

# The Correction Effect of Motion Artifacts in PET/CT Image using System

Yeong-Hak Jo<sup>1</sup>, Se-Jong Yoo<sup>2</sup>, Seok-Hwan Bae<sup>2</sup>, Jong-Ryul Seon<sup>3</sup>, Seong-Ho Kim<sup>3</sup>, Won-Jeong Lee<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Nuclear Medicine, Konyang University Hospital

<sup>2</sup>Department of Radiological Science, Konyang University

<sup>3</sup>Department of Radiological Technology, Daejeon Health Institute of Technology

Received: February 13, 2024. Revised: February 27, 2024. Accepted: February 29, 2024.

## ABSTRACT

In this study, an AI-based algorithm was developed to prevent image quality deterioration and reading errors due to patient movement in PET/CT examinations that use radioisotopes in medical institutions to test cancer and other diseases. Using the Motion Free software developed using, we checked the degree of correction of movement due to breathing, evaluated its usefulness, and conducted a study for clinical application. The experimental method was to use an RPM Phantom to inject the radioisotope 18F-FDG into a vacuum vial and a sphere of a NEMA IEC body Phantom of different sizes, and to produce images by directing the movement of the radioisotope into a moving lesion during respiration. The vacuum vial had different degrees of movement at different positions, and the spheres of the NEMA IEC body Phantom of different sizes produced different sizes of lesions. Through the acquired images, the lesion volume, maximum SUV, and average SUV were each measured to quantitatively evaluate the degree of motion correction by Motion Free. The average SUV of vacuum vial A, with a large degree of movement, was reduced by 23.36 %, and the error rate of vacuum vial B, with a small degree of movement, was reduced by 29.3 %. The average SUV error rate at the sphere 37mm and 22mm of the NEMA IEC body Phantom was reduced by 29.3 % and 26.51 %, respectively. The average error rate of the four measurements from which the error rate was calculated decreased by 30.03 %, indicating a more accurate average SUV value. In this study, only two-dimensional movements could be produced, so in order to obtain more accurate data, a Phantom that can embody the actual breathing movement of the human body was used, and if the diversity of the range of movement was configured, a more accurate evaluation of usability could be made.

Keywords: Nuclear Medicine, PET/CT, Radioactive Isotope, Artifact

## I. INTRODUCTION

양전자단층촬영(PET; Positron Emission Tomography)은 각종 생화학적인 물질의 생체 내 분포를 영상화하여 인체 내의 생리적 지표들을 정량적으로 측정할 수 있어 생화학 또는 병리 현상의 규명과 질병 진단 치료 후 예후 판정, 치료 계획 등에 유용하게 이용되고 있다. 활용도가 매우 높지만 영상의 해상도

가 상대적으로 낮고 해부학적 위치와 주변 조직과의 관계를 평가하기 어려운 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 PET과 전산화단층촬영(CT; Computed Tomography)를 결합한 융합형 PET/CT가 개발되어 현재 활발하게 사용되고 있다<sup>1)</sup>.

PET/CT 영상을 획득하기 위하여 방사성동위원소를 사용한다. 그중 악성종양 판정을 하기 위한 방사성동위원소로 플루오린-18 플루테옥시클루코스

\* Corresponding Author: Won-Jeong Lee E-mail: wjlee@hit.ac.kr  
Address: 21, Chungjeong-ro, Dong-Gu, Daejeon-si, Republic of Korea

( $^{18}\text{F}$ -FDG;  $^{18}\text{F}$ Fluorine-FluoroDeoxyGlucose)를 이용한다. FDG는 악성종양뿐만 아니라 감염, 염증 등의 양성 상태에서도 축적되는 것으로 알려져 있다<sup>[2,3]</sup>. 영상에서 정량적 평가의 지표로 사용되는 표준섭취계수(SUV; Standardize Uptake Value)는 방사능의 농도를 나타내는데 주입한 추적자가 체내에 고루 분포했을 때의 농도로 나누어 그 상대적 섭취율을 정량적으로 평가할 수 있다<sup>[4]</sup>.

PET/CT 검사 시 발생하는 감마선은 매질을 통과할 때 에너지 영역에 따라 광전효과, 콤프턴 산란 등으로 인해 검출기에 도달하기 전 감쇄되는데 그 결과 실제 포도당 대사 분포와 다른 양상을 보이며 정확한 정량적 계수가 이루어지지 않는다. 이로 인한 PET 영상의 인공물(Artifact)을 없애기 위해 현재 대부분의 임상에서 CT 데이터를 이용하여 감쇄 보정을 해주고 있다<sup>[5]</sup>. PET/CT의 CT는 심박 운동을 하는 심장의 검사를 할 수 있을 만큼 발달하였으며 그 검사 시간은 PET에 비하여 매우 짧다<sup>[6]</sup>.

PET/CT 검사에서 PET 영상을 획득하는 도중 호흡에 의한 장기의 움직임을 불가피하게 발생한다. 복부 장기인 간은 정상 호흡, 호흡정지 동안에 각각 2.5 cm, 0.9 cm까지 움직일 수 있으며 불안정한 호흡 등에 의한 위치 차이는 최대 5.5 cm까지 발생할 수 있다고 보고되고 있다<sup>[7]</sup>.

PET 검사 중 호흡에 의한 움직임은 영상의 질 저하의 원인이 되며 blurring에 의한 종양의 크기의 과대평가, 전량 분석값의 과소평가의 결과를 보이는 것으로 알려져 있다<sup>[8,9]</sup>. 호흡운동으로 인해 PET 영상에서 장기와 병변의 부피가 증가시킬 수 있으며 최대 SUV가 약 30% 감소될 수 있다는 선행된 연구가 있다<sup>[10]</sup>. 움직임에 대한 보정 방법들이 다양하게 적용되어 있지만 정확한 감쇄 보정과 영상 정합의 정확도를 높이기 위해서는 PET과 CT 두 영상의 획득 시 두 영상화 과정 모두에서 움직임의 보정 방법이 적용되어야 한다고 알려져 있다<sup>[11]</sup>. 이처럼 PET/CT 검사에서 호흡으로 인한 움직임은 악성종양의 크기, SUV 값 등으로 진단 및 평가의 오류가 발생할 수 있기에 각종 하드웨어, 소프트웨어를 통한 보정 법이 개발 연구되고 있다<sup>[12]</sup>.

이 연구에서는 GE (General Electric) 사의 인공지

능(Artificial Intelligence; AI) Algorithm을 이용한 Respiratory motion artifact를 보정하는 motion free 소프트웨어를 사용하여 환자의 호흡에 의한 움직임 보정의 유용성을 확인하고 임상에서의 활용에 대하여 연구하고자 한다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 실험재료

연구에 사용된 PET/CT 장비는 GE 사의 PET/CT DMIDR(Discovery Molecular Imaging Digital Ready, General Electric Healthcare, USA)으로 Fig. 1이다. 인체의 호흡운동을 구현시키는 팬텀(Phantom)은 Fig. 2로 RPM(Revolutions Per Minute) Moving Phantom이다. 이는 방사선치료의 호흡동조 치료(RGRT; Respiratory Gated Radiation Therapy) 시스템에서 환자의 호흡의 움직임을 확인할 수 있는 팬텀이다. 실험에 사용한 방사성동위원소  $^{18}\text{F}$ -FDG는 Fig. 3과 같이 10 cc 진공 바이알과 Fig. 4 NEMA IEC body Phantom의 sphere 37 mm, 22 mm를 사용하였다. 실험 데이터는 GE 사의 AW workstation Volume Viewer Version 14.0을 이용하여 정량적 분석을 하였다.



Fig. 1. PET/CT DMIDR.

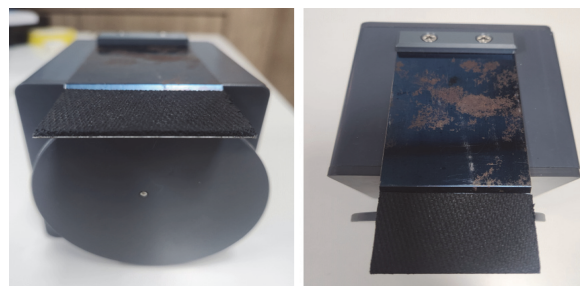


Fig. 2. RPM moving phantom.

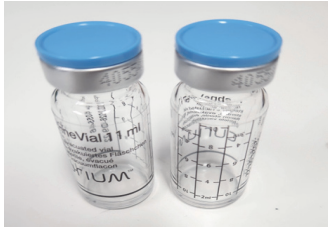


Fig. 3. Vacuum Vial of 10 cc.

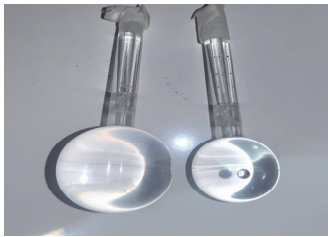


Fig. 4. NEMA IEC body Phantom sphere of 37 mm and 22 mm.

## 2. 실험방법

### 2.1. Phantom Test

실험은 Fig. 5와 같이 진공 바이알과 NEMA IEC body Phantom의 sphere 37 mm, 22 mm를 사용하여 두 가지 방법으로 실시하였다. 방사선 종양학에서 RGRT (Respiratory Gated Radiation Therapy)에 사용되는 RPM moving phantom 위에 10 cc 진공 바이알 2개를 놓고 고정하였다. 각각의 진공 바이알에는 방사성 동위원소  $^{18}\text{F}$ -FDG 18.5 Mbq을 주입하였다.

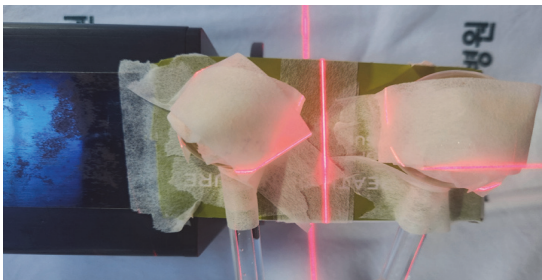


Fig. 5. RPM moving phantom experiment method.

실험은 총 3가지 조건으로 실시하였다.

첫 번째는 RPM moving phantom을 작동하지 않은 상태에서 PET/CT 스캔을 실시하였으며, 두 번째는 RPM moving phantom을 작동시킨 상태에서

PET/CT를 스캔하였다. 세 번째 영상은 두 번째와 같이 RPM moving Phantom을 작동시킨 상태에서 영상을 얻으며 GE 사의 PET/CT DMIDR의 Motion free와 Q. Static 기능을 적용하여 진공 바이알의 움직임 보정을 적용하여 총 세 가지의 영상을 획득하였다.

GE 사의 motion free 시스템은 인공지능 알고리즘을 기반으로 제작이 되었다. 검사 중 생리적 호흡 움직임이 감지되면 정지 영상을 사용하여 교정시키는 기술을 사용한다. 이를 Q.Static이라 한다.

두 번째 실험 방법으로는 첫 번째와 같은 방법으로 진공 바이알 대신 서로 다른 사이즈인 NEMA IEC body Phantom의 sphere 22 mm, 37 mm를 사용하였다.

첫 번째 실험에서는 진공 바이알은 서로 다른 위치에 고정하여 움직임 정도가 서로 다르게 설정하였다. 움직임이 큰 경우, 작은 경우의 Motion free의 유용성을 확인할 수 있다. 두 번째 실험에서는 서로 다른 크기의 NEMA IEC body Phantom을 사용하여 병소 크기 차이에 따른 Motion free의 유용성을 평가할 수 있도록 하였다.

### 2.2. 영상 분석

PET/CT의 실험 영상 획득 시 사용한 조건은 Table 1과 같다. CT의 실험 조건은 120 kVp, Smart mA Min 50에서 Max 80, Rotation time 0.5 sec, Pitch 0.984 : 1 이었으며 PET의 조건은 Base Bed Time 1 min, Reconstructions 500, Matrix size 192 \* 192으로 영상을 획득하였다.

Table 1. Experimental condition

CT protocol	kVp	mA (smart mA)	Rotation time	Pitch
	120	Min 50 ~ Max 80	0.5sec	0.9841:1
PET protocol	Base Bed Time	Reconstructions	Matrix size	
	1min	500	192*192	

획득한 영상은 GE 사의 Volume Viewer Version 14.0을 사용하여 3차원 관심 영역을 설정하여 SUV의 최대치인  $\text{SUV}_{\text{Max}}$ 와 평균치  $\text{SUV}_{\text{Av}}$ 를 측정하고 분석하였다.

### III. RESULT

RPM moving phantom을 작동하지 않고 획득한 영상을 Static, 작동하며 얻은 영상을 Motion이라 하고 Motion 영상에 motion free 보정을 적용한 영상을 motion free 영상이라 하였다.

Static 영상은 정지 영상으로 실제 환자의 검사시 호흡으로 인한 움직임이 발생할 경우 SUV 값의 변화를 알 수 있는 기준이 된다. Motion 영상의 경우 RPM moving phantom의 움직임으로 인하여 방사성동위원소  $^{18}\text{F-FDG}$ 의 움직임이 발생하고 이는 실제 인체 내의  $^{18}\text{F-FDG}$ 의 섭취한 병소의 크기, SUV 값의 변화를 초래하게 된다. 이렇게 움직임으로 발생한 차이를 정지 영상인 Static 영상과 얼마나 가까워지는지를 확인할 수 있는 영상이 motion free 영상이 된다.

#### 3.1. 움직임 정도가 다른 진공 바이알

첫 번째 실험인 2개의 10 cc 진공 바이알 A, B에서 A는 RPM moving phantom의 끝부분에 고정하여 움직임의 범위가 크게 하였으며 B는 움직임이 작은 안쪽에 고정하여 영상을 획득하고 Table 2의 값은 체적(Volume), 최대 SUV, 평균 SUV를 구하였다.

RPM moving phantom이 작동하며 획득한 영상에서 체적은 가장 크며, 최대 SUV와 평균 SUV는 가장 작은 값을 얻었다. 기준 영상이 되는 정지 영상에서는 최대 SUV, 평균 SUV 값이 가장 큰 것으로 나타났다. 실험의 결과는 움직임 범위를 서로 다르

게 설정하여도 진공 바이알 A, B 같은 순으로 데이터 값이 나타났다.

Fig. 6은 획득한 PET 영상을 보면 움직임 영상에서는 진공 바이알 A는 움직임의 범위가 커지며 마치 2개의 진공 바이알에 겹쳐진 영상이며 움직임이 작은 진공 바이알 B는 약간은 흔들린 영상으로 나왔다. 하지만 motion free를 적용한 영상에서는 정지 영상에 가까운 영상이 확인되었다. PET-CT fusion 영상에서 진공 바이알의 움직임으로 CT 이미지와 PET의 이미지 상의 진공 바이알 위치값이 다른 것을 motion free가 적용되며 정지 영상에 가까운 영상이 나타났다.

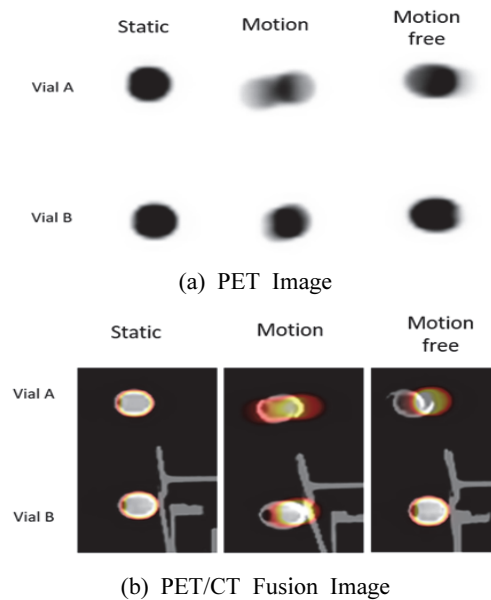


Fig. 6. PET Image (a) and PET/CT Fusion Image (b) of Vacuum Vial Test.

Table 2. Vacuum Vial Test

Image	Vial					
	A			B		
	Volume (cm <sup>3</sup> )	SUVMAX (kBq/ml)	SUVA <sub>v</sub> (kBq/ml)	Volume (cm <sup>3</sup> )	SUVMAX (kBq/ml)	SUVA <sub>v</sub> (kBq/ml)
Static	10.03	247.51	207.28	9.72	278.5	216.75
Motion	22.29	196.55	99.72	15.85	272.31	157.18
Motion free	8.44	261.11	182.74	9.77	268.9	223.51

Table 3. Sphere Image of NEMA IEC body Phantom Test

Image	Sphere Size					
	37mm			22mm		
	Volome (cm <sup>3</sup> )	SUV <sub>MAX</sub> (kBq/ml)	SUV <sub>Av</sub> (kBq/ml)	Volome (cm <sup>3</sup> )	SUV <sub>MAX</sub> (kBq/ml)	SUV <sub>Av</sub> (kBq/ml)
Static	25.73	143.59	128.47	10.91	156.81	126.51
Motion	41.43	154.28	77.18	16.83	148.84	91.16
Motion free	23.22	162.84	114.83	11.14	158.84	128.32

### 3.2. 크기가 다른 NEMA IEC body Phantom

두 번째 실험에서 사용한 NEMA IEC body Phantom의 sphere 37 mm, 22 mm 결괏값은 Table 4이다. 첫 번째 실험에서와 같은 순으로 결괏값의 배열이 나왔다.

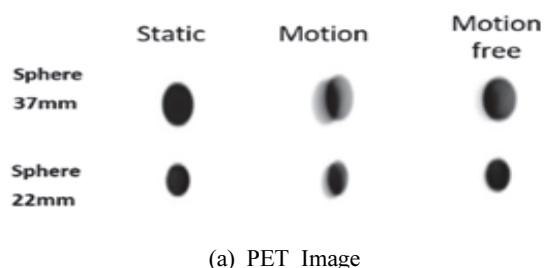
평균 SUV 값은 정지 영상에서 가장 크고, motion free 적용, 움직임 영상 순으로 평균 SUV 값이 나타났다.

Fig. 7은 서로 다른 크기의 NEMA IEC body Phantom의 PET 영상과 PET/CT fusion 영상이다. 움직임 정도 차이에 따른 변화는 첫 번째 실험과 같은 양상이었으나 Phantom 크기에 따른 변화는 유의미한 값을 나타내지 않았다.

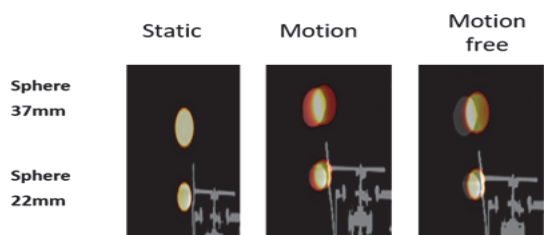
### 3.3. motion free 효과

Table 4는 Table 2 결과와 Table 3 결과에서 motion free 적용 유무에 따른 체적, 최대 SUV, 평

균 SUV의 오차와 오차율을 산출하였다.



(a) PET Image



(b) PET/CT Fusion Image

Fig. 7. PET Image (a) and PET/CT Fusion Image (b) of NEMA IEC body Phantom Test

Table 4. Error and Error Rate of Motion Free

Image		Volome (cm <sup>3</sup> )	Error			Error Rate		
			SUV <sub>MAX</sub> (kBq/ml)	SUV <sub>Av</sub> (kBq/ml)	Volome (%)	SUV <sub>MAX</sub> (%)	SUV <sub>Av</sub> (%)	
Vial	A	M	12.26	50.96	108.06	22.23	20.59	52.0
		MF	1.59	13.6	25.04	15.85	5.49	12.05
	B	M	6.13	6.19	59.67	63.06	2.22	27.48
		MF	0.05	9.6	6.76	0.51	3.44	3.11
Sphere Size (mm)	37	M	15.7	10.69	51.29	61.01	7.44	39.92
		MF	2.51	19.25	13.64	9.76	13.4	10.61
	22	M	5.92	7.97	35.35	54.26	5.08	27.94
		MF	0.23	2.03	1.81	2.10	1.29	1.43

M: Motion  
MF: Motion Free

#### IV. DISCUSSION

환자의 흉부와 복부 부위에서는, 호흡에 의한 내부 장가 움직임이 발생하여 정확한 방사선치료와 영상 진단이 어렵기 때문에 일반적으로 호흡에 의한 환자의 내부적 움직임 변위는 투시, CT, 초음파를 이용한 연구를 통해 획득한 영상 데이터로 측정한다. 내부 장기 움직임 변위를 구체화하기 위해서 현재에도 많은 연구가 진행되고 있다<sup>[13]</sup>. 폐암 환자의 PET/CT 검사에서 SUV를 이용하여 수술 후 예측 및 항암 화학요법의 효과를 평가하고 있으며 방사선 치료의 예후 예측 및 평가를 위해 SUV와 중앙 부피 측정이 중요한 지표로 사용되고 그 유용성이 입증되었다<sup>[14]</sup>. 하지만 폐암 환자의 PET/CT 검사 시 호흡 운동으로 인한 PET과 CT 영상의 불일치와 영상 왜곡이 발생할 수 있으므로 주의가 필요하다. 특히 크기가 작거나 폐의 기저부와 간의 상부에 위치한 병변일수록 위치 변위와 왜곡의 정도가 크며 PET 영상의 SUV 측정에도 영향을 미치게 된다<sup>[15,16]</sup>.

본 연구에서 motion free 시스템을 통하여 움직임을 보정하여 병소가 정지되어 있을 때와의 오차율을 산출하고, 움직임 보정이 없을 때와의 비교를 통하여 motionn free 시스템의 유용성을 평가하였다. 움직임 정도를 크게 설정한 진공 바이알 A의 평균 SUV는 23.36 %, 움직임 정도를 작게 설정한 진공 바이알 B는 29.3 % 오차율이 감소하였다.

NEMA IEC body Phantom의 sphere 37 mm, 22 mm에서의 평균 SUV는 각각 29.3 %, 26.51 % 오차율이 감소하였다. 오차율을 산출한 네 가지 측정치의 평균 오차율 30.03 % 감소하여 보다 정확한 평균 SUV 값이 측정되었다.

Q.Static을 통한 영상 획득 시간은 두 배 이상으로 늘리는 시간적 단점을 가지고 있으나 호흡으로 인하여 움직이는 병소의 위치와 크기를 보다 정확하게 확인할 수 있는 시스템이다.

하지만 본 연구에서는 실제 사람의 호흡 주기를 기반으로 한 인공지능 시스템에서 벗어나 2차원적인 가상의 호흡을 RPM moving phantom으로 만들어 냈다. 이는 상하 운동을 일으키는 정도의 움직

임에 불과하다.

보다 정확한 실험의 위해서는 3차원적인 호흡운동의 Moving Phantom을 제작하여 실험을 한다면 보다 정확한 실험 데이터를 획득할 수 있고, motion free 시스템의 유용성을 확인할 수 있을 것이다.

#### V. CONCLUSION

본 연구에서 세 가지 실험을 통하여 움직임 정도와, 병소 크기에 따른 PET/CT 영상에서 체적, 최대 SUV, 평균 SUV 값의 변화를 확인하고 GE 사의 motion free 시스템을 통한 보정률을 확인하여 그 유용성을 평가하고자 하였다. 그 결과 motion free 시스템을 통하여 환자의 생리학적인 움직임을 인공지능 기반으로 감지가 되고 Q.Static을 통한 영상을 획득함으로써 움직임으로 인한 병변의 크기와 SUV 값의 보정이 이루어지는 것을 확인하였다. 이를 통하여 임상에서 호흡으로 인한 영상 오진을 줄일 수 있을 것으로 연구된다.

#### Acknowledgement

본 논문은 2023년도 대전보건대학교 마이스터대 지원사업의 지원을 받아 작성되었습니다.

#### Reference

- [1] G. C. Hong, S. M. Kwark, I. S. LEE, H. Choi, J. D. Seok, "The Optimization of Reconstruction Method Reducing Partial Volume Effect in PET/CT 3D Image Acquisition", The Korean Journal of Nuclear Medicine Technology, Vol. 14, No. 1, pp. 13-17, 2010.
- [2] K. J. Kim, S. H. Bae, G. J. KIM, "Study on the Usefulness of respiration compensation PET/CT", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 12, No. 5 pp. 2209-2213, 2011. <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.5.2209>
- [3] Y. H. Kim, H. S. Choi, H. S. Lim, J. S. KIM, "Discussion of COVID-19 Vaccination and Axillary Lymph Nodes Uptake in 18F-FDG PET/CT", The Korean Journal of Nuclear Medicine Technology, Vol. 26, No. 2, pp. 32-36, 2022.

- [4] C. W. Lee, Y. W. LEE, J. W. Mun, Y. C. Kim. "Evaluation of Image for Phantom according to Normalization,Well Counter Correction in PET-CT." The Korean Journal of Nuclear Medicine Technology, Vol. 27, No. 1, pp47-54, 2023.
- [5] S. W. Jeong, H. G. Kim, J. B. Kwon, M. J. Kim, Y. M. Sin, Y. H. Kim, "Effect of the Dose Reduction Applied Low Dose for PET/CT According to CT Attenuation Correction Method", The Korean Journal of Nuclear Medicine Technology, Vol. 18, No. 1, pp. 127-113, 2014.
- [6] Y. H. Do, H. J. Lee, J. E. KIM, "Evaluation of Perfusion and Image Quality Changes by Reconstruction Methods in  $^{13}\text{N}$ -Ammonia Myocardial Perfusion PET/CT", The Korean Journal of Nuclear Medicine Technology, Vol. 18, No. 1, pp. 69-75, 2014.
- [7] J. H. Cho, J. J. Kim, S. Y. Seo, D. K. Han, "Analysis of Intrafractional Mass Variabilities Using Deformable Image Registration Program", Journal of Radiological Science and Technology, Vol. 35, No. 2, pp. 173-181, 2012.
- [8] M. M. Osman, C. Cohade, Y. Nakamoto, R. L. Wahl, "Respiratory motion artifacts on PET emission images obtained using CT attenuation correction on PET-CT", European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, Vol. 30, No. 4, pp. 603-606, 2003. <http://dx.doi.org/10.1007/s00259-002-1024-x>
- [9] S. J. Park, D. Ionascu, J. Killoran, M. Mamede, V. H Gerbaudo, L. Chin, R. Berbeco, "Evaluation of the combined effects of target size, respiratory motion and background activity on 3D and 4D PET/CT images", Physics in Medicine and Biology, Vol. 53, No. 13, pp. 3661-3679, 2008. <http://dx.doi.org/10.1088/0031-9155/53/13/018>
- [10] C. Liu, L. A. Pierce, A. M. Alessio, P. E. Kinahan, "The impact of respiratory motion on tumor quantification and delineation in static PET/CT imaging", Physics in Medicine and Biology, Vol. 54, No. 24, pp. 7345-7362, 2009. <http://dx.doi.org/10.1088/0031-9155/54/24/007>
- [11] Y. H. Do, H. J. Lee, J. E. Kim, G. W. Noh, "Evaluation of MR Based Respiratory Motion Correction Technique in Liver PET/MRI Study", The Korean Journal of Nuclear Medicine Technology, Vol. 22, No. 1, pp. 15-22, 2018.
- [12] H. W. Lee, J. Y. Kim, Y. H. Choi, H. S. Lim, J. S. Kim, "Evaluation of the usefulness of prone position for reducing the image distortion due to respiration in PET/CT", The Korean Journal of Nuclear Medicine Technology, Vol. 23, No. 1, pp. 59-63, 2019.
- [13] G. R. Dong, B. S. Park, S. S. Kim, D. C. Gweon, E. H. Gu, W. G. Jeong, "Target motion analysis of the respiratory gated guided radiotherapy in liver cancer patients using 4D-CT", Journal of Radiation Protection and Research, Vol. 35, No. 2, pp. 63-68, 2010.
- [14] S. A. Nehmeh, Y. E. Erdi, C. C. Ling, K. E. Rosenzweig, H. Schoder, S. M. Larson, H. A. Macapinlac, O. D. Squire, J. L. Humm, "Effect of respiratory gating on quantifying PET images of lung cancer", Journal of Nuclear Medicine, Vol. 43, No. 7, pp. 876-881, 2002.
- [15] T. Pan, O. Mawlawi, S. A. Nehmeh, Y. E. Erdi, D. Luo, H. H. Liu, R. Castillo, R. Mohan, Z. Liao, H. A. Macapinlac, "Attenuation correction of PET images with respiration-averaged CT images in PET/CT", Journal of Nuclear Medicine, Vol. 46, No. 9, pp. 1481-1487, 2005.
- [16] T. Pan, T. Y. Lee, E. Rietzel, G. Chen, "4D-CT imaging of a volume influenced by respiratory motion on multi-slice CT", The International Journal of Medical Physics Research and Practice, Vol. 31, No. 2, pp. 333-340, 2004.

## PET/CT 검사 시 움직임 보정 기법의 유용성 평가

조영학<sup>1</sup>, 유세종<sup>2</sup>, 배석환<sup>2</sup>, 선종률<sup>3</sup>, 김성호<sup>3</sup>, 이원정<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>건양대학교병원 핵의학과

<sup>2</sup>건양대학교 방사선학과

<sup>3</sup>대전보건대학교 방사선학과

### 요 약

본 연구에서는 의료기관에서 방사성동위원소를 이용하여 암을 비롯한 여러 질환을 검사하는 PET/CT 검사에서 환자의 움직임으로 인한 영상의 질 저하와 판독 오류를 발생시킬 수 있는 점을 보완하기 위해 AI 기반의 Algorithm을 이용하여 개발한 Mothion Free 소프트웨어를 이용하여 호흡으로 인한 움직임의 보정 정도를 확인하고 유용성을 평가하여 임상에서의 적용을 위한 연구를 하였다. 실험 방법은 RPM Phantom을 사용하여 방사성동위원소 18F-FDG를 진공 바이알과 서로 다른 크기 NEMA IEC body Phantom의 sphere에 방사성동위원소를 주입하고 이것의 움직임을 호흡 시 움직이는 병소로 연출하여 영상을 획득하였다. 진공 바이알은 서로 다른 위치에서 움직임 정도를 다르게 하였고, 서로 다른 크기 NEMA IEC body Phantom의 sphere는 서로 다른 병소의 크기를 연출 하였다. 획득한 영상을 통하여 병소의 체적, 최대 SUV, 평균 SUV를 각각 측정하여 Mothion Free가 움직임 보정 정도를 정량적 평가를 하였다. 움직임 정도를 크게 설정한 진공 바이알 A의 평균 SUV는 23.36 %, 움직임 정도를 작게 설정한 진공 바이알 B는 29.3 % 오차율이 감소하였다. NEMA IEC body Phantom의 sphere 37 mm, 22 mm에서의 평균 SUV는 각각 29.3 %, 26.51 % 오차율이 감소하였다. 오차율을 산출한 네 가지 측정치의 평균 오차율 30.03 % 감소하여 보다 정확한 평균 SUV 값을 나타내었다. 이 연구에서는 2차원적인 움직임 만을 연출할 수 있었기에 보다 정확한 데이터를 얻기 위해서는 실제 인체의 호흡 운동을 구현할 수 있는 Phantom을 이용하고, 움직임의 범위의 다양성을 구성한다면 보다 정확한 유용성 평가를 할 수 있다고 연구된다.

중심단어: 핵의학, PET/CT, 방사성동위원소, 인공물

### 연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	조영학	건양대학교병원 핵의학과	방사선사
(공동저자)	유세종	건양대학교 방사선학과	교수
	배석환	건양대학교 방사선학과	교수
	선종률	대전보건대학교 방사선학과	교수
	김성호	대전보건대학교 방사선학과	교수
(교신저자)	이원정	대전보건대학교 방사선학과	교수