

CT와 ^{68}Ge 감쇠보정 ^{18}F -FDG PET 영상의 정량적 비교: 측정감쇠보정대 분할감쇠보정

성균관의대 삼성서울병원 핵의학과
최준영 · 우상근 · 최 용 · 최연성 · 이경한 · 김병태

Quantitative Comparisons between CT and ^{68}Ge Transmission Attenuation Corrected ^{18}F -FDG PET Images: Measured Attenuation Correction vs. Segmented Attenuation Correction

Joon Young Choi, M.D., Sang-Keun Woo, Ph.D., Yong Choi, Ph.D., Yearn Seong Choe, Ph.D.,
Kyung-Han Lee, M.D., and Byung-Tae Kim, M.D.

Department of Nuclear Medicine, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: It was reported that CT-based measured attenuation correction (CT-MAC) produced radioactivity concentration values significantly higher than ^{68}Ge -based segmented attenuation correction (Ge-SAC) in PET images. However, it was unknown whether the radioactivity concentration difference resulted from different sources (CT vs. Ge) or types (MAC vs. SAC) of attenuation correction (AC). We evaluated the influences of the source and type of AC on the radioactivity concentration differences between reconstructed PET images in normal subjects and patients. **Material and Methods:** Five normal subjects and 35 patients with a known or suspected cancer underwent ^{18}F -FDG PET/CT. In each subject, attenuation corrected PET images using OSEM algorithm (28 subsets, 2 iterations) were reconstructed by 4 methods: CT-MAC, CT-SAC, Ge-MAC, and Ge-SAC. The physiological uptake in normal subjects and pathological uptake in patients were quantitatively compared between the PET images according to the source and type of AC. **Results:** The SUVs of physiological uptake measured in CT-MAC PET images were significantly higher than other 3 differently corrected PET images. Maximum SUVs of the 145 foci with abnormal FDG uptake in CT-MAC images were significantly highest among 4 differently corrected PET images with a difference of 2.4% to 5.1% ($p < 0.001$). The SUVs of pathological uptake in Ge-MAC images were significantly higher than those in CT-SAC and Ge-MAC PET images ($p < 0.001$). **Conclusion:** Quantitative radioactivity values were highest in CT-MAC PET images. The adoption of MAC may make a more contribution than the adoption of CT attenuation map to such differences. (Nucl Med Mol Imaging 2007;41(1):49-53)

Key Words: PET, ^{18}F -FDG, attenuation correction, CT, ^{68}Ge

서 론

최근 개발된 PET/CT는 PET 스캐너와 X선 CT 스캐너가 하나의 장비로 통합되어 있어, 해부학적 영상과 기능성 영상을 하드웨어적으로 정확하게 융합함으로써 정확한 병변

의 위치를 제공하고, PET 영상 자체의 진단성능을 향상시킨다.^{1,2)} PET/CT에서 CT 영상은 진단에 도움을 줄 뿐만 아니라, PET 방출스캔(emission scan)의 감쇠보정을 위한 감쇠지도로 사용한다. 일반적인 종래의 PET 영상에서는 외부 선원을 투사하여 얻은 투과스캔(transmission scan)을 이용하여 얻은 감쇠지도로 감쇠보정을 한다. CT영상을 사용하여 PET 영상을 감쇠보정하는 것은 투과스캔을 사용하는 것에 비하여 몇 가지 장점이 있다.^{3,4)} 첫째로, CT영상을 얻는 시간이 투과영상에 비하여 매우 짧아 검사시간을 줄일 수 있다. 둘째로, CT영상의 광자수가 투과영상에 비하여 매우 많고 해상도가 높아, 감쇠지도의 잡음이 훨씬 적다. 이로 인하여 일반적인 PET영상이 잡음과 투과스캔에 걸리는 시간을 줄이기 위하여 감쇠상수 범위에 따라 일률적인 몇 가지 조직의

- Received: 2006. 9. 13. • Accepted: 2006. 11. 13.
- Address for reprints: Byung-Tae Kim, M.D., Department of Nuclear Medicine, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, #50 Ilwon-dong, Kangnam-gu, Seoul 135-710, Korea
Tel: 82-2-3410-2650, Fax: 82-2-3410-2639
E-mail: btnm.kim@samsung.com
- * 이 연구는 보건복지부 인체구조 영상화 신기술 개발사업(02-PJ3-PG6-EV06-0002)의 지원으로 수행되었음.

Table 1. Comparison of mean SUVs in Physiological Uptake of Normal Subjects

	CT-MAC*	CT-SAC†	Ge-MAC	Ge-SAC	p value	%Difference range from CT-MAC
Frontal cortex	12.92±2.47	12.66±2.40	12.32±2.88	12.41±2.60	< 0.05	2.1~4.9%
Temporal cortex	11.45±1.77	11.25±1.77	11.31±1.78	11.25±1.84	< 0.05	1.2~1.8%
Occipital cortex	12.51±2.03	12.25±1.99	11.97±1.95	12.31±1.84	0.005	2.1~4.5%
Periventricular white matter	4.21±0.75	4.13±0.76	3.84±0.65	4.12±0.67	< 0.05	2.0~9.6%
Basal ganglia	12.64±1.50	12.41±1.48	12.30±1.85	12.36±1.57	NS†	1.8~2.7%
Cerebellum	9.30±1.69	9.11±1.61	8.93±1.93	9.02±1.68	NS	2.0~4.1%
Eyeball	1.21±0.24	1.20±0.23	1.15±0.19	1.17±0.20	NS	1.1~5.1%
Tonsil	4.80±2.05	4.66±1.96	4.94±1.94	4.90±1.86	< 0.05	-2.8~3.1%
Lung	0.58±0.18	0.57±0.17	0.57±0.17	0.60±0.18	NS	-3.5~1.6%
Liver, right lobe	2.57±0.34	2.47±0.33	2.46±0.37	2.40±0.33	0.05	3.7~7.1%
Liver, left lobe	2.59±0.31	2.47±0.29	2.44±0.30	2.37±0.24	< 0.01	4.9~9.3%
Renal cortex	2.79±0.28	2.67±0.27	2.73±0.21	2.62±0.24	< 0.05	2.4~6.5%
Renal pelvis	5.79±1.60	5.59±1.55	5.54±1.33	5.47±1.44	NS	3.7~5.9%
L5 spine body	0.90±0.45	0.85±0.42	0.88±0.44	0.77±0.35	0.005	1.8~16.7%
Pelvic small bowel	1.80±0.22	1.71±0.22	1.72±0.33	1.72±0.32	NS	4.9~5.5%
Urinary bladder	23.12±11.31	21.91±10.90	21.77±11.37	21.48±10.63	< 0.05	6.2~7.6%
Buttock, fat	0.26±0.10	0.25±0.10	0.25±0.10	0.26±0.10	NS	-0.7~5.2%
Buttock, muscle	0.75±0.11	0.71±0.10	0.70±0.10	0.67±0.08	< 0.01	4.8~12.0%
Mean±SD	6.12±6.24	5.94±6.01	5.88±5.95	5.88±5.94	< 0.001	3.1%~4.1%

*MAC, measured attenuation correction; †SAC, segmented attenuation correction; ‡NS, not significant

감쇠상수를 적용시키는 분할감쇠보정(segmented attenuation correction, SAC)을 사용할 수밖에 없는 반면에, CT영상을 사용한 감쇠보정에서는 화소단위로 그대로 감쇠지도에서 얻는 감쇠상수를 적용시키는 측정감쇠보정(measured attenuation correction, MAC)이 가능해졌다.^{5,6)}

일반적인 PET 스캐너와 PET/CT 스캐너가 모두 있는 경우, 투과영상을 이용하여 감쇠보정하여 얻은 PET 영상의 섭취값과 CT영상을 사용하여 얻은 PET 영상의 섭취값에 차이가 있는지 여부는 실제 PET 영상 판독에 있어서 중요한 문제이다. 기존 연구에서는 CT를 사용한 측정감쇠보정 PET 영상의 섭취값이 ⁶⁸Ge를 사용한 분할감쇠보정 PET 영상의 섭취값보다 약간 높은 것으로 보고되었다.^{7,8)} 그렇지만, 이 차이가 감쇠보정원(CT vs. ⁶⁸Ge)의 차이인지, 감쇠보정법(측정감쇠보정 vs. 분할감쇠보정)의 차이인지는 알려지지 않았다. 이 전향적 연구에서는 정상인과 암으로 진단된 또는 암이 의심되는 환자를 대상으로 ¹⁸F-FDG PET을 시행하고, 감쇠보정방법을 달리하여 재구성된 4가지 종류의 PET 영상을 얻고 이를 서로 정량적으로 비교하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

5명의 암병력이 없는 정상 자원자(남:여=4:1; 평균나이, 29.4±2.5세)와 암으로 처음 진단된 또는 의심되는 35명의 환자(남:여=17:18; 평균나이, 52.7±15.2세)가 대상이었다. 환자군에서는 진단 및 병기결정의 목적으로 ¹⁸F-FDG PET

이 시행되었으며, 원발종양의 위치는 폐(n=6), 유방(n=6), 림프절(n=5), 비뇨생식기(n=5), 두경부(n=3), 결장직장(n=3), 기타(n=7)였다. 정상인은 자원자를 모집하여, ¹⁸F-FDG PET 검사를 시행하였다. 삼성서울병원 임상시험 위원회 심의에서 구두동의를 받도록 인증되었으며, 모든 대상에게 프로토콜을 설명하고 동의를 얻었다.

2. ¹⁸F-FDG PET

Discovery LS PET/CT 스캐너(GE Healthcare, Milwaukee, WI, U.S.A)를 사용하여 검사를 시행하였다. 모든 대상은 6시간 이상 금식한 후에 370 MBq의 ¹⁸F-FDG를 정맥투여 한 후 45분 뒤에 두경부부터 대퇴부까지의 CT 영상(140 KeV, 80 mAs)을 얻은 뒤, 방출영상(5 min/bed)과 ⁶⁸Ge 선원을 사용한 투과영상(3 min/bed)을 차례로 얻었다. 영상재구성은 ordered subsets expectation maximization 알고리즘(OSEM; 28 subsets, 2 iterations)을 사용하였다. 감쇠보정원과 감쇠보정법을 달리하여, CT 사용 측정감쇠보정(CT-MAC), CT 사용 분할감쇠보정(CT-SAC), ⁶⁸Ge 사용 측정감쇠보정(Ge-MAC), ⁶⁸Ge 사용 분할감쇠보정(Ge-SAC)의 4가지 감쇠보정방법을 사용하여 4가지 PET 영상을 얻었다.

3. 영상분석

정량분석은 횡단면상(128×128 matrix, pixel size=4.29×4.29 mm²)에서 수행하였다. 병소의 섭취값이 정상 생리적 섭취값보다 일반적으로 높고, 섭취가 증가된 병소가 있는 경우에 정상 생리적 섭취값에 영향을 미칠 수 있으므로, 정상

Table 2. Comparison of maximum SUVs in Pathological Uptake of Patients

	CT-MAC	CT-SAC	Ge-MAC	Ge-SAC	p value	%Difference range from CT-MAC
All lesions (n=145)	5.61±3.26	5.34±3.14	5.48±3.11	5.36±3.15	< 0.001	2.4~5.1%
Lymph nodes (n=87)	4.73±1.42	4.49±1.35	4.64±1.40	4.54±1.40	< 0.001	1.9~5.4%
Lung lesions (n=12)	8.84±6.92	8.44±6.68	8.68±6.75	8.62±6.84	NS	1.8~4.7%
Head and neck lesions (n=11)	7.07±3.58	6.64±3.56	6.97±3.29	6.91±3.30	NS	1.4~6.5%
Bone lesions (n=11)	6.84±1.97	6.24±1.86	6.51±1.88	6.59±1.91	< 0.001	3.8~9.6%
Others (n=24)	5.95±4.19	5.69±5.71	5.75±3.88	5.63±3.97	< 0.001	3.5~5.7%

MAC, measured attenuation correction; SAC, segmented attenuation correction; NS, not significant

인군에서는 정상구조물의 섭취값을 비교하고, 환자군에서는 섭취가 증가된 병소의 섭취값만을 구하고 비교하였다. 정상인 PET 영상에서는 18개의 대표적인 정상구조물에 대상의 체중과 ¹⁸F-FDG 투여량으로 계산한 평균 standardized uptake value (SUV)가 최고가 되도록 4×4 픽셀크기의 정사각형 모양의 관심영역을 정하고, 각 구조물의 평균 SUV를 구하였다. 환자군에서는 비정상적인 섭취를 보이는 병소의 최대 SUV를 구하였다. 이러한 값들을 4가지 감쇠보정방법이 다른 PET 영상에서 서로 비교하였다.

4. 통계

4가지의 PET 영상에서 얻은 SUV의 유의한 전반적인 차이가 있는지 알아보기 위하여 Friedman test를 시행하였다. 차이가 있는 경우는 2개씩 군을 묶어 Wilcoxon signed ranks test로 SUV의 유의한 차이가 있는 지 알아보았다. P값 0.05 미만을 통계적으로 유의한 차이로 보았으며, 자료는 평균±표준편차로 제시하였다.

결 과

1. 정상인군

정상인 5명의 감쇠보정방법에 따른 18개의 부위별 평균 SUV는 Table 1과 같다. 4가지 PET 영상에서 얻은 정상구조물의 SUV는 서로 유의하게 달랐다(p<0.001). CT-MAC 사용 PET 영상의 SUV 값은 나머지 3가지 PET 영상에 비하여 모두 유의하게 높았다(3.1%~4.1%; p<0.001). CT-SAC 사용 PET 영상의 SUV 값은 Ge-SAC 사용 PET 영상에 비하여 유의하게 높았다(p<0.05). 그러나, CT-SAC와 Ge-MAC PET 영상, Ge-MAC와 Ge-SAC PET 영상사이의 SUV에는 유의한 차이가 없었다.

부위별로 살펴보면, 기저핵, 안구, 소뇌, 폐, 신장신우, 소장, 피하지방조직에서서는 4영상사이에 유의한 SUV의 통계적 차이가 없었다. 나머지, 11개의 구조물에서는 4가지 PET

영상사이에 유의한 SUV의 통계적 차이가 있었는데, 편도를 제외하고는 모두 CT-MAC PET 영상의 SUV가 제일 높았다.

Figure 1은 감쇠보정방법이 다른 4가지 PET 영상의 대표적인 관상면상이다.

2. 환자군

35명의 환자군에서는 총 145개의 비정상적인 ¹⁸F-FDG 섭취증가병변이 발견되었다. 이 중 림프절 병변이 87개, 폐병변이 12개, 두경부 병변이 11개, 뼈 병변이 11개, 기타 병변이 24개였다. 환자군에서의 감쇠보정방법에 따른 병소의 최대 SUV는 Table 2와 같다. 4가지 PET 영상에서 얻은 정상구조물의 SUV는 서로 유의하게 달랐다(p<0.001). CT-MAC 사용 PET 영상의 SUV 값은 나머지 3가지 PET 영상에 비하여 모두 유의하게 높았다(2.4%~5.1%; p<0.001). Ge-MAC을 사용한 PET 영상의 SUV는 CT-SAC와 Ge-SAC 사용 PET 영상에 비하여 유의하게 높았다(p<0.001). 그러나, CT-SAC와 Ge-SAC 사용 PET 영상사이의 SUV에는 유의한 차이가 없었다.

림프절 병변에서도 4가지 PET 영상에서 얻은 정상구조물의 SUV는 서로 유의하게 달랐다(p<0.001). CT-MAC 사용 PET 영상의 SUV는 나머지 3가지 PET 영상에 비하여 모두 유의하게 높았다(1.9%~5.4%; p<0.005). Ge-MAC 사용 PET 영상의 SUV는 CT-SAC와 Ge-SAC 사용 PET 영상에 비하여 유의하게 높았다(p<0.001). 그러나, CT-SAC와 Ge-SAC 사용 PET 영상사이의 SUV에는 유의한 차이가 없었다.

뼈 병변에서도 4가지 PET 영상에서 얻은 정상구조물의 SUV는 서로 유의하게 달랐다(p<0.001). CT-MAC 사용 PET 영상의 SUV는 나머지 3가지 PET 영상에 비하여 모두 유의하게 높았다(3.8%~9.6%; p<0.01). 반면에, Ge-SAC 사용 PET 영상의 SUV는 나머지 3가지 PET 영상에 비하여 모두 유의하게 낮았다(p<0.05). CT-SAC와 Ge-MAC 사

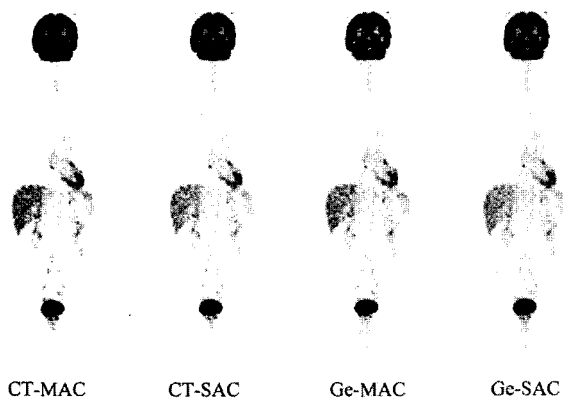


Fig. 1. Representative coronal PET images of a normal subject according to the method of attenuation correction.

용 PET 영상사이에 SUV의 유의한 차이는 없었다.

폐 병변에서는 CT-MAC 사용한 PET 영상의 SUV는 나머지 3가지 PET 영상에 비하여 1.8%~4.7% 높았지만, 통계적으로 유의하지는 않았다. 두경부병변에서도 CT-MAC 사용한 PET 영상의 SUV는 나머지 3가지 PET 영상에 비하여 1.4%~6.5% 높았지만, 통계적으로 유의하지는 않았다.

나머지 기타 병변에서는 4가지 PET 영상에서 얻은 정상 구조물의 SUV는 서로 유의하게 달랐다($p < 0.001$). CT-MAC 사용 PET 영상의 SUV는 제일 높았는데, CT-SAC 및 Ge-SAC 사용 PET 영상과의 차이는 통계적으로 유의했지만(4.5~5.7%; $p < 0.001$), Ge-MAC 사용 PET 영상과의 유의한 차이는 없었다(3.5%, $p = NS$). Ge-MAC 사용 PET 영상의 SUV도 Ge-SAC 사용 PET 영상에 비하여 유의하게 높았다($p < 0.05$). CT-SAC와 Ge-MAC 사용 PET 영상사이에 SUV의 유의한 차이는 없었다.

고 찰

최근 개발된 PET/CT 스캐너는 여러 가지 장점으로 인하여 기존의 PET 스캐너를 거의 대체해가고 있다. 기존 PET 영상과 PET/CT 영상의 차이 중 하나가 감쇠보정방법 차이이다. 기존의 PET 영상에서는 ⁶⁸Ge 등과 같은 외부선원을 이용한 투과스캔으로 감쇠보정을 하는 반면에 PET/CT 영상에서는 CT의 X선 감쇠계수를 PET의 511 KeV의 광자에 대한 감쇠계수로 환산한 감쇠지도를 사용하여 감쇠보정을 한다. 따라서, 감쇠보정방법이 다른 PET 영상을 정확하게 비교 판독하려면, 감쇠보정방법에 따른 재구성된 PET 영상의 섭취값에 유의한 차이가 없어야 한다. 기존 연구에서는 CT-MAC법을 사용한 PET 영상이 Ge-SAC법을 사용한

PET영상보다 섭취값이 유의하게 약간 높은 것으로 보고되고 있다.^{7,8)} 이 연구에서는 정상인군과 환자군 모두에서 CT-MAC법을 사용하여 감쇠보정한 PET 영상의 섭취값이 Ge-SAC 뿐만 아니라, CT-SAC법과 Ge-MAC법을 사용한 PET 영상보다도 유의하게 높았다. 또한, 환자군에서는 Ge-MAC법을 사용한 감쇠보정 PET 영상의 섭취값이 Ge-SAC 사용 PET 영상보다 유의하게 높았다. 이러한 결과들은 CT를 사용하여 감쇠보정한 PET 영상의 섭취값이 높은 이유가 CT를 사용한 것뿐만 아니라, 측정감쇠보정을 사용한 것과 관계있다는 것을 시사해준다. 특히, 환자군에서 Ge-MAC을 사용한 병변의 섭취값이 CT-SAC와 Ge-SAC 사용한 것보다는 유의하게 높았지만, CT-SAC와 Ge-SAC PET 영상사이의 SUV에는 유의한 차이가 없었다는 결과는 PET/CT 영상이 기존 PET 영상보다 섭취값이 높은 데에는 투과스캔 대신 CT스캔을 사용한 것보다는 감쇠보정방법으로 분할감쇠보정 대신 측정감쇠보정을 사용한 것이 더 크게 작용했다는 것을 시사한다. 이는 여과 역투사법(filtered backprojection)을 사용한 PET영상에서 Ge-MAC 사용한 PET 영상의 섭취값이 Ge-SAC 사용한 PET 영상보다 높다는 Visvikis 등의 보고와 일치하는 결과이다.⁹⁾

정상인군 및 환자군에서 정상폐와 폐병변은 4가지 다른 감쇠보정방법에 따른 유의한 섭취값이 차이가 없었다. 반면에, 장기별로는 정상인군 및 환자군 모두에서 정상 뼈 및 뼈 병변이 섭취값의 차이가 제일 컸다. 이러한 결과들은 이전 보고와도 일치한다.⁷⁾ 이 연구에서는 이전 보고와 달리 림프절 병변도 섭취값에 유의한 차이가 있었다. 이전 연구에 사용된 림프절 병변의 수가 7개로 적은 것을 고려하면, 림프절 병변도 감쇠보정방법에 따라 섭취값에 유의한 차이가 있는 것으로 보인다.⁷⁾

환자군에서 CT-MAC법을 사용한 감쇠보정 PET 영상에서의 병변의 최대 SUV가 다른 3가지 방법에 비하여 2.4%~5.1% 정도 유의하게 높았다. 기존 보고에서 종양 병변의 최고 섭취값이 CT-MAC 사용 PET영상에서 Ge-SAC 보다 평균 4.4% 높았던 것을 고려하면, 이 연구도 비슷한 정도의 차이를 보여준다.⁷⁾

이 연구는 기존 연구와 마찬가지로 ⁶⁸Ge 선원을 사용한 bismuth germanate를 사용한 PET 스캐너에서 이루어졌다. 최근의 ¹³⁷Cs과 gadolinium orthosilicate(GSO)를 사용한 PET 연구도 팬텀 및 정상인 뇌 영상에서 감쇠보정방법에 따라 섭취값이 다르다고 보고하였다.¹⁰⁾ 그렇지만, 아직 환자군에서 ¹³⁷Cs과 GSO를 사용한 전신 PET 영상의 비교연구는 없다. 따라서, GSO나 lutetium oxyorthsilicate 같은 다른 종류의 검출기 크리스탈과 ¹³⁷Cs과 같은 다른 종류의 감쇠보정

선원을 사용한 환자 전신 PET 영상에서도 같은 결과가 나오는 지에 대한 추가 연구가 필요하다.

결론적으로, ¹⁸F-FDG PET 영상에서 섭취값은 CT-MAC로 감쇠보정을 했을 때에 가장 높다. 특히, 이러한 차이는 폐병변에서 가장 컸으며, 폐병변에서 가장 작았다. 감쇠지도 CT스캔의 사용 및 측정감쇠보정법의 사용, 2가지 모두가 이 차이에 기여했을 것이며, 이 중 측정감쇠보정법의 사용이 더 크게 작용한 것으로 보인다. 감쇠보정방법이 다른 PET 영상들사이의 섭취값을 비교할 때는 이러한 차이를 고려해야 할 것이다.

요 약

목적: CT를 사용한 측정감쇠보정(measured attenuation correction: CT-MAC) PET 영상은 ⁶⁸Ge을 사용한 분할감쇠보정(segmented attenuation correction: Ge-SAC) PET 영상보다 섭취값이 높은 것으로 알려져 있다. 이 연구에서는 정상인과 암으로 진단된 또는 암이 의심되는 환자를 대상으로 ¹⁸F-FDG PET을 시행하고, 감쇠보정방법을 달리 하여 각각 4가지 PET 영상을 얻고 이를 서로 정량적으로 비교하였다. **대상 및 방법:** 5명의 정상인(남:여=4:1; 평균나이, 29.4±2.5세)과 35명의 환자(남17, 여18; 평균나이 52.7±15.2세)를 대상으로 ¹⁸F-FDG PET을 시행하였다. 먼저, CT 영상(140 KeV, 80 mAs)을 얻은 뒤 방출영상(5 min/bed)과 ⁶⁸Ge 투과영상(3 min/bed)을 차례로 얻었다. Ordered subsets expectation maximization (28 subsets, 2 iterations) 영상재구성법과 CT-MAC, CT-SAC, Ge-MAC, Ge-SAC의 4가지 감쇠보정방법을 사용하여 4가지 PET 영상을 얻었다. 정상인군에서는 대표적인 정상조직의, 환자군에서는 비정상적인 섭취를 보이는 병소의 SUV를 구하고, 이를 서로 비교하였다. **결과:** 정상인 군에서 CT-MAC 사용하여 감쇠보정한 PET 영상의 18개 정상조직의 SUV는 나머지 3가지 종류의 PET 영상에 비하여 모두 유의하게 높았다(3.1%~4.1%; p<0.001). 환자군에서는 총 145개 병소의 국소 FDG 섭취증가 병변이 발견되었다. CT-MAC 사용한 PET 영상의 SUV 값은 나머지 3가지 PET 영상에 비하여 모두 유의하게 높았다(2.4%~5.1%; p<0.001). Ge-MAC 사용한 PET 영상의 SUV 값은 CT-SAC와 Ge-SAC 사용한 PET 영상에 비하여 유의하게 높았다(p<0.001). 그러나, CT-SAC와 Ge-SAC

PET 영상사이의 SUV에는 유의한 차이가 없었다. 폐병변에서는 감쇠보정방법사이에 섭취값이 유의한 차이가 없는 반면, 폐병변에서는 이러한 차이가 가장 컸다(3.8%~9.6%; p<0.01). **결론:** ¹⁸F-FDG PET 영상에서 섭취값은 CT-MAC로 감쇠보정을 했을 때에 가장 높다. CT 감쇠보정 및 MAC 사용, 2가지 모두가 이 차이에 기여했을 것이며, 이 중 MAC 사용이 더 크게 작용한 것으로 보인다. 감쇠보정방법이 다른 PET 영상들사이의 섭취값을 비교할 때는 이러한 차이를 고려해야 할 것이다.

References

1. Bar-Shalom R, Yefremov N, Guralnik L, Gaitini D, Frenkel A, Kuten A, et al. Clinical performance of PET/CT in evaluation of cancer: additional value for diagnostic imaging and patient management. *J Nucl Med* 2003;44:1200-9.
2. Antoch G, Saoudi N, Kuehl H, Dahmen G, Mueller SP, Beyer T, et al. Accuracy of whole-body dual-modality fluorine-18-2-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography and computed tomography (FDG-PET/CT) for tumor staging in solid tumors: comparison with CT and PET. *J Clin Oncol* 2004;22:4357-68.
3. Kinahan PE, Townsend DW, Beyer T, Sashin D. Attenuation correction for a combined 3D PET/CT scanner. *Med Phys* 1998;25:2046-53.
4. Von Schulthess GK. Cost considerations regarding an integrated CT-PET system. *Eur Radiol* 2000;10(Suppl 3):S377-80.
5. Xu EZ, Mullani NA, Gould KL, Anderson WL. A segmented attenuation correction for PET. *J Nucl Med* 1991;32:161-5.
6. Bettinardi V, Pagani E, Gilardi MC, Landoni C, Riddell C, Rizzo G, et al. An automatic classification technique for attenuation correction in positron emission tomography. *Eur J Nucl Med* 1999;26:447-58.
7. Nakamoto Y, Osman M, Cohade C, Marshall LT, Links JM, Kohlmyer S, et al. PET/CT: comparison of quantitative tracer uptake between germanium and CT transmission attenuation-corrected images. *J Nucl Med* 2002;43:1137-43.
8. Kamel E, Hany TF, Burger C, Treyer V, Lonn AH, von Schulthess GK, et al. CT vs ⁶⁸Ge attenuation correction in a combined PET/CT system: evaluation of the effect of lowering the CT tube current. *Eur J Nucl Med Mol I* 2002;29:346-50.
9. Visvikis D, Cheze-LeRest C, Costa DC, Bomanji J, Gacinovic S, Ell PJ. Influence of OSEM and segmented attenuation correction in the calculation of standardised uptake values for [¹⁸F]FDG PET. *Eur J Nucl Med* 2001;28:1326-35.
10. Bong J-K, Kim H-J, Son H-K, Park Y-Y, Park H-J, Yun M, et al. Assessment of attenuation correction techniques with a ¹³⁷Cs point source. *Korean J Nucl Med* 2005;39:57-68.