

간동맥 화학 색전술에 사용하는 Lipiodol에 의한 감쇠 오차가 PET/CT검사에서 영상에 미치는 영향 평가

삼성서울병원 핵의학과

차은선 · 홍건철 · 박 훈 · 최춘기 · 석재동

Evaluating the Impact of Attenuation Correction Difference According to the Lipiodol in PET/CT after TACE

Eun Sun Cha, Gun chul Hong, Hoon Park, Choon Ki Choi and Jae Dong Seok

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

Purpose: Surge in patients with hepatocellular carcinoma, hepatic artery chemical embolization is one of the effective interventional procedures. The PET/CT examination plays an important role in determining the presence of residual cancer cells and metastasis, and prognosis after embolization. The other hand, the hepatic artery chemical embolization of embolic material used lipiodol produced artifacts in the PET/CT examination, and these artifacts results in quantitative evaluation influence. This study, the radioactivity density and the percentage error was evaluated by the extent of the impact of lipiodol in the image of PET/CT.

Materials and Methods: 1994 NEMA Phantom was acquired for 2 minutes and 30 seconds per bed after the Teflon, water and lipiodol filled, and these three inserts into the enough to mix the rest behind radioactive injection with 20 ± 10 MBq. Phantom reconfigure with the iterative reconstruction method the number of iterations for two times by law, a subset of 20 errors. We set up region of interest at each area of the Teflon, water, lipiodol, insert artifact occurs between regions, and background and it was calculated and compared by the radioactivity density(kBq/ml) and the% Difference. **Results:** Radioactivity density of the each region of interest area with the teflon, water, lipiodol, insert artifact occurs between regions, background activity was 0.09 ± 0.04 , 0.40 ± 0.17 , 1.55 ± 0.75 , 2.5 ± 1.09 , 2.65 ± 1.16 kBq/ml ($P < 0.05$) and it was statistically significant results. Percentage error of lipiodol in each area was 118%, compared to the water compared with the background activity 52%, compared with a teflon was 180% of the difference. **Conclusion:** We found that the error due to under the influence of the attenuation correction when PET/CT scans after lipiodol injection performed, and the radioactivity density is higher than compared to other implants, lower than background. Applying the nonattenuation correction images, and after hepatic artery chemical embolization who underwent PET/CT imaging so that the test should be take the consideration to the extent of the impact of lipiodol be. (Korean J Nucl Med Technol 2013;17(1):67-70)

Key Words : Lipiodol, Attenuation correction, Radioactivity density, % Difference

서 론

간세포암(hepatic cell carcinoma, HCC)은 세계적으로 가장 흔한 암이며 간절제나 간이식 같은 수술적 치료를 하는

경우는 HCC환자의 불과 20% 정도이다. 하지만 HCC의 경우 조기에 진단을 받고 종양은 종종 발전된 단계에서 진단되고 있어서 연관된 간 간경변이 상당히 진행되어 있는 경우 수술적 치료를 하는 것을 제한하고 있다. 경감 치료를 시행할 수 없는 HCC 환자는 경동맥간색전술(transhepatic arterial cemo embolization, TACE), 전신 화학 요법, 지방 주입 요법, immunotherapy, 그리고 radiofrequency, 열 절제 요법을 시행하고 있다. 간세포암의 환자가 초기 치료가 충분하지 못한 경우, 수술과 TACE 전에 종양 생존을 정확하

• Received: January 31, 2013. Accepted: April 3, 2013.
• Corresponding author : Eun Sun Cha
Department of Nuclear Medicine, Samsung Medical Center, 50
Irwon-dong, Kangnam-gu, Seoul 135-710, Korea
Tel: 82-2-3410-6283, Fax: 82-2-3410-6284
E-mail: escs.cha@samsung.com

게 평가하는 것이 중요하다.¹⁾

한편 HCC환자의 경우는 ¹⁸F-FDG PET이 제한적으로 진단의 용도로 사용되며 50% 에서 55% 정도의 낮은 민감도를 가진다. 이러한 낮은 민감도는 간세포에서 포도당 인산 가수 분해 효소가 다른 장기에 비해 높은 비율을 보이는 것과 같이 생리학적인 요소를 가지는 것에 한가지 원인이 있다. 또 다른 원인으로 TACE시술후 검사를 하는 경우에는 Lipiodol 물질이 감쇠 보정 오차로 인해서 잔존 가능한 종양 결정에 어려움을 주는 것으로 인하여 부정확한 결과를 초래하는데 영향을 준다고 알려져 있다.²⁾ 이에 본 연구는 Lipiodol을 주입한 TACE 시술 후 PET/CT검사 시 영상



Fig. 1. PET/CT GE Discovery-STE16 (GE Healthcare, Milwaukee, USA) was used for this study.



Fig. 2. NEMA-1994 Phantom (National Electrical Manufacturers Association) was used. The fillable inserts are clear lucites.

에 미치는 감쇠 오차 및 영향의 정도를 방사능 값과 백분율 오차로 알아보았다.

실험재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용된 장비는 PET/CT GE Discovery-STE16 장비(GE Healthcare, Milwaukee, USA)이며(Fig. 1), 이 장비는 공간분해능 5.1 mm, 감도는 8.5 cps/KBq, 표시야는 50 cm 이다.

실험에 사용된 NEMA-1994 Phantom은 내부 부피가 총 6047 ml이며, 삽입물을 넣은 경우 1480 ml Phantom 내부에는 Clear Lucite, Hot Sphere, Solid Teflon 원통이 고정되어 있다. 각 삽입물의 내부는 289 ml 이고 외경이 5.08 cm 이다(Fig. 2).

2. 실험 방법

2개의 삽입물 내부를 Lipiodol과 물 289 ml로 채우고, 나머지 부분을 배후방사능으로 20 ± 10 MBq (0.54 ± 0.27 mCi)를 주입하고 충분히 섞은 후 2분 30초/bed data를 획득 하였다(Fig. 3). 이 때 배후 방사능은 5.9 kBq/ml (1.59μ Ci/ml)가 되도록 증류수와 희석했다. CT 영상은 mA 30~170, 140 KV 로 감쇠 보정 영상을 얻고 PET영상은 bed당 2분30초로 2 bed를 얻었다.

재구성 방법은 반복 영상 재구성법으로 반복횟수 2회, 부



Fig. 3. Lipiodol Ultra-Fluid (Iodised Oil) was filled in the NEMA-1994 Phantom's insert.

분 집합 수 20을 적용하였다.

3. 영상 분석

먼저 CT영상에서 Lipiodol 과 Teflon, 물, 인공물 발생부위, 배후 방사능에 관심영역을 설정하고 HU 값을 비교 하였다(Fig. 4).

PET 영상에서 Lipiodol과 Teflon, 물, 인공물 발생부위, 배후 방사능에 관심영역을 설정하고 방사능 값과 백분율 오차를 산출 하여 비교하였다. 이때 관심 영역은 CT를 기준으로 Lipiodol에 의해 형성이 되는 선상인공물 부위를 Bright 와 Dark부위로 나뉘어 추가 설정 하였다. 사용된 통계는 Wilcoxon signed rank test를 사용하였다.

결 과

1. CT 영상 분석

CT HU 값은 Lipiodol과 Teflon, 물, 인공물 발생부위 (Bright, Dark), 배후 방사능에서 평균 3071, 897, 0.16, 44.29, -82.14, -1.43이었다(Table 1).

2. PET 영상 분석

NEMA-1994 Phantom을 이용하여 얻은 영상에서 Teflon, 물, Lipiodol, 삽입물 사이 인공물 발생 부위, 배후 방사능 부위에서 각 영역 중 방사능 값은 0.09 ± 0.04 , 0.40 ± 0.17 , 1.55 ± 0.75 , 2.5 ± 1.09 , 2.65 ± 1.16 kBq/ml ($P < 0.05$)으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Fig. 5). 백분율 오차가 Lipiodol에서 물에 비해 118%이었고, 배후 방사능에 비해서 52%, Teflon에 비해 180%의 차이가 있었다(Table 2).

고 찰

감쇠현상이란 광자가 물질을 투과할 때 광전효과(photoelectric effect) 혹은 콤프턴 산란(Compton scattering) 등의 물리적 현상에 의하여 광자가 흡수되거나 산란되는 현상을 말한다. 광자가 감쇠되는 정도는 광자의 에너지에

반비례하고 투과하는 매질의 원자번호와 전자밀도에 비례한다.

그리하여 매질의 밀도의 차이를 보이는 경우 PET검사의 정확도는 CT에서의 감쇠 보정과 긴밀한 연관이 되어있기 때문에 중요도가 상당하다.³⁾

CT영상에서 HU값이 각 영역 별로 다르게 나오지만

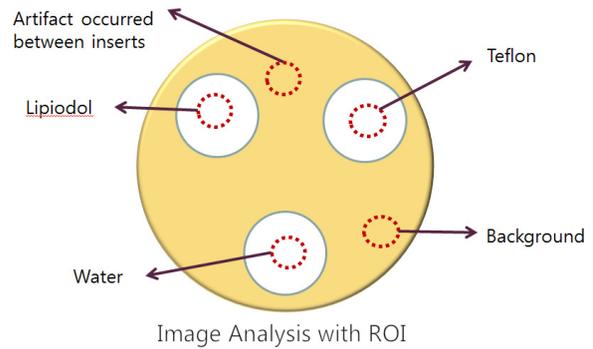


Fig. 4. We set up region of interest at each area of the Teflon, water, lipiodol, insert artifact occurs between regions, and background and it was calculated and compared by the radioactivity density(kBq/ml) and the% Difference.

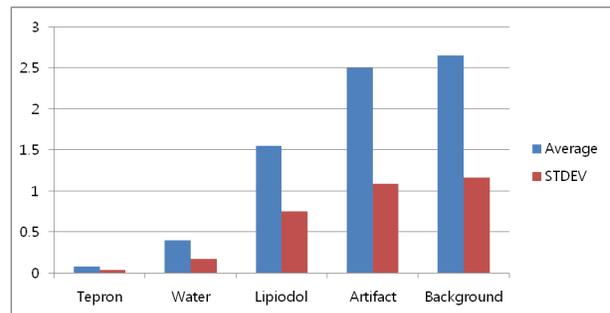


Fig. 5. Radioactivity density of the each region of interest area with the teflon, water, lipiodol, insert artifact occurs between regions, background activity was 0.09 ± 0.04 , 0.40 ± 0.17 , 1.55 ± 0.75 , 2.5 ± 1.09 , 2.65 ± 1.16 kBq/ml ($P < 0.05$) and it was statistically significant results.

Table 2. Percentage difference of lipiodol in each area was 18%, compared to the water compared with the background activity 52%, compared with a teflon was 180% of the difference

Percent Difference		
Water	Background	Teflon
118%	52%	180%

Table 1. CT Hounsfield Units value were measured at the each area

	Teflon	Water	Lipiodol	Artifact_a	Artifact_b	Background
Average	897.86	0.16	3071	44.29	-82.14	-1.43

PET영상에서 그만큼 재현이 되지 않는다.

CT 영상의 각 픽셀에서의 HU값이 감쇠 계수 값으로 치환된다. 이 치환된 값은 방출 영상을 재구성하면서 시행되는 감쇠 보정 시 보정 값으로 이용된다.^{4,5)} 이러한 변환 과정으로 변환 방법의 오차나 여러 가지 오류 값이 발생하게 되는데 이 논문에서는 각 인체를 구성한 물질과 TACE시행시 사용하는 물질, 그리고 대조 인자 등을 통하여 여기에서 보이는 보정오류의 정도를 PET 검사에서 어떻게 나타나는지 몇 가지 인자로 표현해 알아 볼 수 있었다.

감쇠 보정된 PET영상에서는 CT영상에서의 감약 계수의 차이를 보정하여 나타난다.⁶⁾ 이러한 과정에서 오차를 줄일 수 있도록 향후 감쇠 보정 프로그램의 개발을 통하여 PET영상의 신뢰도를 높이는 것이 매우 중요하다고 본다.

결 론

본 논문은 HCC 환자의 경우 Lipiodol 을 색전물질로 중재적 시술을 하는 TACE 후에 PET검사를 할 경우 감쇠 보정 오류의 정도를 CT HU값과 방사능 농도 값과 백분율 오차를 통해 알아 보고자 했다.

Lipiodol을 주입한 후 검사에서 CT로 인한 감쇠 보정의 영향을 받아 오차로 인한 방사능 농도 값이 다른 삽입물에 비해 현저히 높고 배후 방사능보다는 작다는 것을 알 수 있었다. 본 연구를 통하여 감쇠 보정의 오차로 인한 방사능 농도 차이의 정도를 Lipiodol을 기준으로 Teflon 과의 차이, 물과의 차이 정도, 인공물과의 비교를 토대로 확인할 수 있었다.

따라서 Lipiodol과 같은 조영 물질을 사용한 검사에서는 인공물에 대한 영향을 고려해야 하며 임상에서는 감약 보정을 적용하지 않은 영상을 참고해서 검사가 이루어 질 수 있도록 해야 한다.

요 약

급증하는 간세포암 환자에게 간동맥 화학 색전술은 효과적인 중재적 시술 방법 중 하나이다. 이때 PET/CT 검사는 색전 후 잔존 암세포의 존재 및 전이여부와 예후를 판단하는데 중요한 역할을 한다. 한편 간동맥 화학 색전술에 사용되는 색전물질인 Lipiodol은 PET/CT 검사에서 인공물을

생성하고 정량평가에 영향을 준다. 이에 본 연구는 Lipiodol 이 영상에 미치는 영향의 정도를 방사능 값과 백분율 오차로 평가하고자 하였다. 1994 NEMA Phantom에 Lipiodol 과 Teflon, 물을 세 개의 삽입물에 넣고 나머지 부분을 배후 방사능 20±10MBq를 주입하고 충분히 섞은 후 2분 30초 /bed data를 획득 하였다. 재구성 방법은 반복 영상 재구성 방법으로 반복횟수 2회, 부분 집합 수 20을 적용하였으며, Lipiodol과 Teflon, 물, 인공물 발생부위, 배후 방사능에 관심영역을 설정하고 방사능 값과 백분율 오차를 산출 하여 비교하였다.

방사능 값은 Teflon, 물, Lipiodol, 삽입물 사이 인공물 발생 부위, 배후 방사능 부위에서 각 영역 중 방사능 값은 0.09±0.04, 0.40±0.17, 1.55±0.75, 2.5±1.09, 2.65±1.16 kBq/ml (P<0.05)으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 백분율 오차가 Lipiodol에서 물에 비해 118%, 배후 방사능에 비해서 52%, Teflon에 비해 180%의 차이가 있었다. Lipiodol을 주입한 후 검사에서 감약 보정의 영향을 받아 오차로 인한 방사능 농도 값이 다른 삽입물에 비해 현저히 높고 배후 방사능보다는 작다는 것을 알 수 있었다. 따라서 Lipiodol과 같은 조영 물질을 사용한 검사에서는 인공물에 대한 영향을 고려해야 하며 임상에서는 감약 보정을 적용하지 않은 영상을 참고해서 검사가 이루어 질 수 있도록 해야 한다.

REFERENCES

1. Kim HO, Kim JS, Shin YM, et al. Evaluation of Metabolic Characteristics and Viability of Lipiodolized Hepatocellular Carcinomas Using 18F-FDG PET/CT. J Nucl Med 2010;51: 1849-1856.
2. Usefulness of F-18 FDG PET/CT in the Evaluation of Early Treatment Response after Interventional Therapy for Hepatocellular Carcinoma Nuclear Medicine and Molecular Imaging.
3. Ghetti C, Ortenzia O, Serreli G. CT iterative reconstruction in image space : A phantom study Elsevier Ltd.
4. Kinahan PE, Townsend DW, Beyer T, Sashin D, Attenuation Correction for a combined 3D PET/CT scanner. Department of radiology publication 21 July 1998.
5. 차민경. PET/CT에서 CT 감쇠 보정의 정확도에 관한 연구. 고려대학교 의용물리 대학원 논문 2009.
6. 박민수. PET/CT에서의 고관절 삽입물에 의한 인공물과 Metal Artifact Reduction Algorithm의 유용성에 대한 고찰. 대한핵의학기술학회지 vol 16. No. 2, 2012.