

Flangeless Esser PET Phantom 영상 자동 분석 프로그램의 유용성 평가

서울아산병원 핵의학팀, 광주보건대학 방사선과¹

남궁창경 · 남기표 · 김경식 · 김정선 · 임기천 · 신상기 · 조시만 · 동경래¹

Usefulness Assessment of Automatic Analysis Program for Flangeless Esser PET Phantom Images

Chang Kyeong Namgung, Ki Pyo Nam, Kyeong Sik Kim, Jeong Seon Kim,
Ki Cheon Lim, Sang Ki Shin, Shee Man Cho, Kyung Rae Dong¹

Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

Department of Radiological Technology¹, Gwangju Health College University, Gwangju, Korea

Purpose: ACR (American College of Radiology) offers variable parameters to PET/CT quality control by using ACR Phantom. ACR Phantom was made to evaluate parameters which are uniformity, attenuation, scatter, contrast and resolution. Manual analysis method wasn't good for the use of QC because values of parameter were changed as it may user and it takes long time to analysis. Ki-Chun Lim, a nuclear scientist in AMC, developed program that automatically analysis values of parameter by using ACR Phantom to overcome above problems. In this study, we evaluated automatic analysis program's usability, through the comparing SUV of each method, reproducibility of SUV when repeated analysis and the time required. **Materials and Methods:** Using Flangeless Esser PET Phantom, the ideal ratio of 4 : 1 hot cylinder and BKG but it actually showed a ratio of 3.89 to 1 hot cylinder and BKG. SIEMENS Biograph True Point 40 was used in this study. We obtained images using ACR phantom at Fusion WB PET Scan condition (2 min/bed) and 120 kV, 100 mAs CT condition. Using True X method, 3 iterations, 14 subsets, Gaussian filter, FWHM 4 mm and Zoom Factor 1.0, 168×168 image size. We obtained Max. & Min. SUV and SUV Mean values at Cylinder (8, 12, 16, 25 mm, Air, Bone, Water, BKG) by automatic program and obtained SUV by manual method. After that, we compared manual and automatic method. we estimate the time required from opened the image data to final work sheet was completed. **Results:** Automatic program always showed same result and same the time required. At 8, 12, 16 and 25 m cylinder, manual method showed 6.69, 3.46, 2.59, 1.24 CV values. The larger cylinder size became, the smaller CV became. In manual method, bone, air, water's CV were over 9.9 except BKG (2.32). Obtained CV of Mean SUV showed BKG was low (0.85) and bone was high (7.52). The time required was 45 second, 882 second respectably. **Conclusions:** As a result of difference automatic method and manual method, automatic method showed always same result, manual method showed that the smaller hot cylinders became, the larger CV became. Hot cylinders mean region size, the smaller hot cylinder size becomes we had some trouble in doing ROI poison setting. And it means increase in variation of SUV. The Study showed the time required of automatic method was shorten then manual method. (**Korean J Nucl Med Technol 2009;13(1):63-66**)

Key Words : Flangeless esser PET phantom, SUV

서 론

- Received: March 11, 2009. Accepted: April 2, 2009.
- Corresponding author: **Ki Pyo Nam**
Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, 388-1,
Pungnap 2-dong, Songpa-gu, Seoul, 138-736, Korea
Tel: +82-2-3010-5425, Fax: +82-2-3010-4588
E-mail: kpnam@amc.seoul.kr

ACR (American College of Radiology)은 PET/CT 정도 관리를 위해 팬텀을 제작하여 다양한 파라미터를 제시하고 있다. ACR 팬텀은 임상에서 사용하는 프로토콜을 적용하여 균일도, 감쇠 및 산란, 대조도, 분해능 등 다양한 파라미터를



Fig. 1. Siemens Biograph True Point 40 (Siemens USA) & Flangeless Esser PET Phantom (Data Spectrum Corporation).

Table 1. Hardware specification of siemens

Crystal	LSO	Total number of crystals	32448
Crystal Size	4.0 × 4.0 × 20 mm	Axial FOV	216 mm
Crystal array	13 × 13	No. of image planes	109
Number of Detector blocks	192	Plane spacing	2 mm
Detector ring diameter	842 mm	Patient port	70 cm
Number of detector rings	52	Gantry cooling	Air

Table 2. Specification of Flangeless Esser PET Phantom™

Specifications of Cylinder		Specifications of PET Lid	
Inside diameter	20.4 cm	Refillable Cylinders	8, 12, 16, 25 mm
Inside height	18.6 cm	Solid cylinder (Teflon®)	25 mm
Wall thickness	6.4 mm	Cylinder height	38.1 mm
Specifications of Insert			
Rod diameters		4.8, 6.4, 7.9, 9.5, 11.1 and 12.7 mm	
Height of rods		88 mm	
Solid sphere diameters		9.5, 12.7, 15.9, 19.1, 25.4 and 31.8mm	
Height of center of spheres from base plate		12.7 cm	

평가할 수 있도록 제작되었다. 그러나, 수동 분석 방식의 경우 팬텀 영상 분석자에 따라 각 파라미터의 값들이 달라질 수 있어 정도 관리용 파라미터로 사용하기에 어려움이 있었고 또 하나의 단점으로 분석 소요 시간이 길다는 점이 있었다. 이러한 단점을 극복하고자 본원 핵의학과 임기천 선생님과 의료 정보팀 이원구 선생님이 공동으로 ACR 팬텀 영상을 사용하여 파라미터의 값들을 자동으로 분석하는 프로그램을 개발 하였습니다. 수동과 자동 분석 두 방법을 비교하여 분석 방법 별 SUV의 차이 비교, 반복 분석 시 SUV의 재현성 비교 그리고 분석에 소요되는 시간비교를 통해 자동분석 프로그램의 유용성을 평가해 보고자 합니다.^{1,2)}

실험재료 및 방법

1. 재료

- 1) PET-CT Scanner (Fig. 1)
- 2) Flangeless Esser PET Phantom (Fig. 2, 3)

2. 실험 방법

Phantom은 Data Spectrum Corporation社 Flangeless Esser PET Phantom™을 사용하였다. Phantom의 뒷개에는 직경이 8, 12, 16, 25 mm가 되는 실린더(Hot Sphere)와 공기와 물을 채울 수 있는 25 mm 직경의 실린더가 부착되어 있다. ACR의 PET Phantom Instructions for Evaluation of PET Image Quality를 참고로 하여 모형을 제작하였다. Hot sphere와 BKG에 ¹⁸F-FDG를 각각 0.56 mCi, 1.319 mCi씩 투여하여 Hot sphere



Fig. 2. Flangeless Esser PET Phantom.

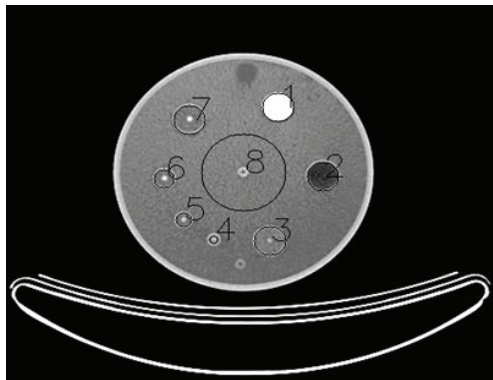


Fig. 4. Phantom Analyze (Auto).

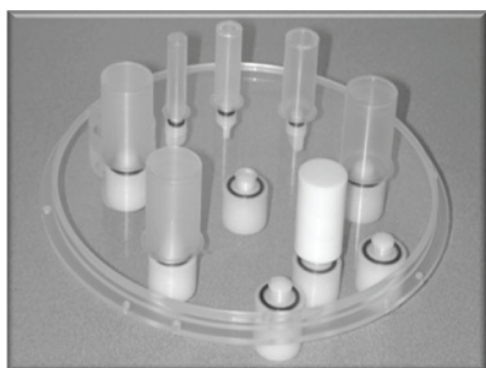


Fig. 3. Flangeless Esser PET Phantom Lid.

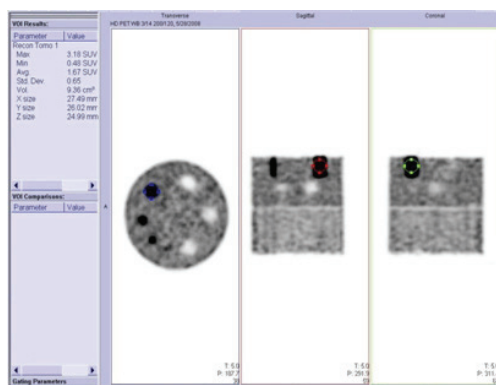


Fig. 5. Phantom Analyze (Manual)

와 BKG의 방사능 비가 4:1이 되도록 하였으며 실제 방사능 비는 3.89:1로 제작되었다.

영상 획득은 SIEMENS Biograph True Point 40 장비를 이용하여 ACR Phantom을 Fusion Whole Body PET Scan 조건 (2 min/bed)으로 kV 값을 120 kV, mAs를 100으로 하여 영상을 얻었다. 영상 재구성은 True X 방법을 사용하였고 Iterations 3에, Subsets 14로 하였으며 Gaussian filter, FWHM 4 mm, Zoom Factor 1.0, Image Size 168×168로 하였다. 분석은 자동 분석 프로그램을 이용하여 각각의 Hot Sphere (8, 12, 16, 25 mm)와 Air, Bone, Water, BKG에 영역을 ROI를 자동으로 그려 Max. & Min. SUV와 SUV Mean값을 구하고 다시 기존의 수동 방식으로 직접 ROI를 동일하게 그려 값을 구해 차이를 비교하였다.³⁾

분석 소요 시간 측정은 영상 데이터를 열기 시작해서 최종 워크시트가 완성될 때까지의 시간을 측정하였습니다.

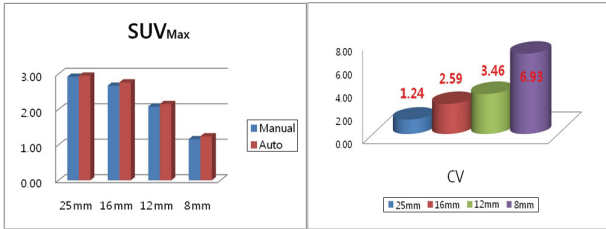
프로그램 Algorithm볼랜드 C++를 사용하여 개발하였고 DICOM 영상을 읽어 분석하도록 하였다.⁴⁾ DICOM에 있는 헤더 영상을 분석하여 CT와 PET 영상을 구별하였고 CT 영상에서 팬텀의 외곽을 Circular Hough Transform 방법으로

찾은 후 베드에 해당하는 부분을 제거하여 팬텀 영상만 처리하였다. 팬텀의 외곽 원을 중심으로 하여 CT에서 bone에 해당하는 위치를 임계값으로 추출하였고 확대와 축소 알고리즘을 사용하여 원형으로 만들었다. Bone에 해당하는 위치를 시작으로 하여 일정 방향의 각도로 회전시켜 25 mm, 16 mm, 12 mm와 8 mm의 관심 영역을 구하였으며 물과 공기층의 관심 영역도 구하였다. CT 영상에서 구한 각 막대의 위치 정보를 PET 영상에 적용하기 위해 영상을 융합하였다. PET 영상의 픽셀 크기를 구한 후 CT 영상에 적용하여 융합하였고 융합 영상에서 각각에 해당하는 관심 영역을 원 PET 영상으로 축소하여 PET 영상에 적용하였다. DICOM 헤더 정보를 이용하여 SUV 값으로 환산하였고 ACR에서 제시하고 있는 대조도와 최대 SUV를 구하였다.

결 과

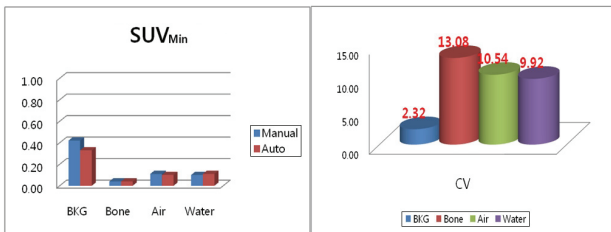
1. 분석 방법별 SUV 비교

1) Hot cylinder SUV_{Max} 비교



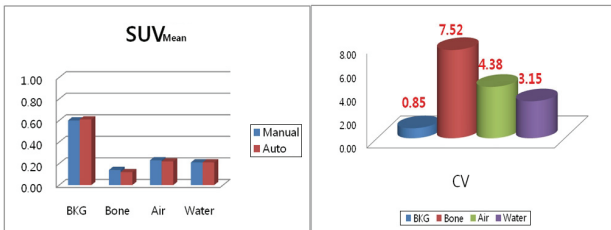
각 사이즈의 실린더에서 수동으로 구해진 SUV_{max}의 변동계수는 실린더의 크기가 작아질수록 변동계수가 커진다.

2) BKG, Bone, Air, Water SUV_{Min} 비교



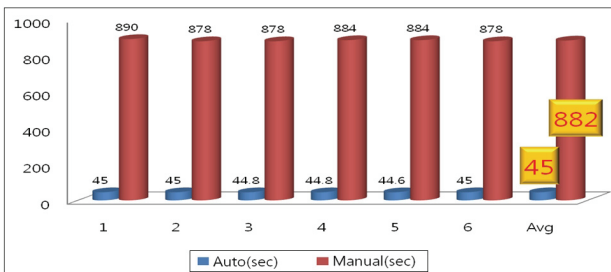
수동분석으로 얻은 BKG, Bone, Air, Water의 SUV_{min} CV는 BKG 외에는 모두 높게 나왔다.

3) BKG, Bone, Air, Water SUV_{Mean} 비교



수동분석으로 얻은 SUV_{Mean}의 CV는 BKG에서 낮고 Bone에 해당하는 관심영역의 CV는 약간 높게 나왔다.

2. 분석 소요 시간 비교



분석 소요 시간 비교에서 시간 측정은 영상 데이터를 열기 시작해서 최종 워크시트가 완성될 때까지의 시간을 30회

측정하였다. 자동은 45초로 거의 같은 시간이 소요되었고 수동 방식은 분석 시간이 평균 882초 소요되었다.

결 론

팬텀 영상을 Auto와 Manual 방식으로 각각 분석하여 그 차이를 알아본 결과 Hot 실린더 SUV_{Max}, BKG, Bone, Air, Water의 SUV_{Min}와 SUV_{Mean}값의 분석 횟수에 따른 재현성은 자동 분석 프로그램을 사용하였을 때 항상 같은 값이 얻어졌고 매뉴얼로 분석을 했을 때의 재현성을 변동계수로 알아 보았을 때 핫 실린더의 크기가 작아질수록 변동계수가 커진 것을 확인할 수 있다.

Hot Cylinder의 size는 병소의 크기를 의미하며 핫 실린더의 크기가 작아질수록 ROI 위치 설정에 어려움을 주어 SUV측정치 변동이 커질 수 있음을 의미한다. 분석시간은 Auto방식에서 45초 정도 소요되어 Manual 방식의 882초보다 훨씬 단축되는 것을 확인할 수 있다.

고 찰

기존의 Phantom 영상 분석에 있어서 발생하였던 문제점인 분석 시간, ROI 설정 위치에 따라 SUV가 변하는 문제는 자동 분석 프로그램을 이용하여 많은 개선이 가능하다. 하지만, 자동 분석 프로그램을 이용한 분석 방법에서 분석이 안 되는 경우나 정확한 ROI를 잡아내지 못하는 경우도 있다. 이는 프로그램 상의 버그로 수정되어야 할 사항이다. 실제 월간 장비점검 시에는 ACR 인증이 된 Flangeless Esser Phantom을 사용하여 영상을 얻고 있는 실정이나 아직 데이터의 양이 충분치 못해 월간 장비 점검 시 정상 범위를 제시하지는 못하고 있다. 데이터가 좀더 축적되면 정상 범위 제시가 가능할 것이고 향후 월간 장비 점검으로 ACR PET Phantom 사용을 많은 곳에서 하게 된다면 이 자동 분석 프로그램이 적지 않은 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

1. 임점진 외. CT의 관전압 차이에 따른 Fusion PET 영상의 SUV 변화, 대한핵의학기술학회지 2007;11(2):161-166.
2. 신규설 외. PET-CT에서 CT의 관전압 및 관전류에 따른 SUV값의 변화, 방사선기술과학 2007;30(4):373-379.
3. 고창순 편저 : 핵의학, 제 2판, 고려의학, 1997;171-172.
4. 임기철 외. PET/CT 정도 관리를 위한 ACR 팬텀 영상 분석 소프트웨어 개발, 2008;11-14.