이를 보였다 (Table 1).

방사성동위원소가 두 배로 들어간 Diamox 영상에서 basal 영상을 subtraction한 영상과 registration한 Diamox 영상에서 basal 영상을 subtraction한 영상 간의 비교는 Jaszczak phantom에서 같은 slice일 때 total counts는 4.9%, 평균 counts는 4.9%의 차이를 보였다. 모든 slice를 합한 영상에서 total counts는 5.0%, 평균 counts는 4.9%의 차이를 보였다. Cylindrical phantom에서 같은 slice일 때 total counts는 2.6%, 평균 counts는 4.1%의 차이를 보였고, 모든 slice를 합한 영상에서 total counts는 2.7%, 평균 counts는 4.2%의 차

이를 보였다. 실제 환자 영상에서 같은 slice일 때 total counts는 4.5%, 평균 counts는 4.9%의 차이를 보였고, 모든 slice를 합한 영상에서 total counts는 4.6%, 평균 counts는 4.6%의 차이를 보였다(Table 2).

고 찰

본 연구에서는 image registration을 이용하여 brain의 위치를 정확히 일치시킬 수 있는 지를 알아보고자 실험을 하였다. 위 내용과 같이 registration을 사용하여 phantom과 환자data를 분석한 결과 original 영상과 registration한 영상 간에는 약

Table 1. The result of experiments when carrying out the RI activity under the same condition

Image Registration Analysis (RI 1:1)			Total Counts	Mean Counts	Differential Ratio
Jaszczak	slice	Original Image	19,702.8	356.6	5.7% / 6.8%
		Tilt (Registered) Image	18,181.8	322.6	
	sum	Original Image	392,883.0	7,575.6	3.8% / 5.7%
		Tilt (Registered) Image	378,045.7	7,143.6	
Hoffman	slice	Original Image	21,241.8	438.2	3.5% / 3.4%
		Tilt (Registered) Image	21,223.2	437.0	
	sum	Original Image	211,744.8	4,347.6	3.8% / 3.7%
		Tilt (Registered) Image	213,421.1	4,380.1	
Patient	slice	Original Image	7,746.7	166.7	5.7% / 6.7%
		Tilt (Registered) Image	7,289.0	154.0	
	sum	Original Image	762,184.5	16,501.4	5.5% / 5.8%
		Tilt (Registered) Image	720,886.7	15,539.4	

Table 2. Comparison between subtraction with registration image and original subtraction image

Image Registration Analysis (RI 1:1)			Total Counts	Mean Counts	Differential Ratio
Jaszczak	slice	Original Image	19,702.8	356.6	5.7% / 6.8%
		Tilt (Registered) Image	18,181.8	322.6	
	sum	Original Image	392,883.0	7,575.6	3.8% / 5.7%
		Tilt (Registered) Image	378,045.7	7,143.6	
Hoffman	slice	Original Image	21,241.8	438.2	3.5% / 3.4%
		Tilt (Registered) Image	21,223.2	437.0	
	sum	Original Image	211,744.8	4,347.6	3.8% / 3.7%
		Tilt (Registered) Image	213,421.1	4,380.1	
Patient	slice	Original Image	7,746.7	166.7	5.7% / 6.7%
		Tilt (Registered) Image	7,289.0	154.0	
	sum	Original Image	762,184.5	16,501.4	5.5% / 5.8%
		Tilt (Registered) Image	720,886.7	15,539.4	

간의 counts 차이를 보였다. 하지만 실험을 하는 도중 방사성 동위원소가 decay되어 어느 정도 counts의 차이를 보였을 것으로 사료되며 phantom 안에 구조물이 없는 cylindrical phantom의 counts 차이를 보았을 때 구조물이 없는 uniform 한 상태에서도 counts 차이를 보였으므로, 이것은 다른 phantom과 환자영상에서 counts 차이를 더욱 좁혀서 original 영상에 가까움을 알 수 있다. 또 registration한 후 subtraction을 시행하여 생성된 subtraction data 또한 original subtraction data와 큰 차이를 보이지 않았다.

실험을 하며 auto registration이 되지 않는 경우가 종종 발생하는데, 이것은 target과 non target의 열소가 되는 부분이 x, y, z축으로 일정범위 이상 크게 벗어 나을 때 발생하는 현상이었으며 x, y, z축으로 얼마나 벗어나야 auto registration이 되지 않는지는 본 연구에서는 평가하지 못하였으며 앞으로 좀 더 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결 론

Image registration을 시행한 영상은 original 영상과 큰 차이를 보이지 않았고, registration한 후 subtraction을 시행한 영상 또한 original영상을 subtraction한 영상과 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 임상에서 image registration을 적용하면 검사의 실패확률을 줄여 brain perfusion SPECT의 two days method를 one day method 만으로 검사를 시행할 수 있을 것으로 생각되며 two days method에 따르는 많은 단점들을 개선하고 정확한 진단에 도움을 줄 것으로 사료된다.

요 약

Brain의 질병을 평가하는 유용한 검사방법 중의 하나인 brain perfusion SPECT는 환자의 움직임으로 인한 검사의 실패확률이 높아 one day method를 사용하지 못하고 two days method를 사용해야 하는 경우가 많다. 본 연구에서는

image registration을 사용하여 검사의 실패확률을 줄이고 one day method로 검사를 시행할 수 있는지 image registration을 적용할 경우 검사의 신뢰성을 알아보려고 하였다.

Jaszczak phantom에 준비된 방사성동위원소 ^{99m}Tc 을 insert에 111 MBq/mL가 되도록 분배하여 넣고 나머지 background에 3,145 MBq/mL가 되도록 넣어 1:8의 비율로 phantom을 제작하고 Hoffman 2-D brain phantom과 cylindrical uniform phantom에는 111 MBq/mL가 되도록 만든다. 완성된 phantom은 기본 위치에서 frame 당 5 sec씩 총 120 frame을 획득하여 영상을 얻었다. 또 Phantom과 환자의 데이터를 가지고 original 영상과 registration 영상, registration 시행한 후에 original 영상을 subtraction한 영상과 registration하지 않은 영상에서 subtraction한 영상 간의 임의의 같은 위치에 ROI를 설정하고 영상에서 counts 차이를 알아보았다.

실험 결과 약간의 counts 차이를 보였으나 이것은 실험시간이 경과함에 따른 RI의 decay와 phantom의 구조물이 없는 cylindrical phantom에서 조차 약간의 counts의 차이를 보이는 바로 미루어 봤을 때 실험 결과 나온 counts의 차이는 적다고 할 수 있을 것이다.

따라서 registration을 활용하여 brain perfusion SPECT의 단점들을 개선하고 정확한 진단에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. 정준기, 이명철. 고창순핵의학 3판, 고려의학, 2008;395-465
2. Stefan P. Mueller, Joseph F. Polak, Marie Foley Kijewski, B.Leonard Holman. Collimator selection for SPECT brain imaging; The advantage of high resolution. *J Nucl Med* 1986;27:1729-1738
3. Naoya Hattori, Yoshiharu Yonekura, Fumiko Tanaka, Toru Fujita, Jinyi Wang, Koichi Ishizu et al. One-day protocol for cerebral perfusion reserve with Acetazolamide. *J Nucl Med* 1996;12: 2057-2061
4. R. Accorsi. Brain single-photon emission CT physics principles. *Am J Neuroradiol* 2008;29:1247-1256