

Original Article

PET/CT검사에서 Dose Modulation Technic 적용시 BMI에 따른 선량 감소율 분석

부산대학교병원 핵의학과
김정욱 · 박세윤 · 조영준 · 박종엽

Analysis of Dose Reduction Rate with Dose Modulation Technic Depending on BMI

Jung Wook Kim, Se Yun Park, Young Jun Jo and Jong Yeop Park
Department of Nuclear Medicine, Pusan National University Hospital

Purpose : It is important to reduce radiation dose associated with computed tomography (CT) scanning to as low as reasonably achievable (ALARA). With Dose Modulation Technic, user select a desired image quality and the system adapts tube current to obtain the desired image quality with greater radiation dose efficiency. In this paper, we presents a comprehensive description of fundamentals, clinical applications and radiation dose benefits of Dose Modulation Technic depending on Body Mass Index(BMI). **Materials and Methods :** In this study, 149 patients were examined(The mean age : 58 ± 12.4 years old). Biograph True Point 40 (Siemens, USA) and Gemini TF 64 (Philips, Cleveland) were used for equipment. When we used Care Dose 4D (Siemens, USA) and D-dom (Philips, Cleveland), we measured dose reduction and Computed Tomography Dose Index (CTDI) depending on BMI. Then we analyze data using SPSS Ver.18. **Results :** When we used Care Dose 4D, p-value is considered statistically significant by groups with the result that we compared Care Dose 4D with D-dom. On the other hand, p-value isn't considered statistically significant by groups using D-dom. **Conclusion :** Dose modulation based on the projection angle didn't affect degree of obesity. And When using Care Dose 4D, dose reduction rate in the normal patients were higher than the obese. In this study, there are errors on somato type. So I think more research have to be done. Then application of Dose Modulation technic can help in maintaining acceptable image quality while reducing radiation dose by 20-60% in most instances. (**Korean J Nucl Med Technol 2012;16(2):25-28**)

Key Words : PET/CT, Dose Modulation, BMI

서 론

PET/CT는 인체 내에서 일어나는 다양한 생화학적, 기능적 변화를 영상으로 나타낼 수 있는 핵의학 검사 방법으로 암의 조기 발견 및 전이 여부의 판별, 정확한 위치의 판별이 가능하다. PET의 단점을 보완하고 CT의 장점을 결합하여 PET 검사보다 정확도가 높아짐에 따라 검사 건수가 점차 증

가하는 추세이다. 하지만 최근 방사선 피폭이 의료계뿐만 아니라 사회적으로 하나의 화두가 되면서 국민의 관심이 높아진 상태이다. 비록 Radiation hormesis 이론에 따라 인간에게 있어 적은 양의 방사선은 인체에 이롭다는 관점에서 볼 수도 있지만 최근 적은 방사선량에도 암발생률이 증가한다는 여러 연구들이 발표되고 있다. 이러한 학설들이 뒤집어지기 전까지는 ALARA에 따라 방사선 피폭의 수준을 합리적으로 달성 가능한 한 감소시켜야 할 것이다.¹⁾ 자연스럽게 상대적으로 피폭량이 많은 PET/CT 검사에서도 환자의 피폭량을 줄이기 위한 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히 CT 선량을 감소하기 위하여 관전류, 튜브 회전시간, pitch 등과 같은 여러 가지 인자를 조절하고 있으나 영상의 질을 유지하기 위해

• Received: June 30, 2012. Accepted: September 28, 2012.
• Corresponding author : Jung Wook Kim
Department of Nuclear Medicine, Pusan National University Hospital,
Ami-dong, Seo-ku, Pusan, Korea
Tel: +82-51-240-7770, Fax: +82-51-247-3214
E-mail: bedro1311@hanmail.net

서는 하나의 값의 감소에 따른 또 다른 값의 증가가 동반된다는 한계가 있다. 이러한 문제에 따라 최근에는 임상에서 적용 가능하고 영상의 질의 유지가 동반된 Dose Modulation Technic을 사용하는 소프트웨어가 개발되고 있다. CT에서 방사선량을 감소시키기 위한 가장 효율적인 방법은 환자의 해부학적 구조에 따라 scan parameter를 적용하는 것이라고 할 수 있다.³⁾ 그러므로 Dose Modulation Technic에 대하여 알아보고 Dose Modulation Technic을 사용했을 때 BMI에 따른 각 집단의 방사선량 감소율을 각각 측정하여 임상에서의 유용성과 해부학적 구조에 따른 방사선량 감소율에 대해 연구하고자 한다.

실험재료 및 방법

2012년 2월부터 3월까지 부산대학교병원을 내원한 환자 중 PET/CT Torso scan을 실시한 149명(나이 13~75세, 평균

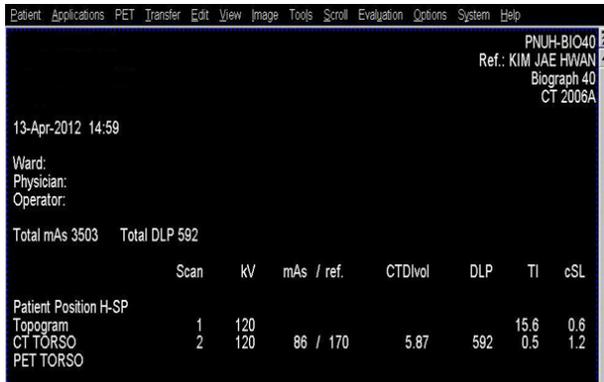


Fig. 1. Image represent dose reduction rate and CTDI using Care Dose 4D.

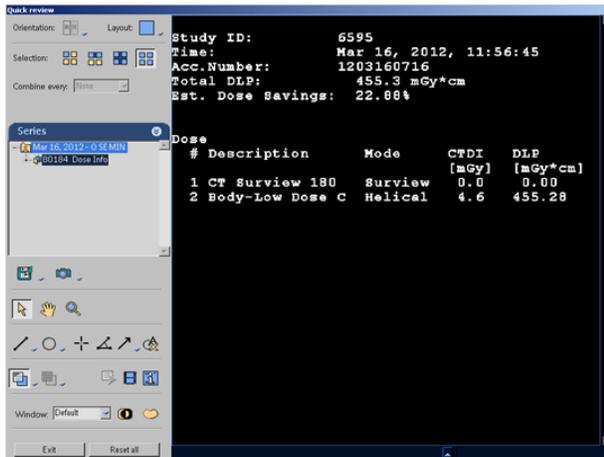


Fig. 2. Image represent dose reduction rate and CTDI using D-dom.

연령 58±12.4세)을 대상으로 하였다. 그리고 BMI에 따라 정상집단, 과체중집단, 비만집단으로 분류하여 선량 감소율을 분석하였다. 정상 공복혈당 150 mg/dl 이상인 사람은 제외하였고 신장을 고려하여 같은 bed수의 환자군만 분석하였다. 장비는 Biograph True Point 40 (Siemens, USA)과 Gemini TF 64 (Philips, Cleveland)를 사용하였고 소프트웨어 프로그램은 환자의 X, Y, Z축과 환자 체적의 적용을 받는 Care Dose 4D와 X, Y축의 적용을 받는 D-dom을 사용하였다. 통계분석 프로그램은 SPSS Ver.18.0을 사용하였고 $p < 0.05$ 를 통계적 유의 수준으로 정하였다. 먼저 환자가 검사하기 전 Care Dose 4D와 D-dom을 활성화시켰다. Care Dose 4D에서는 dose information을 통해 먼저 CTDI를 알 수 있었고 선량 감소율도 알 수 있었다(Fig. 1). 마찬가지로 D-dom을 사용했을 때도 CTDI를 알 수 있었고 reference mAs와 실제 mAs를 알 수 있었다(Fig. 2). 두 값을 계산하여 선량 감소율을 알 수 있었다. 통계분석프로그램은 SPSS Ver.18.0을 사용하였고 $p < 0.05$ 를 통계적 유의 수준으로 정하였다. 일원배치 분산분석을 사용하여 Care Dose 4D와 D-dom에서의 선량 감소율과 CTDI를 각 집단별로 분석하였고 각 집단별 평균 분석을 하였다. 그에 따른 사후검정으로는 Tukey 방법을 사용하였다.

결 과

Care Dose 4D에서의 정상집단, 과체중집단, 비만집단 각각 선량감소율이 53.476±5.474, 49.540±6.606, 42.052±4.948로

Table 1. Comparative analysis of measurements of the 3 groups using Care Dose 4D

| | | Reduction rate | | CTDI |
|--------------|------------|----------------|---------|---------|
| Care Dose 4D | Normal | Mean | 53.4760 | 5.3564 |
| | | S.D. | 5.47436 | 0.62740 |
| | Overweight | Mean | 49.5400 | 5.8180 |
| | | S.D. | 6.60631 | 0.75583 |
| | Obese | Mean | 42.0520 | 6.6816 |
| | | S.D. | 4.94892 | 0.56419 |

Table 2. Comparative analysis of measurements of the 3 groups using D-dom

| | | Reduction rate | | CTDI |
|-------|------------|----------------|---------|---------|
| D-dom | Normal | Mean | 22.7644 | 4.5370 |
| | | S.D. | 1.27517 | 0.09260 |
| | Overweight | Mean | 22.1575 | 4.6150 |
| | | S.D. | 2.03701 | 0.31669 |
| | Obese | Mean | 22.9941 | 4.5244 |
| | | S.D. | 2.05024 | 0.11494 |

나왔고 CTDI는 5.356±0.627, 5.818±0.755, 6.681±0.564로 나왔다(Table 1).

반면에 D-dom에서의 정상집단, 과체중집단, 비만집단 각각 선량감소율은 22.764±1.275, 22.157±2.037, 22.994±2.050로 나왔고 CTDI는 4.537±0.092, 4.615±0.316, 4.524±0.114로 나왔다(Table 2).

Care Dose 4D에서는 BMI에 따라 정상집단, 과체중집단, 비만집단으로 분류하였을 때 정상집단, 과체중집단, 비만집단 순으로 선량 감소율이 높았고 CTDI는 반대순으로 높다는 것을 알 수 있었고, 반면에 D-dom에서는 선량 감소율과 CTDI 모두 각 집단 간에 큰 차이가 없다는 것을 알 수 있었다(Fig. 3, 4). 각 집단 간 선량 감소율은 Care Dose 4D에서는 *p*-value가 0.000으로 통계적으로 유의한 차이가 있었고 D-dom은 *p*-value가 0.284로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 마찬가지로 각 집단 간 CTDI 역시 Care Dose 4D에서는 *p*-value가 0.000으로 통계적으로 유의한 차이가 있었고 D-dom은 *p*-value가 0.226으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

고찰 및 결론

최근에 PET/CT 검사에서 환자의 피폭선량을 줄이기 위한

다양한 방법들이 연구되고 있다. 핵의학 분야에서도 CT영역에서의 선량감소를 위해 여러 가지 방법들이 제시되고 있는데 최근 들어 Dose Modulation Technic의 활용이 부각되고 있다. Dose Modulation Technic에는 각도에 따른 조절, Z축에 따른 조절, 환자 사이즈에 대한 조절이 있다. 각도에 따른 조절은 X-ray 튜브가 환자를 회전하면서 매 투사마다 감쇠 계수에 따라 관전류를 조절하는 기법이고(Fig. 5) Z축에 따른 조절은 환자의 Z축 방향으로 이루어지고 여러 slice에서 같은 image quality를 얻을 수 있게끔 Dose가 조절이 된다(Fig. 6). 그리고 환자 사이즈에 따른 조절은 환자의 체적에 따라 선량이 조절되는 것이다.²⁾

본원에서 사용하고 있는 Care Dose 4D에서는 세 가지 조절 기법을 모두 사용하고 있으며 D-dom에서는 각도에 따른 조절 기법을 사용하고 있다. Care Dose 4D에서는 선량 감소율과 CTDI 모두 집단 간에 유의한 차이가 있었고 정상 환자가 비만 환자보다 피폭 선량이 작다는 것을 알 수 있었다. 결과적으로 Care Dose 4D를 사용하였을 때 BMI가 환자의 선량에 많은 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 반면에 D-dom에서는 유의한 차이가 없는 것으로 보아 각도에 따른 조절이 BMI에 따른 환자의 선량에 영향이 없다는 것을 알 수 있었다. 그리고 D-dom과 달리 Care Dose 4D에서는 집단마다 차이가 있는 것으로 보아 Z축에 따른 조절 또는 환자의 사이

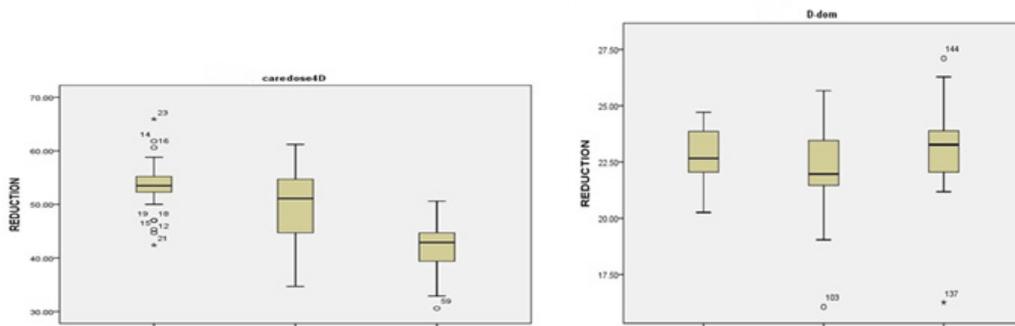


Fig. 3. Analysis of dose reduction by each software.

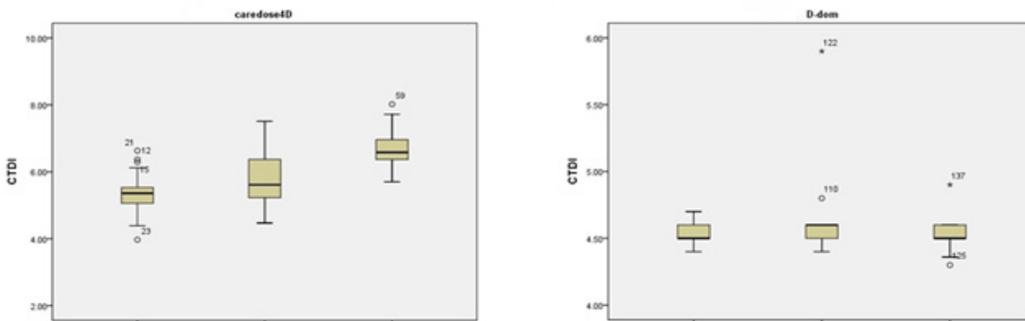


Fig. 4. Analysis of CTDI by each software.

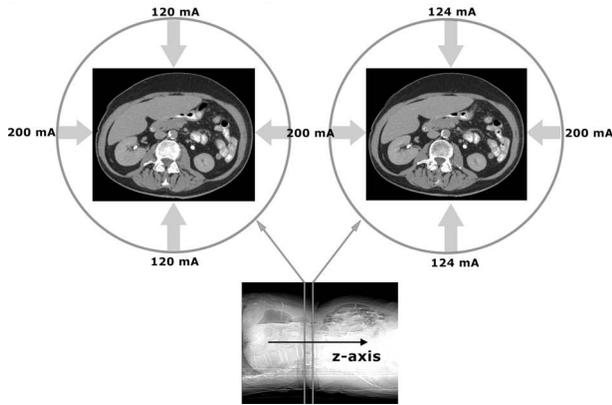


Fig. 5. Angular Modulation.

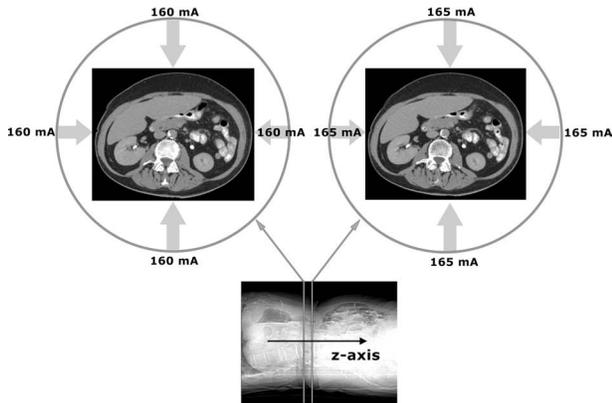


Fig. 6. Z-axis Modulation.

즈에 따른 조절이 BMI에 따른 환자 선량과 관계가 있는 것으로 생각 되어진다. 앞으로 Dose Modulation Technique에 대한 연구가 더욱 활발하게 이루어진다면 환자의 피폭선량과 PET/CT검사가 더욱 효율적으로 이루어질 수 있을 것으로 사료되어진다.

요 약

PET/CT에서의 환자의 피폭선량을 줄이기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 본 연구는 2012년 2월부터 2012년 3월까지 PET/CT검사를 위해 본원 핵의학과에 내원한 환자 149명 (평균연령 58±12.4세)을 대상으로 하였고 장비는 Biograph True Point 40 (Siemens, USA)과 Gemini TF 64 (Philips, Cleveland)를 사용하였다. SIEMENS사의 Care Dose 4D를 사

용하여 75명의 환자를 BMI 지수에 따라 세 집단으로 나누어 선량 감소율과 CTDI를 측정하였고 PHILIPS사의 D-dom을 이용하여 74명의 환자를 세 집단으로 나누어 선량 감소율과 CTDI를 측정하였다. 각 장비별로 세 집단 간의 측정값들이 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위하여 SPSS Ver.18.0 통계분석프로그램을 이용하였다. 각각의 집단별로 평균값을 비교한 결과 Care Dose 4D를 사용했을 때 선량 감소율, CTDI 모두 p -value가 0.000으로서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. D-dom을 사용했을 때 집단 간의 p -value는 선량 감소율 0.284, CTDI 0.226으로서 $p > 0.05$ 이므로 집단 간의 유의한 차이가 없었다. 집단별로 평균 선량 감소율과 CTDI를 분석한 결과 Care Dose 4D를 사용했을 때 각각 정상집단에서 53.4%, 5.3 mGy, 과체중집단에서 49.5%, 5.8 mGy, 비만 집단에서 42.0%, 6.6 mGy로 나타났다. 반면에 D-dom을 사용하였을 때는 각각 정상 집단에서 22.7%, 4.5 mGy, 과체중 집단에서 22.1%, 4.6 mGy, 비만 집단에서 22.9%, 4.5 mGy로 나타났다. D-dom의 원리인 투사각도에 따른 선량조절은 환자의 비만도에 영향이 많지 않음을 알 수 있었다. 그리고 Care Dose 4D의 경우에는 투사각도에 따른 선량조절뿐만 아니라 환자 장축의 감쇠계수에 따른 선량조절, 환자 사이즈에 따른 선량조절 원리를 사용하고 있다. 그러므로 환자 장축의 감쇠계수에 따른 선량조절과 환자 크기에 따른 선량조절 원리가 환자의 비만도에 영향이 있다고 생각된다. 비록 같은 BMI 집단 간에 환자의 체형에 따른 오차가 있다고 여겨지지만, 앞으로 더욱더 많은 연구가 이루어진다면 Dose Modulation Technique이 PET/CT검사에서 환자의 피폭선량을 줄이는데 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Livingstone RS, Pradip J, Dinakran PM, Srikanth B. Radiation doess during chest examinations using dose modulation techniques in multislice CT scanner. Indian Journal of Radiology and Imaging 2010;2:154-157.
2. Soderberg M, Gunnarsson M. The effect of different adaption strengths on image quality and radiation dose using Siemens Care Dose 4D. Oxford Journals 2010;3:173-179.
3. Mannudeep K, Robet A. Reducing radiation dose in emergency computed tomography with automatic exposure control techniques. Emergency Radiology 2005;11:267-274.