

PET/CT 검사 시 체중과 체표면적에 따른 SUV의 상관관계

서울대학교병원 핵의학과

박주선 · 도용호 · 김정수 · 이홍재 · 김진의

Correlation of SUV According to the Body Weight and Body Surface Area in PET/CT Imaging

Ju-Seon Park, Yong-Ho Do, Jung-Soo Kim, Hong-Jae Lee and Jin-Eui Kim

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

Purpose: There are several methods of measuring SUV in PET/CT imaging including SUV_{bw} which uses the body weight, SUV_{bsa} which that uses body surface area and SUV_{lbm} which uses lean body mass. Currently, Seoul National University Hospital uses SUV_{bw} method which minimizes the variability. In this study, we compared and analyzed the correlation between SUV_{bw} and SUV_{bsa} according to patients' body mass index. **Materials and Methods:** Using Biograph mCT40 (Siemens, Germany), we conducted ^{18}F -FDG PET/CT imaging on 70 patients (41 males, 29 females; ages 58.04 ± 12.44). We classified the patients as underweight ($BMI < 20$), normal weight ($20 \leq BMI < 25$), overweight ($25 \leq BMI < 30$), obese ($30 \leq BMI < 35$) and severely obese ($35 \leq BMI$) according to the patient's sex, age and BIM. Then, bone, liver and lungs were set as ROI for calculation of maximum values of SUV_{bw} and SUV_{bsa} , through Syngo.via VA11A analysis program. **Results:** Comparing the five groups divided according to the BMI by the standard differences between SUV_{bw} to SUV_{bsa} , SUV_{max} was measured to be 0.66 ± 0.15 , 0.78 ± 0.35 , 0.77 ± 0.21 , 1.00 ± 0.44 , 1.53 ± 0.38 for bones in underweight, normal weight, overweight, obese and severely obese groups, respectively. For liver, values of SUV_{max} were 1.64 ± 0.16 , 2.06 ± 0.34 , 2.19 ± 0.21 , 2.52 ± 0.21 and 2.74 ± 0.40 in the same order. And for lung, values of SUV_{max} were 0.69 ± 0.33 , 0.54 ± 0.17 , 0.62 ± 0.23 , 0.83 ± 0.29 , 1.03 ± 0.30 . **Conclusion:** By comparing and analyzing the differences between SUV_{bw} and SUV_{bsa} in this study, it was found that the differences between SUV_{bw} and SUV_{bsa} increased as patient's BMI increased. Thus, there is room for error in the values of SUV depending on the methods of calculations, and appropriate methods must be applied according to the circumstances in clinical settings. (Korean J Nucl Med Technol 2013;17(2):44-47)

Key Words : PET/CT, SUV_{bw} , SUV_{bsa} , BMI

서 론

PET/CT 검사는 각종 생화학적 물질의 생체 내 분포를 영상화하여 인체 내의 생리적 지표들을 정량적으로 측정할 수 있다. 이러한 장점으로 암 환자의 병기 결정, 치료효과 판정,

예후 결정과 재발의 평가에서 그 중요도가 꾸준히 증가하고 있다.¹⁾ PET/CT 검사에서 정량적 지표로 이용되는 표준섭취 계수(Standard Uptake Value, SUV)는 종양에 섭취되는 ^{18}F -FDG의 양이 포도당 대사율과 대체로 비례한다고 가정하고 체내에 주입된 ^{18}F -FDG가 체내에 모든 곳에 고르게 분포하였을 때를 기준으로 종양병소에 포도당 섭취량이 얼마인지를 나타낸 계수이다. SUV를 측정하는 방법으로는 체중(Body Weight, BW)을 이용한 SUV_{bw} , 체표면적(Body Surface Area, BSA)을 이용한 SUV_{bsa} , 제지방체중(Lean Body Mass, LBM)을 이용한 SUV_{lbm} 등이 있으며 다음의 식으로 구하였다.²⁾

• Received: August 31, 2013. Accepted: October 2, 2013.
• Corresponding author : **Ju Seon Park**
Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital,
101 Daehak-ro Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea
Tel: +82-2-2072-3435, Fax: +82-2-766-9083
E-mail: wntjs6857@naver.com

$$SUV_{bw} = \frac{Tissue\ concentration\ (\frac{MBq}{MBq})}{\frac{Injected\ dose\ (MBq)}{BW(g)}}$$

$$SUV_{bsa} = \frac{Tissue\ concentration\ (\frac{MBq}{mL})}{\frac{Injected\ dose\ (MBq)}{BSA(m^2)}}$$

$$BSA = 0.007184 \times body\ weight^{0.425} \times body\ height^{0.725}$$

$$SUV_{lbm} = \frac{Tissue\ concentration\ (\frac{MBq}{mL})}{\frac{Injected\ dose\ (MBq)}{LBM}}$$

SUV_{bw} 는 환자의 체중을 이용하여 값을 구하기 쉽고 접근이 용이한 방법이며 SUV_{bsa} 는 환자의 체형에 독립적이고 변동성을 줄일 수 있다.³⁾ 비만율이 높은 서양에서는 체형이 큰 환자들의 과측정을 최소화할 수 있는 SUV_{bsa} 를 선호하고 있으며³⁾ 현재 본원에서는 가변성을 최소화할 수 있는 SUV_{bw} 측정방법을 이용하고 있다. 따라서 본 저자는 환자의 체질량지수(Body Mass Index, BMI)에 따른 SUV_{bw} 와 SUV_{bsa} 를 비교하여 상관관계를 분석하였다.

실험재료 및 방법

1. 장비

실험장비는 서울대학교병원에 설치된 Biograph mCT40

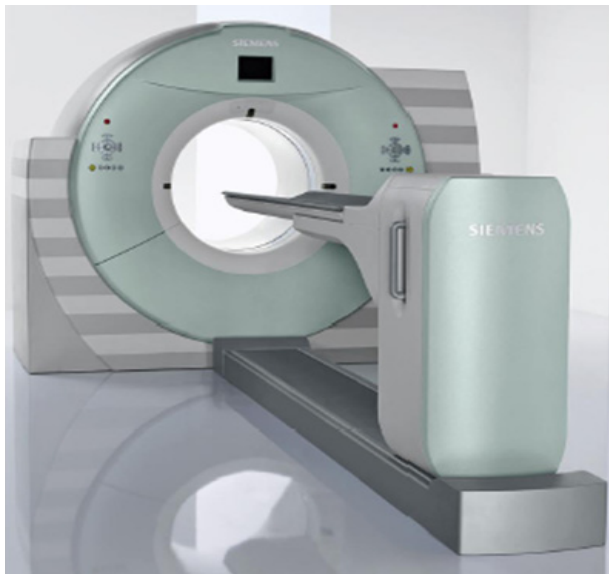


Fig. 1. Biograph mCT40 PET/CT scanner (SIEMENS, Germany).

(SIEMENS, Germany)을 사용했으며, CT 관전압과 관전류는 120 kVp, 100 mAs, CT slice thickness는 5 mm, PET emission scan은 bed당 1분, FWHM 5 mm, image size는 200×200, zoom factor 1.0, 재구성 방법은 2 iterations, 21 subsets, ordered-subsets expectation maximization (OSEM) 알고리즘을 사용하였다(Fig. 1). 또한 SIEMENS Medical System의 Syngo.via VA11A를 사용하여 영상을 분석하였다.

2. 환자실험 방법 및 영상분석 방법

대상은 2013년 2월에 서울대학교병원 핵의학과에서 ¹⁸F-FDG Fusion Whole Body PET/CT 검사를 시행한 환자 중 성인 70명(남: 41, 여: 29; 58.04±12.44세)을 대상으로 분석을 시행하였다. 환자의 성별, 나이, 체질량지수에 따라 저체중(BMI <20), 정상(20≤BMI<25), 과체중(25≤BMI<30), 비만(30≤BMI<35), 고도비만(35≤BMI)으로 분류하였고⁴⁾ 70명은 BMI에 따라 각각 3명, 33명, 15명, 14명, 5명으로 나뉘었다(Fig. 2). 촬영은 다음과 같이 진행했다. 검사 시작 전 500 cc 이상의 수분을 섭취하게 한 후 혈당을 확인했다. 그 후 환자에게 ¹⁸F-FDG를 kg 당 5.18 MBq (0.14 mCi)를 정맥 주사했다. 검사 전까지 안정을 취하도록 하였으며 주사 60분 후 소변을 보게 한 후 검사를 시행하였고 저선량 CT 영상 획득 후 PET 영상을 bed 당 1분 획득했다.

중양의 섭취는 blood pool, mediastinum, liver, cerebellum 등과 같은 기준 영역의 섭취에 대한 병변의 섭취비율을 계산함으로써 측정이 가능한데, 그 중 본원에서 측정하고 있는 liver와 그 외에 bone, lung에 4.5 cm² 면적의 Region Of Interest (ROI)를 설정한 후, Syngo.via VA11A 분석 프로그램을 이용하여 SUV_{bw} 와 SUV_{bsa} 의 최대값과 평균값을 분석하였다(Fig. 3).

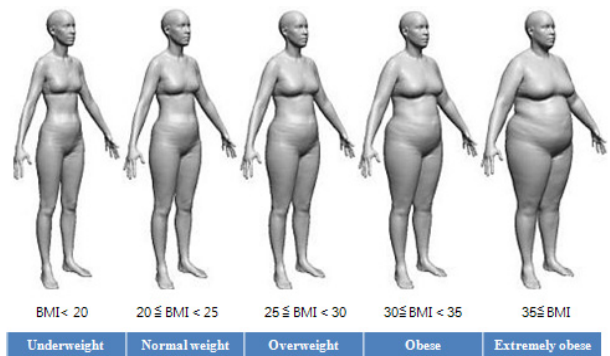


Fig. 2. Typical body shape corresponding to the BMI.

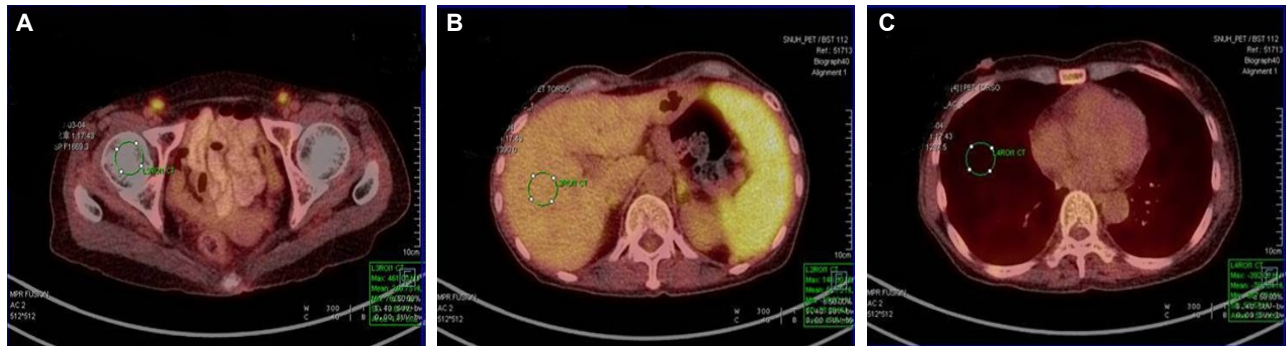


Fig. 3. (A, B, C) Each ROI is set 4.5 cm² in bone, liver, lung and recorded maximum and mean SUV.

Table 1. Characteristics of max SUV according to patient's BMI

Study	Mean±SD		
	Bone	Liver	Lung
Underweight	0.66±0.15	1.64±0.16	0.69±0.33
Normalweight	0.78±0.35	2.06±0.34	0.54±0.17
Overweight	0.77±0.21	2.19±0.21	0.62±0.23
Obese	1.00±0.44	2.52±0.21	0.83±0.29
Extremely obese	1.53±0.38	2.74±0.40	1.03±0.30

Table 2. Characteristics of mean SUV according to patient's BMI

Study	Mean±SD		
	Bone	Liver	Lung
Underweight	0.37±0.45	1.31±0.13	0.28±0.09
Normalweight	0.41±0.22	1.62±0.26	0.28±0.07
Overweight	0.46±0.15	1.84±0.33	0.36±0.13
Obese	0.61±0.26	1.99±0.16	0.44±0.09
Extremely obese	0.88±0.24	2.11±0.33	0.65±0.27

결 과

BMI에 따라 분류한 다섯 가지 그룹에 대하여 SUV_{bw}를 기준으로 한 SUV_{bsa}의 차이를 비교한 결과 SUV_{max}는 bone에서 저체중, 정상, 과체중, 비만, 고도비만 순서대로 각각 0.66±0.15, 0.78±0.35, 0.77±0.21, 1.00±0.44, 1.53±0.38이었다. Liver에서는 동일한 순서대로 각각 1.64±0.16, 2.06±0.34, 2.19±0.21, 2.52±0.21, 2.74±0.40이었으며, lung의 경우 0.69±0.33, 0.54±0.17, 0.62±0.23, 0.83±0.29, 1.03±0.30으로 분석되었다(Table 1). 그리고 SUV_{mean}은 bone에서 위 순서대로 각각 0.37±0.45, 0.41±0.15, 0.46±0.15, 0.61±0.26, 0.88±0.24이었고, liver에서는 1.31±0.13, 1.62±0.26, 1.84±0.33, 1.99±0.16, 2.11±0.33이었으며, lung의 경우 0.28±0.09, 0.28±0.07, 0.36±0.13, 0.44±0.09, 0.65±0.27으로 나타났다(Table 2).

Table 1, 2는 각각의 관심영역에 따른 SUV_{max}과 SUV_{mean}의

환자 70명에 대한 평균±표준편차를 보여주고 있다. 환자의 BMI가 커질수록 SUV_{bw}와 SUV_{bsa}의 차이가 증가함을 보이며 SUV_{mean}보다 SUV_{max}에서의 차이가 더 많이 나타났다.

결 론

SUV를 측정하는 대표적인 방법으로는 체중을 이용한 SUV_{bw}와 체표면적을 이용한 SUV_{bsa}가 있다. 현재 본원에서는 가변성을 최소화할 수 있는 SUV_{bw} 측정방법을 이용하고 있고 비만율이 높은 서양에서는 체형이 큰 환자들의 과측정을 최소화 할 수 있는 SUV_{bsa}를 선호하고 있다. 환자의 BMI에 따른 SUV_{bw}와 SUV_{bsa}를 비교하여 상관관계를 비교분석해 본 결과 환자의 체질량 지수가 증가함에 따라 SUV_{bw}와 SUV_{bsa}의 차이가 증가함을 알 수 있었다. Liver에서의 차이는 bone과

lung에 비해 상대적으로 높았고, bone과 lung에서는 유의한 차이는 없었다. 따라서 SUV를 산출하는 방법에 따라 오차가 발생할 가능성이 있으므로, 체중의존성을 줄이기 위해 임상에서는 실정에 맞게 적용하여 시행해야 할 것으로 사료된다. 이번 연구에서의 한계점으로는 같은 환자를 대상으로 follow-up하여 진행하지 않고 70명을 대상으로 제한한 것이다. 따라서 같은 환자에서 시간 간격을 두고 여러 번 시행하는 검사를 하여 재현성을 평가하면 체중에 따른 의존성을 개선할 수 있을 뿐만 아니라, 향후 더욱 더 기능적이며 생리적인 PET/CT 척도를 개발하는데 도움이 될 것이다.

요 약

PET/CT 검사에서 정량적 지표로 이용되는 SUV를 측정하는 방법 중 SUV_{bw} 와 SUV_{bsa} 를 환자의 BMI에 따라 비교하여 상관관계를 분석하였다. 실험을 위해 사용된 PET/CT scanner는 본원에서 사용하고 있는 Biograph mCT 40 (Siemens, Germany)이다. ROI는 bone, liver, lung에 각각 4.5 cm^2 면적으로 그렸으며 Syngo.via VA11A를 사용하여 SUV_{max} 와 SUV_{mean} 을 구하였다. 70명의 환자를 대상으로 시행한 PET/CT 영상

으로 SUV_{bw} 와 SUV_{bsa} 를 비교 분석한 결과 환자의 BMI가 커질수록 SUV_{bw} 와 SUV_{bsa} 의 차이가 증가함을 보이며 SUV_{mean} 보다 SUV_{max} 에서의 차이가 더 많이 나타났다. Liver에서의 차이는 bone과 lung에 비해 상대적으로 높았고, bone과 lung에서는 유의한 차이는 없었다. 따라서 SUV를 산출하는 방법에 따라 오차가 발생할 가능성이 있으므로, 체중의존성을 줄이기 위해 임상에서는 실정에 맞게 적용하여 시행해야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. 고창순, 핵의학. 제 3판. 고려의학 2008;63.
2. Thie JA. Understanding the standardized uptake value, its methods, and implications for usage. J Nucl Med 2004;45:1431-1434.
3. Chun K Kim, Naresh C Gupta, B Chandramouli, Abass Alavi. Standardized uptake values of fdg: body surface area correction is preferable to body weight correction. J Nucl Med 1994;35:164-167.
4. J Hodgdon, M Beckett. Prediction of percent body fat for U.S. Navy men and women from body circumferences and height. Naval Health Research Center, San Diego: Cal 1984;84-29, 84-11.