

The Effectiveness of CT and MRI Contrast Agent for SUV in 18F-FDG PET/CT Scanning

Sangyoung Cha,^{1,2} Yonggwi Cho,² Yongki Lee,³ Jongnam Song,¹ Namgil Choi^{1,*}

¹Department of Radiological Science, Dongshin University

²Department of Nuclear Medicine, Inha University Hospital

³Department of Neuroscience Research Institute Gachon University

Received: March 18, 2016. Revised: June 24, 2016. Accepted: June 30, 2016

ABSTRACT

In this study, among various factors having influence on SUV, we intended to compare and analyze the change of SUV using CT(4 type) and MRI(3 type) contrast agents which are commercialized now.

We used Discovery 690 PET/CT(GE) and NEMA NU2 - 1994 PET phantom as experimental equipment. We have conducted a study as follows; first, we filled distilled water to phantom about two-thirds and injected radioisotope(18F-FDG 37 MBq), contrast agent. Second, we mixed CT contrast agent with distilled water and MRI contrast agent with that water separately. And then, we stirred the fluid and filled distilled water fully not to make air bubble.

In emission scan, we had 15minutes scanning time after 40 minutes mixing contrast agent with distilled water. In transmission scan, we used CT scanning and its measurement conditions were tube voltage 120 kVp, tube current 40 mA, rotation time 0.5 sec, slice thickness 3.27 mm, DFOV 30 cm. Analyzing results, we set up some ROIs in 10th, 15th, 20th, 25th, 30th slice and measured SUVmean, SUVmax.

Consequently, all images mixed 3 types of MRI contrast agent with distilled water have high SUVmean as compared with pure FDG image but there was no statistical significance. In SUVmax, they have high score and there was statistical significance. And other 4 images mixed 4 types of CT contrast agent with distilled water have significance in both SUVmean and SUVmax.

Attenuation correction in PET/CT has been executed through various methods to make high quality image. But we figured out that using CT and MRI contrast agents before PET/CT scanning could make distortion of image and decrease diagnostic value. In that reason, we have to sort out the priority of examination in hospital not to disturb other examination's results. Through this process, we will be able to give superior medical service to our customers.

Keywords: Contrast Agents, SUV, PET/CT

I. INTRODUCTION

1895년 독일의 물리학자 Roentgen이 크룩스관으로 진공관내 전기방전 실험을 하다가 우연히 발견한 방사선은 산업과 농업뿐만 아니라 의료에 이르기까지 다양하게 인류에 공헌하고 있다.^[1]

그동안 임상의학에서 질병의 진단은 방사선을 이용

한 영상진단의학에 의한 해부학적 진단이 주를 이루었으나, 방사성동위원소를 추적자로 사용하여 인체의 형태학적 정보와 장기와 조직의 기능 및 대사 변화를 분석할 수 있는 특이한 성질을 이용한 핵의학 영상기술이 발전하고 있다. 양전자방출단층촬영법(positron emission tomography, PET)은 1970년 Ter-Pogossian 등이 처음으로 개발 하였고, 우리나라에 1986년 원자력병원에 설치되어 핵의학 영상진단 분야인 단일광자전산화

단층촬영법(single photon emission tomography, SPECT)과 함께 급속도로 성장하였다.^[2] PET은 방사성동위원소를 추적자로 사용하여 인체의 장기나 조직에 대한 대사를 측정하여 각종 뇌질환과 심장질환 및 중앙 질환 등의 대사 이상을 조기에 진단 평가할 수 있다. 특히 투여된 방사성동위원소가 체내에서 대사과정을 통해 섭취되는 정도를 정량적지표인 표준섭취계수(standardized uptake value, SUV)를 이용하여 종양을 간접적으로 평가할 수 있어 임상적 진단의 가치를 한층 높이고 있다.^[3] 이처럼 첨단 의료장비와 새로운 방사성의약품 개발로 핵의학적 진단영상분야는 매우 급속히 발전하고 있는 가운데 CT나 MRI 장치의 높은 공간분해능에 비하여 PET장치는 영상의 질이 떨어지는 결점으로 나타났다. 이러한 결점을 개선하기 위해 PET정보와 CT 정보를 한번에 수집한 융합영상(fusion images)이 가능한 양전자단층촬영/전산화단층촬영(PET/CT) 와 양전자단층촬영/자기공명영상(PET/MRI) 장치가 개발되어 우수한 해부학적 정보와 분해능으로 병소부위를 보다 정확하게 진단할 수 있게 되었다.^[4]

또한 현재 임상에서는 질병의 발견뿐만 아니라 정확한 위치와 모양을 파악하기 위해 정맥용 조영제를 사용하여 대조도 차이를 증강시켜 병변의 발견율을 높이고 있다.^[5] 지금까지 보고된 선행 연구들을 종합해 보면 조영제 사용이 PET/CT 촬영에서 정량적 지표인 SUV의 영향에 있어서 다양한 의견을 제시하였다. G. Antoch et. al.^[6]은 조영제 사용으로 PET 영상에서 감쇠보정시 과보정에 의한 SUV에 영향을 주게 된다고 하였으며, 정영진 등^[7]은 환자에서 정맥용 조영제 사용 결과 PET/CT 촬영 시 병변과 정상조직과의 SUV 차이가 적어 임상적 판독에 큰 영향을 주지 않는다고 보고하는 등 일관된 결과를 보이지 않았다.

따라서 본 연구는 PET/CT 검사에서 정량분석에 영향을 주는 인자 중 현재 상품화된 CT 검사에서 사용하는 요오드계열 조영제와 MRI 검사에서 사용하는 가도부트롤과 메글루민가도테레이트 계열 조영제의 각 성분

II. MATERIAL AND METHODS

1. 대상 및 사용장비

연구에 사용한 MRI 조영제는 Fig. 1과 같이 가도부트롤(Gadobutrol)이 주성분인 한 종류의 조영제 (a)와 메글루민가도테레이트(Meglumine Gadoterate)를 주성분으로 하는 2 종류의 조영제 (b, c)를 사용하였다. CT 조영제는 Fig. 2와 같이 이오버솔(Iversense, Optiray) (a, b) 2 종류, 이오헥솔(Bonorex) (c) 1 종류, 이오파미돌(Pamiray) (d) 1 종류가 사용되었다. 가도부트롤의 성인에서의 권장 용량은 0.1 mmol/kg BW(체중)로 이는 1.0 M 용액 0.1 ml/kg 와 동등하다. 메글루민가도테레이트의 성인에서의 권장 용량은 0.1 mmol/kg(0.2 ml/kg)로 CT 조영제의 성인에서의 권장 용량은 CT 조영 증강을 위해선 50 ml ~ 150 ml의 용량이 사용되며, 이오파미돌만이 0.5~2.0 ml/kg을 권장하였다. 따라서 팬텀(phantom) 속에 조영제의 용량은 제조사의 권장용량을 참고하여 팬텀속에 주입하였다.

사용된 방사성의약품은 F-18 2-fluoro-2-deoxyglucose (FDG)이며, 촬영은 Discovery-690 (D-690, General Electric Medical Systems, GEMS, Milwaukee, WI) PET/CT scanner로 하였다.



(a) Gadovist

(b) Dotarem



(c) Uniray prefield Inj.

Fig. 1. MRI contrast agents.



Fig. 2. CT contrast agents.

2. 방법

2.1 Phantom 교반 및 제작과정

연구에 사용된 팬텀은 Fig. 3에서 나타낸 것처럼 NE MA NU2-1994 PET phantom으로 팬텀에 증류수 2/3를 채워 넣은 후 방사성동위원소(18F-FDG 37 MBq)와 MRI 및 CT 조영제를 각각 팬텀에 고르게 교반하고 다시 증류수를 가득 채웠다. 그리고 조영제의 용량은 성인 평균 몸무게인 70 kg을 기준으로 제조사의 투여용량에 따라 MRI 조영제인 Dotarem 14 ml, Uniray 14 ml, Gadovist 7 ml를, CT 조영제인 Bonorex_300, Optiray_320, Iversens_350, Pamiray_370를 각각 140 ml씩 넣었다.

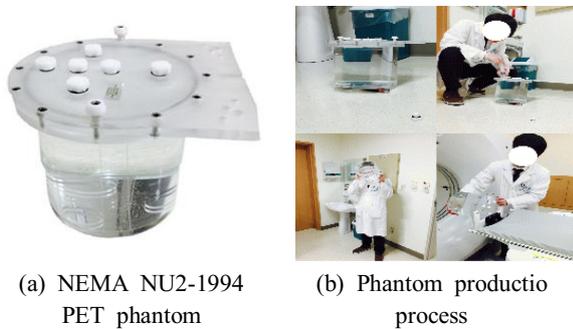


Fig. 3. Phantom and production process.

2.2 영상획득 및 조건

영상획득은 방사성동위원소 투여시점으로부터 40분에 투과스캔은 CT로 관전압 120 kVp, 관전류 40 mA, 회전시간 0.5 sec, 단면두께 3.27 mm, DFOV 30 cm의 조건으로 스캔하였고, PET/CT의 방출스캔은 Matrix size 256×256으로 15분 동안 스캔하였다. 영상의 재구성은 VUE Point HD방식으로 iteration 4, subset 24, cutoff 4.0 mm, zoom 2 : 0의 조건으로 영상을 재구성하였다.

2.3 분석방법

획득한 팬텀영상의 정량분석은 각각 10, 15, 20, 25, 30번째 slice에서 1개의 region of interest(ROI)를 설정하여 각각 SUV의 SUVmean, SUVmax를 구하였고 Fig. 4와 같다. 통계프로그램은 SPSS(Statistical Package for Social Science) 21.0을 이용하여 대응표본 t 검정으로 분석 하였으며, 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 에서 검증하였다.

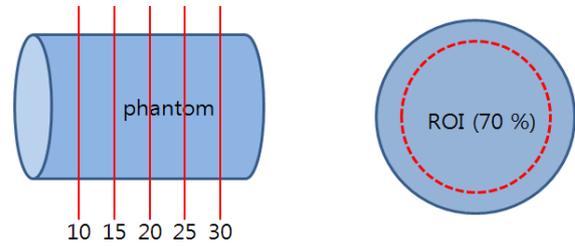


Fig. 4. Measuring SUV of ROIs.

III. RESULT

1. MRI 조영제에 대한 결과

FDG만을 주입한 팬텀과 MRI 조영제를 추가 주입한 팬텀을 각각 10회 촬영하였다. 팬텀에 FDG만을 주입하여 측정된 최대 섭취계수(SUVmax), 평균 섭취계수(SUVmean)은 1.13 ± 0.00 , 1.11 ± 0.15 이었다.

FDG에 가도부트롤을 주 성분으로 하는 Uniray조영제를 추가 주입 하였을 때의 SUVmean는 1.09 이었고, 메글루민가도테이트를 주성분으로 하는 Gadovist와 Dotarem조영제를 추가 주입하였을 때의 SUVmean는 각각 1.14, 1.13 이었다. 또한 FDG와 MRI 조영제를

주입한 팬텀의 SUV_{mean}에서는 통계적으로 유의한 결과가 나타나지 않았으나 SUV_{max}에서는 유의한 결과가 관찰되었다(p<0.005)(Table 1-1~2).

Table 1-1. Comparison of the SUV_{max} obtained by attenuation correction using FDG and MRI contrast agents (dependent t-test; p<0.005)
(Unit : g/ml SUVbw)

	N	SUV _{max}	p-value
FDG	10	1.13±0.00	
FDG+Uniray	10	1.16±0.01	.000
FDG+Gadovist	10	1.22±0.02	.000
FDG+Dotarem	10	1.20±0.00	.000

Table 1-2. Comparison of the SUV_{mean} obtained by attenuation correction using FDG and MRI contrast agents (dependent t-test; p<0.005)
(Unit : g/ml SUVbw)

	N	SUV _{mean}	p-value
FDG	10	1.11±0.15	
FDG+Uniray	10	1.09±0.04	.062
FDG+Gadovist	10	1.14±0.06	.070
FDG+Dotarem	10	1.13±0.04	.060

2. CT 조영제에 대한 결과

FDG를 주입한 팬텀에 CT 조영제를 추가 주입하여 각각 10회 촬영한 결과, 밀도가 300, 320, 350, 370 mg I/ml이었을 때 나타난 조영제의 SUV_{mean}은 각각 1.45±0.01, 1.42±0.00, 1.40±0.00, 1.50±0.00이었다. 이에 4종류 조영제를 첨가된 팬텀 모두 FDG만을 주입한 팬텀보다 높은 값을 보여 통계적으로 유의한 결과를 보였다(p<0.005)(Table 2-1~2).

Table 2-1. Comparison of the SUV_{max} obtained by attenuation correction using FDG and CT contrast agents(dependent t-test; p<0.005)
(Unit : g/ml SUVbw)

	N	SUV _{max}	p-value
FDG	10	1.13±0.00	
FDG+Pamiray_370	10	1.40±0.01	.000
FDG+Iversens_350	10	1.42±0.00	.000
FDG+Opitiray_320	10	1.44±0.00	.000
FDG+Bonorex_300	10	1.46±0.00	.000

Table 2-2. Comparison of the SUV_{mean} obtained by attenuation correction using FDG and CT contrast agents (dependent t-test; p<0.005)
(Unit : g/ml SUVbw)

	N	SUV _{mean}	p-value
FDG	10	1.11±0.15	
FDG+Pamiray_370	10	1.38±0.01	.000
FDG+Iversens_350	10	1.40±0.00	.000
FDG+Opitiray_320	10	1.42±0.00	.000
FDG+Bonorex_300	10	1.45±0.00	.000

3. FDG의 최대 섭취계수에 대한 결과

임상에서 사용되는 조영제의 종류에 따라 PET/CT 촬영 시 정량분석에 미치는 영향은 Fig. 5와 같이 조영제를 사용하지 않을 때 보다 CT/MRI 조영제 모두 높게 측정되었으며, 특히 CT 조영제가 1.40±0.01, 1.42±0.00, 1.44±0.00, 1.46±0.00으로 MRI 조영제 1.16±0.01, 1.22±0.02, 1.20±0.00 보다 현저하게 높았다.

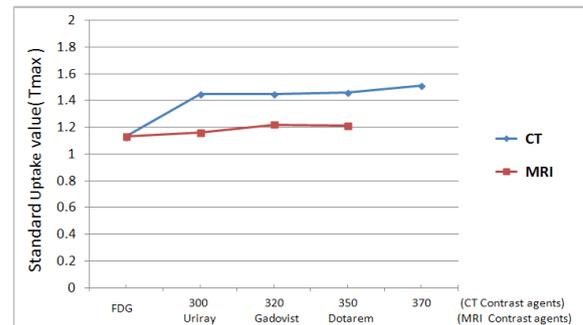


Fig. 5. The difference in maximum SUVs between the FDG and Contrast agents(CT/MRI).

IV. DISCUSSION

오늘날 의료기관을 내원하는 고객은 불필요한 이동 시간과 대기시간을 줄이고 고객중심 의료서비스를 위해 진료에서 부터 각각의 검사에 이르는 모든 과정을 one stop service를 요구하고 있다. 이러한 의료 환경에서 최신 의료기술과 기기의 발달로 진단이 어려웠던 다양한 질병들도 조기진단과 정확한 임상결과가 가능해졌다. 그 중 우리 몸속의 복잡한 장기들의 더욱 선명한 영상을 얻기 위해 영상의학에서는 여러 종류의 조영제를 사용하고 있다. 현재 사용되는 조영제의 종류는

임상적 진단목적에 따라 소화기계통 사용되는 고밀도의 바륨(Barium) 조영제, CT에 사용되는 요오드(Iodine) 조영제, MRI에 사용되는 상자성(paramagnetic) 조영제 등 성분과 밀도가 매우 다양하다.

그러나 핵의학 영상검사 중 PET/CT는 조영제를 사용했을 때 사용하지 않을 때보다 심장과 폐, 간에서 SUV_{Vmax}, SUV_{mean} 모두 높은 결과로 영상의 왜곡에 의한 정량분석에 영향을 준다고 보고하였다.^[8]

PET은 방사성의약품을 이용하여 인체 내의 생리·화학적 대사과정을 정량화하는 분자영상의학의 한 분야로서 영상의 정확도를 위해 감쇠 보정은 반드시 필요하다. 이러한 감쇠보정(attenuation correction)은 다양한 방법으로 시행되고 있지만 PET/CT에서는 CT의 투과영상을 얻어 이를 보정하여 균일하고 정확한 영상을 획득하게 된다.

그동안 선행 연구들을 통해 여러 종류의 조영제가 PET 영상에서 감쇠보정 시 영향을 주는 인자와 영향을 주지 않는 인자로 다양한 의견을 제시하고 있어 본 연구에서 현재 임상에 사용되는 조영제 종류와 성분 따라 PET 영상의 감쇠보정 시 어떠한 영향을 주는지 알아보려고 하였고, 이때 환자의 생리적 인자를 배제하기 위해 순수 팬텀을 이용하여 분석하였다. 손혜경 등^[9]은 조영제의 밀도와 분포된 크기 등 CT 영상에 잔존할 경우 이를 이용한 PET 영상의 감쇠보정이 인공산물을 생성할 수 있고, 방출 영상의 질에 영향을 준다고 하였다. 특히 그는 종양에서 조영제의 저 감쇠가 감쇠보정한 방출영상에서 종양의 세기를 감소시킨다고 하였다. Yau YY et. al.^[10]은 요오드 조영제를 사용한 CT 영상으로 보정한 PET영상에서 정상조직의 SUV가 높게 측정되어 종양 대비 주변 조직의 비가 감소로 종양의 발견율이 상대적으로 감소된다고 하였다. 본 연구 결과에서도 조영제를 첨가하지 않은 FDG 영상 SUV_{max} 1.13±0.00보다 요오드가 함유된 조영제인 Bonorex-300 mg I/ml, Opitray-320 mg I/ml, Inversens-350 mg I/ml, Pamiray-370 mg I/ml를 사용한 영상에서 정량분석 결과 각각 SUV_{max} 1.46±0.00, SUV_{max} 1.44±0.00, SUV_{max} 1.42±0.00, SUV_{max} 1.40±0.01으로 측정되어 통계적 유의한 결과로(p<0.05) 선행 연구와 상응하는 결과를 얻었다.

조은희 등^[11]은 동물실험(Mouse)에서 CT 조영제(Ultr

avist)와 MRI 조영제(Fenestra LC, Dotrem, HMON, Feridex)를 이용하여 PET 영상의 장기별(Kidney, Liver, Brain, Heart) 감쇠 보정에 영향을 주는 인자에서 순수한 FDG 영상과 비교 시 CT 조영제를 사용한 영상은 심장에서 유의한 차이가 있었고, MRI 조영제를 사용한 영상에서는 신장, 간, 뇌에서 각각 유의한 차이가 있다고 보고하였다. 김재일 등^[12]은 MRI 조영제인 도타렘(Dotare)을 주입 전후 실험한 결과 조영제를 주입한 영상에서 MRI 신호 강도는 증가하였으나, 이것이 전신 PET/MRI 영상에서 감쇠 보정에 의한 미미한 차이가 발생되었지만 영상에 미치는 영향은 거의 없었다.

그러나 본 연구에서 조영제를 첨가하지 않은 FDG 영상의 SUV_{max} 1.13±0.00와 MRI 조영제인 Uriray, Gadovist, Dotarem을 첨가한 영상을 각각 비교 시 SUV_{mean}는 큰 차이는 없었지만, SUV_{max}는 모두 1.16±0.01, 1.22±0.02, 1.20±0.00으로 통계적 유의한 결과를 얻었다(p<0.05). 따라서 요오드 조영제를 추가 주입한 팬텀에서 높은 SUV_{max}가 측정되는 원인은 PET-CT의 영상 보정효과와 밀접한 연관이 있을 것으로 여겨진다. 즉, PET-CT의 영상 재구성에는 CT를 이용한 attenuation map을 이용하여 영상을 보정하게 된다. 팬텀의 attenuation map을 얻기 위해 CT를 촬영할 때 조영제를 추가 주입한 팬텀의 CT 투과량이 낮아지게 되며, X-ray의 감약계수가 큰 attenuation map을 얻게 된다. 이로 인해 PET의 영상 재구성 과정에서 과보정이 이루어지며 FDG만을 주입한 팬텀보다 큰 SUV_{max}를 얻게 된다.

또한 상자성, 초상자성 조영제를 추가 주입한 팬텀에서는 신호 강도가 증가함에도 PET 영상의 감쇠 보정에 영향이 적은 이유는 MRI 신호가 어떤 특정한 역치값을 넘게 되면 연부조직으로 인식하기 때문이다. 그렇지만 연구 결과 MRI 조영제를 첨가한 영상에서 순수 FDG 영상 보다 다소 차이가 발생되어 SUV_{mean}에는 유의한 차이가 없더라도 SUV_{max}에서 유의성이 입증 되는데 MRI 조영제에 대한 감쇠보정 영향인자는 추후 다양한 임상연구가 필요할 것이라 사료된다.

V. CONCLUSION

PET/CT는 방사성동위원소를 사용하여 각종 뇌질환 및 심장질환을 진단 평가할 수 있을 뿐 아니라 표준섭취계수를 이용하여 종양을 진단, 평가할 수 있어 임상

적으로 유용하게 사용되고 있다. 그러나 PET/CT는 낮은 공간분해능으로 인하여 병소부위를 정확하게 진단하기에는 충분하지 못한 해부학적 정보를 제공하며, 이로 인해 CT와 MRI 등 기타 추가적인 영상검사를 해야 하는 불편함이 있다. 이러한 환경 때문에 의료기관들은 고객의 맞춤형 의료서비스를 위해 복잡하고 다양한 검사들을 효율적으로 제공하기 위해 one stop service 시스템을 제공하여 고객의 편의를 도모하고 있다. 그러나 고객 편의를 위한 one stop service로 진료 당일 여러 검사를 시행하게 되지만 선행되는 조영제를 이용한 검사로 타 검사에 영향을 미친다면 오히려 좋지 않은 결과를 초래할 것이다.

본 연구 결과로부터 현재 임상에서 사용하는 요오드 조영제나 상자성 또는 초상자성 조영제 모두가 PET/CT 영상의 감쇠 보정에 영향을 주는바, 진료 당일 여러 종류의 검사를 시행하기 전 반드시 선행되어야 할 검사를 선별하여 각각의 검사에 서로 영향을 주지 않도록 주의를 기울여야 할 것이다. 따라서 의료 환경이 전문화되고 다각화되는 현실에서 고객의 편의를 위한 의료서비스가 오히려 각각의 검사에 영향을 주지 않도록 하여 보다 정확한 의료정보를 제공하는 것이 주변 의료기관 보다 경쟁력을 갖게 될 것이며, 이는 고객의 재이용률을 높이는 요인이 될 것으로 사료된다.

Reference

- [1] Y. G. Kang, *Radiation protection and safety*, Chunggu Publishing Co., pp. 1-11, 2004.
- [2] J. K. Jung, M. C. Lee, *Nuclear Medicine 3th*, Korea Medicine Publishing Co., pp. 1-7, 2008.
- [3] H. Y. Lee, "The analysis of ¹⁸F-FDG PET/CT Images According to the Time Flow," *Journal of the Korea Society of Radiology*, Vol. 6, No. 1, pp. 47-51, 2012.
- [4] S. O. Park, S. M. An, K. R. Yu, M. G. Lee, S. S. Jang, K. S. Lee, H. J. Kim, H. J. Yang, S. J. Pyo, T. H. Choi, *Nuclear medicine science*, Daihaks Publishing Co., pp. 179-207, 2011.
- [5] G. Antoch, L. S. Freudenberg, T. Beyer, A. Bockisch, J. F. Debatin, "To enhance or not enhance 18F-FDG and CT contrast agents in dual-modality 18F-FDG PET/CT," *Journal of Nuclear Medicine*, Vol. 45, No. 1, pp. 56-65, 2004.
- [6] G. Antoch, L.S. Freudenberg, T. Egelhof, J. Stattaus, W. Jentzen, JF. Debatin, "A potential artifact in contrast enhanced dual-modality PET/CT scan," *Journal of Nuclear Medicine*, Vol. 43, No. 1, pp. 1339-1345, 2002.
- [7] Y. J. Jeong, D. Y. Kang, "The Effect of Intravenous Contrast on SUV Value in 18F-FDG PET/CT using Diagnostic High Energy CT," *Korea Journal of Nuclear Medicine*, Vol. 40, No. 3 suppl, 169s-175s, 2006.
- [8] S. J. Lee, H. H. Park, S. R. An, S. H. Oh, G. H. Nam, H. S. Yim, J. S. Kim, C. H. Lee, "A Comparative Study of the Standard Uptake Values of the PET Reconstruction Methods; Using Contrast Enhanced CT and Non Contrast Enhanced CT," *Korea Journal of Nuclear Medicine*, Vol. 12, No. 3, pp. 235-240, 2008.
- [9] H. K. Son, "Impact of physical factors for attenuation correction in quantitative positron emission tomography images," Graduate School, Yonsei University, pp. 10-81, 2005.
- [10] YY. Yau, WS. Cha, YM. Tam, P. Vernon, S. Wong, M. Coel M, "Application of intravenous contrast in PET/CT: dose it really introduce significant attenuation correction error?," *Journal of Nuclear Medicine*, Vol. 46, pp. 283-291, 2005.
- [11] E. H. Cho, "The Effect of MRI&CT Contrast Agents on PET Quantification," Graduate School, Korea University, pp. 13-40, 2012.
- [12] J. I. Kim, I. S. Kim, H. J. Lee, J. E. Kim, "Effect of MRI Media Contrast on PET/CT," *Korea Journal of Nuclear Medicine*, Vol. 18, No. 1, pp. 19-25, 2014.

^{18}F -FDG PET/CT 검사에서 정량분석에 관한 CT와 MRI 조영제의 효과

차상영^{1,2}, 조용귀², 이용기³, 송종남¹, 최남길^{1,*}

¹동신대학교 방사선학과

²인하대학병원 핵의학과

³가천대학교 뇌과학연구소

요 약

PET/CT 촬영에서 정량분석에 영향을 주는 다양한 인자 중 현재 상품화된 CT 조영제와 MRI 조영제의 종류별 각 성분의 특성에 따른 SUV의 변화를 비교·분석하고자 하였다.

실험장비는 Discovery 690 PET/CT(Ge)와 NEMA NU2- 1994 PET phantom를 이용하였고, 팬텀에 증류수 2/3를 채워 넣은 후 방사성동위원소(^{18}F -FDG 37 MBq)와 각각의 CT와 MRI 조영제를 순차적으로 주입하여 팬텀을 고르게 교반하고 다시 증류수를 가득 채운 후 기포가 생기지 않게 하였다.

방출스캔은 FDG 또는 FDG와 혼합한 조영제를 넣고 40분에 15분 동안 스캔하였으며, 투과스캔은 CT로 관전압 120 kVp, 관전류 40 mA, 회전시간 0.5 sec, 단면두께 3.27 mm, DFOV 30 cm의 조건으로 스캔하였다. 분석방법으로 정량분석은 각각 10, 15, 20, 25, 30번째 slice에서 region of interest (ROI)를 설정하여 각각 SUVmean, SUVmax를 구하였다.

결과적으로 순수 FDG 영상과 비교에서 MRI 조영제를 혼합한 3종류의 영상 모두에서 SUVmean 가 높게 측정되었으나 통계적 유의성은 없었고, SUVmax 에서는 유의한 결과를 얻었다. 또한 4종류의 CT 조영제 영상은 SUVmean, SUVmax 모두 유의한 결과를 얻었다.

PET/CT는 영상의 정확도를 위해 감쇠 보정은 다양한 방법으로 시행되고 있지만 CT와 MRI 조영제는 감쇠보정 시 영상의 왜곡에 의한 진단적 가치를 저하시킬 수 있다. 이러한 이유로 진료 당일 여러 종류의 검사를 시행하기 전 반드시 선행되어야 할 검사를 선별하여 서로 영향을 주지 않도록 함으로서 고객에게 차별화된 양질의 의료서비스를 제공해야 한다.

중심단어: 조영제, 표준섭취계수, 양전자방출전산화단층촬영