





## STEP AND GO 와 FLOW MOTION 방식 비교에 따른 PET SUV 변화에 대한 평가

동아대학교병원 핵의학과

권재범 · 김홍균 · 박성욱 · 신영만 · 김영현 · 김명준

**[목적]** 최근 기술의 발전으로 PET 영상의 신속한 변화와 성장이 있었다. 그러나 지금까지 사용되어진 STEP AND GO 방식에서는 Detetor array의 고정된 크기에 제한되어 검사를 하였다. 본 연구에서는 기존에 사용되던 Step and Go 방식과 신규로 적용된 Flow motion을 서로 비교분석 하여 PET 영상에 미치는 영향에 대해 알아보하고자 한다.

**[대상 및 방법]** 실험장비는 SIEMENS 사의 Biograph mCT Flow PET/CT와 Phantom은 3D Cylinder Uniform Water Phantom을 사용하였다. Phantom study로 Step and Go와 Flow motion의 SUV 값을 평가하였다. Phantom 내부에 동위원소 18-F FDG를 74 MBq (2 mCi) 주입하고 스캔 시간을 60초, 90초, 3분, 5분으로 촬영하였다. 그리고 PET Recon은 TrueX(HD-PET)와 TrueX+TOF(ultraHD-PET) Type의 두 가지 방법으로 재구성 하였다. 재구성한 PET 영상에서 Edge부터 Center 까지 10 mm 간격으로 9개의 관심여역(ROI)를 그려 SUVmax 값을 비교분석하였다.

**[결과]** Phantom study 결과 Step and Go 와 Flow motion 방식을 비교하였을 때 촬영시간 1분에서는 SUVmax 값의 큰 차이점이 없었으나 1분 30초, 3분, 5분 영상에서는 Step and Go 방식이 Flow motion 보다 SUVmax 값이 높게 나옴을 알 수 있었다. 그리고 Recon type의 변경에서도 같은 결과가 나타남을 알 수 있었다.

**[결론]** 기존의 방식인 Step and Go 에서는 영상의 Edge에서 Center로 갈수록 SUVmax 값의 변화가 있음을 알 수 있었으며 Edge 부분의 Noise 발생이 크을 의미하는 것이다. 반면에 Flow motion 방식에서는 비교적 일정한 SUVmax 값을 나타냄을 알 수 있었다. 따라서 Flow motion 방식의 Edge 부분에서의 Noise 감소율이 높아 더 나은 영상을 구현하는데 유용함을 확인 할 수 있었다.

**[Key Words]** PET/CT, Flow motion, Step and Go

## <sup>18</sup>F-Florbetaben 주사 시 잔량 손실을 줄이기 위한 방법과 환자 통증 완화에 대한 고찰

서울시립보라매병원 핵의학과

권형진 · 최진욱 · 이형진 · 우재룡 · 김유경

**[목적]** <sup>18</sup>F-Florbetaben은 베타아밀로이드 병리를 확인하여 인지 장애 및 의심 환자에게 보조적 진단으로 사용되고 있다. 지질 친화성의 특성과 에탄올이 첨가된 약제의 특성상 주사 후 3-way set에 잔량과 주사 시 환자의 통증이 관심의 대상이 된다. 본 연구는 효과적인 방사성의약품의 주사와 환자 케어 및 우수한 영상을 위함이다.

**[대상 및 방법]** 내원환자 70명을 대상으로 하였고, 환자들에게 평균 259±74 MBq의 <sup>18</sup>F-FDG(20명), <sup>18</sup>F-FP-CIT(20명), <sup>18</sup>F-Florbetaben(30명)을 3-way set으로 주사(reflusing 2회, reflusing 3회 이상)를 하여 주사 후 잔량을 측정하였고, <sup>18</sup>F-Florbetaben 주사 시 사용되는 3-way set와 heparin cap의 효율적인 주사방법을 알아보기 위해서 주사 후 잔량을 측정하여 SPSS 12.0 Anova, t-test 통계분석을 통하여 잔량을 비교분석 하였다. 그리고 <sup>18</sup>F-Florbetaben의 통증 유발 성분의 에탄올 양을 측정하기 위하여 Gaschromatography로 추가 분석을 실시해보았다.

**[결과]** Reflusing2회 시 <sup>18</sup>F-FDG: 1.48 MBq(0.04 mCi), <sup>18</sup>F-FP-CIT: 7.4 MBq(0.2 mCi), <sup>18</sup>F-Florbetaben: 32.6 MBq(0.88 mCi)의 잔량이 측정 되었고 reflusing3회 이상 시 <sup>18</sup>F-FDG: 1.85 MBq(0.05 mCi), <sup>18</sup>F-FP-CIT: 3.7 MBq(0.10 mCi), <sup>18</sup>F-Florbetaben: 36.3 MBq(0.98 mCi)의 잔량이 측정 되었다. 다중 비교결과 reflusing2회 시 잔량이 유의미한 차이가 있었고(p < 0.05), 3회 이상 시 <sup>18</sup>F-Florbetaben과 <sup>18</sup>F-FDG, <sup>18</sup>F-FP-CIT는 잔량의 유의미한 차이가 있었으며(p < 0.05), <sup>18</sup>F-FDG와 <sup>18</sup>F-FP-CIT는 유의미한 차이가 없었다(p > 0.05). <sup>18</sup>F-Florbetaben 주사 후 잔량은 3-way set: 32.6 MBq(0.88 mCi), 36.3 MBq(0.98 mCi)였고 heparin cap: 7.03 MBq(0.19 mCi)으로 유의미한 차이가 있었다(p < 0.05). Gaschromatography 분석결과 에탄올: 207665 ppm, 아세톤: 377.4 ppm으로 나타났다.

**[결론]** <sup>18</sup>F-Florbetaben은 <sup>18</sup>F-FDG와 <sup>18</sup>F-FP-CIT에 비해 주사 후 잔량이 많았고, 통증을 유발하는 에탄올 성분의 수치가 높게 나타났다. 주사 시 3-way set 방식보다는 heparin cap을 사용함이 잔량 감소에 더 효과적이었다. 그리고 주사 시 환자의 통증 완화를 위해서 6 sec/ml이상으로 함을 권고한다.

**[Key Words]** 잔량, <sup>18</sup>F-Florbetaben, GC(gaschromatography), 에탄올, heparin cap

## PET/CT list mode에서의 시간분류에 따른 고찰

서울대학교병원 핵의학과

김종필 · 김재일 · 이홍재 · 김진의

**[목적]** 최근 다양한 PET tracer들이 개발됨으로써 체내 방사성 의약품의 분포를 시간에 따른 변화로 알아보기 위해 list mode acquisition 방법이 많이 활용되고 있다. 이 list mode는 기존의 frame mode에 비해 시간에 대한 정보가 포함되어 연구자들이 원하는 시간에 대한 영상을 별도로 reconstruction 할 수 있어, data 분석에 용이하다. 하지만, PET에서 이용되는 방사성 동위원소의 반감기는 짧기 때문에 오랜 시간 list mode로 영상 획득 시 물리적 반감기에 대한 보정을 고려해야 한다. 이에 본 논문에서는 list mode에 의한 data 분석 활용 시 시간에 따른 계수 값의 변화에 대한 지표를 만들고자 한다.

**[대상 및 방법]** 실험에 앞서 물리적 반감기에 대한 지수 감쇠 곡선에서 초기 10분과 동일한 계수 값을 얻기 위한 시간의 수학적 함수식을 구한다. Phantom 실험을 위해, Biograph mCT40 장비를 이용하여 직경 21 cm, 높이 22 cm인 cylindrical phantom에 FDG 1 mCi를 채우고 10시간 동안 list mode로 데이터를 획득한다. 이렇게 얻은 data를 이용하여 10분간 등 간격으로 나눈 계수값과 수학적 함수식으로 보정된 계수 값을 비교한다. 임상실험의 경우, 10분, 30분, 90분 동안 list mode로 얻은 환자 data를 phantom과 동일한 방법으로 비교 평가한다.

**[결과]** 수학적 함수식에서 초기 10분과 동일한 계수 값을 얻기 위한 시간은 10분40초, 11분45초, 12분20초 등 과 같이 지수함수로 증가됨을 알 수 있었다. 이를 토대로 한 phantom 실험에서 물리적 반감기를 보정 할 수 있는 동일한 계수 값을 얻을 수 있었다. 하지만 임상실험의 경우 비록 수학적 함수식으로 보정을 하였음에도 계수 값은 각 장기마다 일정치 않은 패턴을 보임을 알 수 있었다.

**[결론]** In-vivo 검사에 사용되는 tracer의 경우는 인체 대사 작용에 의한 변화뿐 아니라 물리적인 반감기에 의한 변화가 동시에 이루어진다. 본 실험을 통해 list mode data 활용 시 단순히 등 간격으로 분류하는 것은 계수 값에 대한 상당한 오차를 발생시키는 것을 알 수 있었다. 또한, 수학적 함수식을 활용하여 물리적 반감기에 의한 변화를 배제하고, 생물학적인 대사 작용의 변화만을 유추 할 수 있었다. 따라서 PET/CT list mode data를 활용할 때는 수학적 함수식을 고려하는 것이 PET 검사의 정량적인 평가에 대한 신뢰도를 높일 수 있을 것이라 사료된다.

**[Key Words]** list mode, frame mode, 물리적 반감기, 수학적 함수식

## PET/CT에서 감쇠보정 영상과 비감쇠보정 영상을 통한 Metal Artifact 보정에 대한 고찰

서울대학교병원 핵의학과

김 준 **X**재일 **X**흥재 **X**진의

**[목적]** 암 진단에 많이 도움이 되고 있는 PET/CT는 CT를 통해 감쇠보정이 이루어지므로 기존의 PET에 비해 검사시간이 단축되고, 해부학적 정보를 얻을 수 있으며, 정확한 감쇠보정이 이루어진다. 하지만 CT 검사 시 metal artifact가 발생하면 PET 영상에도 영향을 주어 정량적 평가에 오류가 발생하게 된다. 이에 본 논문에서는 인체 여러 장기의 감쇠보정 영상과 비감쇠보정 영상의 count 비율을 측정하고, 그 비율을 통하여 각 장기에 대해서 표준화를 시킨다. 이를 토대로 metal artifact가 발생된 부위에 적용함으로써 보다 정확한 정량적 평가법에 대해 알아보고자 한다.

**[대상 및 방법]** Phantom 실험의 경우, micro phantom에  $^{18}\text{F}$ -FDG(4 mCi)를 주입하고, metal을 이용하여 metal artifact를 유발시킨다. 그 후 감쇠보정 전, 후의 PET영상의 count를 통해 그 비율을 비교 평가하였다. 임상검사의 경우, 본원에 내원한 정상인 환자 10명(66±15세)에 대한 감쇠보정 전, 후 PET 영상을 만든 후, 여러 장기에 대한 count 비율을 측정하여 표준화를 시킨다. 또한 metal을 지닌 환자 10명에 대해 metal artifact가 발생한 부위에서의 감쇠보정 전, 후의 PET 영상을 만들고 count 비율을 측정하여 표준화된 결과 값과의 차이를 비교 평가하였다.

**[결과]** Phantom 실험의 경우, metal artifact가 발생하였을 때의 감쇠보정 전, 후의 count 비율은 발생 하지 않았을 때에 비해 평균 2%의 과보정이 이루어진 것으로 나타났다. 임상검사에서는 정상인 환자인 경우, CT number가 높은(>1000) 장기는 감쇠보정 전, 후의 count 비율이 8±0.5%로 비교적 높게 측정되었다. 또한 CT number가 soft tissue 비슷한(40~60) 장기의 경우는 6±2%이었고, CT number가 낮은(-100>) 장기의 경우 3±1%로 상대적으로 count 비율이 낮게 나타났다. metal artifact가 발생된 환자 10명의 경우, metal artifact가 발생한 soft tissue의 count 비율은 metal artifact가 발생하지 않은 soft tissue의 count 비율에 비해 평균 8% 과보정이 이루어진 것으로 평가되었다.

**[결론]** Metal artifact가 발생하게 된다면 감쇠보정계수( $\mu$ : 선흡수계수)가 실제 값보다 높게 평가되고, 그로 인해 감쇠 보정된 PET 영상의 경우 count의 과보정이 이루어짐을 확인 할 수 있었다. 그러므로 metal artifact가 발생된 부위에서 정량적 평가를 할 경우, 측정된 SUV를 장기별 표준화된 수치를 통하여 보정함으로써 보다 정확한 평가를 할 수 있을 것으로 사료된다.

**[Key Words]** PET/CT, CT attenuation correction, metal artifact,  $^{18}\text{F}$ -FDG

## Tongue Cancer 환자에서 PET/CT 검사 시 Open Mouth 촬영법의 유용성 평가

부산대학교병원 핵의학과

김재환 · 윤종준 · 정지욱 · 김정욱 · 황주원 · 지혜인

**[목적]** Tongue cancer는 혀에 생기는 악성종양으로 전체 암의 1.8%, oral cancer의 75%를 차지할 정도로 발생 빈도가 높은 것으로 알려져 있으며 초기 진단, 전이유무, 병기설정 등을 위해 PET/CT 검사를 실시하고 있다. Tongue cancer 환자의 PET/CT 검사 시 close mouth 상태로 Torso를 촬영하고 있으며 그에 따른 겹침이나 인공물의 영향으로 병소부위가 명확히 관찰되지 않는 경우가 발생되었다. 이에 본 연구는 open mouth로 PET/CT 검사 시 발생하는 변화와 그에 따른 유용성을 알아보고자 한다.

**[대상 및 방법]** 2015년 6월부터 2016년 3월까지 본원을 내원하여 tongue cancer 진단을 받고 PET/CT 검사를 시행한 20명의 환자(남 15명, 여 5명)를 대상으로 시행하였다. 먼저 close mouth 상태로 Torso 촬영을 하였으며, open mouth 상태로 1 bed 추가 촬영하였다. Tumor(T), Normal Tongue(NT), Lymph Node(LN)에 관심영역을 설정하여 표준섭취계수(Standardized Uptake Value, SUV)  $SUV_{mean}$ ,  $SUV_{max}$ 를 측정하였으며, 각각의 관심영역을 3번씩 그려 평균값을 측정하여 Background(Carotid artery) SUV를 빼주었다. Tumor size 변화를 측정하기 위해 tumor가 명확히 보이는 3장의 slice에 대해 관심영역을 설정하여 평균값을 산출하였다. 육안적 영상 해상도 평가는 핵의학 전문의 2명, 5년 이상 근무한 방사선사 7명에 의해 1~5점으로 나누어 blind test를 진행하여 비교하였으며 비모수검정(wilcoxon signed rank test)을 통해 통계 분석하였다(SPSS ver.18).

**[결과]** T에서의  $SUV_{mean}$ 은 close mouth  $5.01 \pm 2.70$ 과 open mouth  $5.48 \pm 2.88$ 이었으며( $p < 0.05$ ),  $SUV_{max}$ 는 각각  $8.78 \pm 5.55$ 와  $9.70 \pm 5.99$ 이었다( $p < 0.05$ ). NT에서의  $SUV_{mean}$ 은 각각  $0.43 \pm 0.30$ 과  $0.34 \pm 0.24$ ( $p = 0.20$ ),  $SUV_{max}$ 는  $0.56 \pm 0.34$ 와  $0.45 \pm 0.25$ 이었다( $p = 0.204$ ). LN  $SUV_{mean}$ 은 각각  $1.62 \pm 1.43$ 과  $1.69 \pm 1.49$ ( $p = 0.161$ ),  $SUV_{max}$ 은  $1.99 \pm 1.74$ 와  $2.09 \pm 1.88$ 이었다( $p = 0.131$ ). Tumor size 변화는 close mouth  $4.96 \pm 4.66 \text{cm}^2$   $5.33 \pm 4.64 \text{cm}^2$ 로 7.45% 증가하였으며( $p < 0.05$ ), 육안적 영상 해상도 평가는  $2.87 \pm 0.73$ ,  $3.77 \pm 0.68$ 로 open mouth 검사 시 30.5% 증가하였다( $p < 0.05$ ).

**[결론]** Tumor에서 SUV는 open mouth 검사 시 증가하는 변화를 보였으며, normal tongue과 lymph node에서는 소폭의 변화가 있었으나 유의한 차이는 없었다. 또한 open mouth PET/CT 검사가 모든 tongue cancer 환자에게 향상된 이미지를 제공한 것은 아니지만 tumor size 변화와 blind test를 통해 전체적으로 비슷하거나 높은 영상 해상도를 보여주는 것을 확인할 수 있었다. Open mouth PET/CT 검사가 close mouth시 발생하는 문제점에 대한 완벽한 대안법이 될 수는 없지만 open mouth를 통해 구강 내 다른 구조물과의 겹침이나 tumor의 경계면을 조금 더 명확하게 관찰할 수 있을 것으로 사료된다. Tongue cancer 환자에게 추가적으로 open mouth PET/CT를 촬영해주는 방법을 권고한다.

**[Key Words]** tongue cancer, open mouth, PET/CT

# Clinical Application of $^{11}\text{C}$ -Acetate Positron Emission Tomography-Computed Tomography(PET-CT) in Patients of Urinary System Cancer

Department of Nuclear Medicine, Severance Hospital, Yonsei University Health System

Hyuk Nam-Koong · Joonchul Ham · Sang kyoo Kim · Yong hoon Choi · Han sang Lim · Jae sam Kim

---

PET-CT examinations using  $^{18}\text{F}$ -FDG to treat urinary system cancer are limited in terms of anatomical structure and excretion route of  $^{18}\text{F}$ -FDG. But one of the ongoing examinations utilizing  $^{11}\text{C}$ -Acetate can compensate for such defects. We would like to introduce a clinical application of  $^{11}\text{C}$ -Acetate PET-CT in urinary cancer patients.

We conducted a clinical survey of 22 patients diagnosed with urinary cancer at our hospital, 10 prostate cancer patients, 10 renal cell carcinoma patients, and 2 bladder cancer patients. All patients were performed  $^{18}\text{F}$ -FDGPET-CT examinations,  $^{11}\text{C}$ -Acetate examinations were performed after two weeks on average. The equipment used to D-710 PET-CT in GE Company and we performed PET-CT procedures 15 minutes after injecting  $^{11}\text{C}$ -Acetate, and a medical doctor from the department of nuclear medicine appraised and compared images between  $^{18}\text{F}$ -FDG and  $^{11}\text{C}$ -Acetate.

According to our survey, prostate cancer patients generally had lower uptake of  $^{18}\text{F}$ -FDG than other cancer patients did. In 2 out of 10 prostate cancer patients, metastasized cancer showed greater uptake in  $^{11}\text{C}$ -Acetate than  $^{18}\text{F}$ -FDG. In renal cell carcinoma cases, 8 out of 10 patients displayed evidently greater uptake in  $^{11}\text{C}$ -Acetate than  $^{18}\text{F}$ -FDG. We excluded bladder cancer cases in this study because uptake of  $^{18}\text{F}$ -FDG in the bladder was too hot, the number of patients was insufficient, and the cases did not meet criteria such as the use of diuretics.

It is too premature to draw solid conclusions from the survey, since it involved only a small number of participants. However, there are a number of studies conducted abroad that prove the effectiveness of the  $^{11}\text{C}$ -Acetate PET-CT examinations in treating urinary system cancer, and this study is still ongoing at our hospital. If the tests were to be conducted on a larger number of participants, this study could lead to numerous other potential research topics, such as the correlation between Prostatic specific antigen (PSA) values and  $^{11}\text{C}$ -Acetate PET-CT, Gleason sum values from biopsy before surgery, Specificity, sensitivity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) between  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT examinations and  $^{11}\text{C}$ -Acetate PET-CT examinations in other urinary system cancers.

**[Key Words]** Urinary system cancer, Acetate acid,  $^{11}\text{C}$ -Acetate PET-CT

## PET 검사 시 Reconstructed data와 Re-sliced data의 표준섭취계수(SUV) 비교 평가

서울대학교병원 핵의학과

도용호 · 이흥재 · 김진의

**[목적]** PET 검사에서 SUV는 암의 원발 부위, 전이여부 파악 및 병기결정, 재발여부 판단에 도움을 주는 지표이다. 특히 항암, 방사선치료 후 효과 판정을 위한 검사 시 이전 검사와의 SUV 비교 평가가 중요시 된다. 그러나 핵의학과에서 자체적으로 데이터를 저장하는 외장하드, mini PACS 등의 저장 장치는 데이터 손실의 가능성을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 workstation의 reconstructed data(R-D)와 병원 PACS로 전송한 R-D, re-sliced data(S-D) 사이의 SUV를 비교 평가하여 자체 저장장치의 데이터 손실 시 PACS로 전송한 데이터의 사용 가능 여부를 확인 하고자 한다.

**[대상 및 방법]** Biograph Truepoint 40, mCT 40, mCT 64, mMR (Siemens, Germany)장비에서 2015년 1월부터 2월까지  $^{18}\text{F}$ -FDG PET 검사를 시행한 20명(60.5±8.3세)의 데이터를 분석하였다. Workstation의 R-D와 PACS의 R-D, S-D 데이터를 Syngo.via 프로그램으로 전송하여 liver, aorta, tumor 부위의 max SUV(mSUV), peak SUV(pSUV)와 tumor의 metabolic tumor volume(MTV)를 측정하였다.

**[결과]** Workstation과 PACS의 R-D에서 liver, aorta, tumor의 평균 mSUV는 2.95±0.59, 2.35±0.61, 10.36±6.15 이었고 pSUV는 2.70±0.51, 2.07±0.43, 7.67±3.73으로 동일하였으며 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ). PACS의 S-D에서 평균 mSUV는 2.81±0.56, 2.20±0.51, 9.25±5.29 이었고, pSUV는 2.63±0.49, 2.00±0.40, 6.97±3.44로 R-D의 결과 값과 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). R-D와 S-D에서 결과 값의 상관계수는 mSUV에서 0.99, 0.96, 0.99이었고 pSUV에서 0.99, 0.99, 0.99로 모두 양의 상관관계가 있었다. Bland-Altman 분석에서 2표준편차는 mSUV에서 0.13, 0.30, 1.86이었고 pSUV에서 0.05, 0.10, 0.83이었다. Tumor의 MTV는 workstation과 PACS의 R-D에서 모두 14.21±12.72  $\text{cm}^3$ 로 동일하였다( $p>0.05$ ). PACS의 S-D에서는 14.20±12.39  $\text{cm}^3$ 이었고 R-D의 결과 값과 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ). R-D와 S-D에서 상관계수는 0.99이었고 Bland-Altman 분석에서 2표준편차는 2.24였다.

**[결론]** 본 논문에서 PACS에 저장된 R-D의 경우 workstation의 R-D와 비교하여 mSUV, pSUV, MTV 모두에서 동일한 값을 보였으나 S-D의 경우 상관관계는 높지만 MTV를 제외한 mSUV, pSUV는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. R-D를 안정성 있는 병원 PACS에 저장 시 자체 저장장치의 데이터 손실을 대비하고 이전 PET 데이터와의 비교 시 신뢰성 있는 SUV 분석이 가능할 것이라 생각된다.

**[Key Words]** PET, SUV, PACS

## PET/CT 검사에서 Gastrointestinal Cancer 환자의 Liver 추가촬영에 대한 유용성 평가

부산대학교병원 핵의학과

박세윤 · 이화진 · 이무석 · 김정욱 · 지혜인

**[목적]** Gastrointestinal cancer에서 전이가 가장 흔하게 발견되는 장기는 간이다. Gastrointestinal cancer 환자의 약 20%가 진단 당시에 이미 간에 전이가 된 상태에서 발견되며, 25%는 치료경과 중 간 전이가 발생하는 것으로 알려져 있다. Gastrointestinal cancer 환자의 간전이 유무를 조기에 정확히 진단하는 것은 치료방침을 결정하는데 있어 매우 중요하다. 이에 본 연구는 gastrointestinal cancer 환자에서 PET/CT 검사 시 liver 추가 촬영을 함으로써 영상의 질적 변화에 대한 유용성을 평가하고자 한다.

**[대상 및 방법]** 2015년 9월부터 2016년 2월까지 본원에 내원하여 gastrointestinal cancer 진단을 받은 152명을 대상으로 PET/CT 검사 후 liver 부위를 추가를 촬영하였다. Liver에 전이가 확인된 환자 32명을 대상으로 standard 영상과 addition 영상에서 같은 level의 관심영역을 설정하여 SNR(Signal to Noise Ratio), SUV(Standardized Uptake Value), T/N(Tumor/Normal) ratio의 변화를 통한 영상의 질적 변화를 평균값을 산출하여 비교 평가하였다(SPSS ver 18.0, wilcoxon test).

**[결과]** SNR은 standard  $17.7 \pm 10.3$ , addition  $22.3 \pm 9.7$ 로 산출되었으며( $p < 0.05$ ),  $SUV_{max}$ 는 각각  $6.7 \pm 2.8$ 와  $7.6 \pm 3.2$ 이었으며( $p < 0.05$ ), T/N ratio는 각각  $2.1 \pm 0.6$ 과  $2.5 \pm 0.8$ 로 분석되었다( $p < 0.05$ ). Liver 추가 촬영에 대한 SNR,  $SUV_{max}$ , T/N ratio는 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

**[결론]** Gastrointestinal cancer 환자에서 liver 추가 촬영에 따른 SNR과  $SUV_{max}$ , T/N ratio는 상대적으로 standard 보다 높게 나타났다. 이미지 quality를 나타내는 인자들 중에서 SNR의 변화가 가장 큰 변화를 보였다. Gastrointestinal cancer 환자에서 liver 추가 촬영을 통한 영상의 질적 향상은 간 전이가 있는 암환자를 판독 하는데 있어서 유용한 검사 방법이라고 사료된다.

**[Key Words]** Delay Liver Scan, SNR, Maximum SUV, T/N Ratio

## PET/CT에서의 미만성 $^{18}\text{F}$ -FDG 갑상샘 섭취에 대한 임상적 유용성

동남권원자력의학원 핵의학과

손주철 · 윤창용 · 지역식

**[목적]** 본 연구는 갑상샘 종양을 진단받고 수술 전  $^{18}\text{F}$ -Fluorodeoxyglucose (FDG)를 섭취한 환자의 양전자방출컴퓨터단층촬영 (positron emission tomography/computed tomography, PET/CT) 영상에서의 미만성 갑상샘 섭취 증가에 대한 임상적 유용성을 알아보고자 하였다.

**[대상 및 방법]** 2010년5월부터 2013년 5월까지 D의학원에 내원하여 갑상샘 종양을 진단받고 수술 전 전이유무 평가를 위해  $^{18}\text{F}$ -FDG를 섭취한 후 PET/CT를 촬영한 환자 840명 중 갑상선 수술 시행 전 PET/CT검사, 초음파 검사, 갑상선 기능검사 및 수술 후 조직검사를 실시한 환자 210명을 대상으로 하였다. 통계 분석 프로그램 SPSS Statistics18을 이용하여 PDU (Presence of Diffused thyroid Uptake) 그룹과 ADU (Absence of Diffused thyroid Uptake) 그룹이 자가 면역 항체와의 상관관계가 있는지를 분석하기 위해 이 변량 상관관계분석과 선형회귀분석을 이용하였다.

**[결과]** PDU그룹의 Anti-TPO ab항체의 평균 수치가 ADU그룹에 비해 5.9배 높다는 점을 알게 되었고 PDU그룹의 갑상샘 SUVmax과 Anti-TPO ab수치와의 상관관계를 조사한 결과 통계적으로 유의하였으며 ( $P=0.025$ ), 조직검사 결과 미만성  $^{18}\text{F}$ -FDG 갑상샘 섭취가 나타나는 환자의 92.3%가 자가면역성 갑상샘염인 것을 알게 되었다.

**[결론]** 환자들의 PET/CT영상, 갑상샘 초음파 검사, 갑상샘 기능검사, 조직검사를 종합적으로 검토한 결과 갑상샘 종양에서 PET/CT상 드물게 나타나는 미만성 갑상샘 섭취의 경우 자가면역성 갑상샘염(Autoimmune Thyroiditis)을 의심 해보아야 하는 지표가 됨을 알 수 있었다.

**[Key Words]** SUVmax, Anti-TPO ab, 자가면역성 갑상샘염,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT

## $^{18}\text{F}$ -FDG전신 PET/CT검사에서 표준작업절차의 분석과 준수를 통한 환자 안전 및 영상의 질 향상에 관한 고찰

서울아산병원 핵의학과

윤순상 · 류재광 · 김우현 · 고현수 · 하영웅

**[목적]** 본원에서는  $^{18}\text{F}$ -FDG 전신 PET/CT 검사의 정확도 및 신뢰도 확보를 위해 표준작업절차서(Standard Operating Procedure, SOP)를 제정하여 국제 기구 가이드 라인의 기준에 부합할 수 있도록 노력하고 있다. 표준작업절차에서는 준수해야 할 중요한 여러 항목이 명시되어 있으며, 그 중 필요 이상의 방사성동위원소의 투여는 환자의 방사선 피폭을 증가시킬 수 있고 방사성의약품 투여 후 일정하지 않은 섭취 시간(Uptake time)에 획득한 영상은 표준화된 영상을 제공할 수 없으므로 이에 대한 분석과 준수 등의 개선활동을 통해 환자 안전 문화 증진 및 영상의 질 확보를 함양시키고자 하였다.

**[대상 및 방법]** 2014년 1월부터 2015년 10월까지 본원에서  $^{18}\text{F}$ -FDG 전신 PET/CT 검사를 시행한 환자를 대상으로  $^{18}\text{F}$ -FDG의 투여량과 섭취 시간을 개선활동 전(2014년), 활동 후(2015년)로 비교 분석하였다. 투여자, 시간대, 검사자, 장비, 환자 연령 및 체중 등 여러 인과를 분석하여 결정적인 근본 요인들을 찾아 문제점들을 개선하였다. 투여량은  $5.18 \text{ MBq/kg}$  ( $0.14 \text{ mCi/kg}$ ) $\pm 10\%$ 의 범위 내로 투여되는지 투여량 준수율을 측정하여 비교하였고, 섭취 시간은 기준 시간인 60분과의 차이를 절대값으로 산출하여 비교하였다.

**[결과]**  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 전신 검사의 투여량 준수율은 97.48%로 활동 전에 비해 7.31% 향상되었다. 기준 투여량 대비 실제 투여량 편차는 4.18%로 활동 전에 비해 1.08% 감소되었다.  $^{18}\text{F}$ -FDG의 과다 투여 비율은 0.47%로 활동 전에 비해 3.39% 감소되었다. 평균 섭취시간은  $60\pm 2.10$ 분으로 활동 전에 비해 3.22분 감소되었다.

**[결론]**  $^{18}\text{F}$ -FDG의 투여량과 섭취시간을 허용 범위 이내에서 표준작업절차를 준수하여 검사하고 또한 이를 지속적으로 분석하여 편차를 최대한 줄이고자 하는 노력은 방사선사의 역할 및 책임일 것이다. 이를 PET 검사뿐만 아니라 핵의학 검사 전체의 질 관리에 적용해야 할 것이며 이와 같은 일련의 노력들을 통해 결국 전반적으로 환자 안전 문화 및 검사의 질을 높일 수 있을 것이다. 더불어 향후 이와 관련된 더 많은 진보적인 문헌 고찰 및 연구가 필요할 것으로 사료된다.

**[Key Words]** Fusion whole body PET/CT, 섭취시간,  $^{18}\text{F}$ -FDG 투여량

## Radiation Exposure Does According to the Job Processes in PET/CT Technologist

Department of Nuclear Medicine, Kosin University Gospel Hospital, Busan, Korea

Geun Woo Lee · Seong Min Baek · Gap Sik Kim · Hyun Suk Lee · Dong yeong Park

---

**[Purpose]** The recent advances in PET/CT scanner equipment have greatly increased the risk of radiation exposure of workers operating PET/CT scanners. In this regard, the study aimed to examine the relationship between task properties of radiation workers in PET/CT scanning room and nuclear medicine departments and factors resulting differences in amounts of radiation dose level.

**[Materials and methods]** The study conducted a survey from July to September, by distributing questionnaires to 67 radiation workers operating PET/CT facility in 14 hospitals in Busan, South Gyeongsang Province and Ulsan. Respondents were fully informed on the purposes and contents of the survey. In addition, respondents were informed with activities carried out in distribution, injection, and examination rooms. Self-administered questionnaire were immediately collected upon the completion. Data were analyzed by conducting frequency analysis, descriptive statistics, t-test, ANOVA, and multiple regression analysis using SAS 9.2 software. P-values of less than 0.05 were considered significant.

**[Results]** The annual average of amounts of radiation dose level was  $2.66 \pm 1.95$  mSv in 67 subjects. Among those, 54 respondents (80.6%) have been exposed to more than 1 mSv per year, which is the annual radiation limit for ordinary people. Multiple regression analysis was conducted by establishing the level of radiation exposure as an independent variable at the modified state of general characteristics and ordinary job task properties. Duration time was found to a relevant factor associated to the tasks in distribution room. In relation to tasks in examination room, factors associated with the amounts of radiation exposure were protection equipment, the number of contact to patients, the number of patient transfers using a transfer bed, and additional scanning.

**[Conclusion]** Most subjects exhibited high level of individual radiation exposure. Therefore, implementing educational programs, shortened working hours in PET/CT rooms, and deploying skilled radiation workers are thought to be crucial to minimize the amounts of radiation exposure and promote the health and safety of individuals.

**[Key Words]** PET/CT, Job processes, Radiation exposure does

## $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 검사 시 복부 비만도에 따른 SUV 상관관계 분석

순천향대학교 천안병원 핵의학과

이기섭 · 최학기 · 윤재식 · 이기현 · 이재곤 · 이상미 · 권현우

**[목적]**  $^{18}\text{F}$ -FDG PET은 전신 당대사의 정도를 평가하는 검사법이다. 종양섭취평가를 위해 간을 표준 장기로서 사용하게 되는데 비만도는 liver의 SUV와 상당한 관련이 있다고 보고되고 있다. 비만을 평가하는 요인 중 하나인 허리둘레는 복부 비만을 나타낸 것으로 환자의 복부 비만도에 따라서 SUV에 영향을 미칠 것으로 예상할 수 있다. 각 환자별로 CT measurement fat program을 이용하여 복부 비만도를 나타내는 Abdominal subcutaneous fat, Abdominal visceral fat, Abdominal fat ratio를 측정해보고 각각의 지표와 다양한 방법으로 계측한 표준기관의 SUV의 상관관계에 대해 연구해보고자 한다.

**[대상 및 방법]** 2015년 8월에서 12월까지 본원 핵의학과에서  $^{18}\text{F}$ -FDG(Torso) 검사를 시행한 건강검진환자 중 당뇨, 지방간 및 과거병력이 없는 성인 50명(남: 29, 여: 21;  $44.48 \pm 5.74$ 세)을 대상으로 연구를 진행하였다. Abdominal Fat measurement 분석은 CT image에서 Umbilicus level에 ROI를 그려 Abdominal subcutaneous fat, Abdominal visceral fat, Abdominal fat ratio를 구하였다. SUV 및 영상분석은 표준기관인 liver에 관심영역을 설정하여  $\text{SUV}_{\text{bw}}$ ,  $\text{SUV}_{\text{lbm}}$ ,  $\text{SUV}_{\text{bsa}}$ 의 최대값 및 평균값을 구하였다. 구해진 데이터를 토대로 각각의 SUV와 Abdominal subcutaneous fat, Abdominal visceral fat, Abdominal fat ratio의 상관관계에 대해 분석해 보았다.

**[결과]** 상관관계 분석 결과 abdominal visceral fat에 따른 SUV의 변화는 Fat의 면적이 넓을수록  $\text{SUV}_{\text{bw}}$ ,  $\text{SUV}_{\text{lbm}}$ 은 유의하게 증가하는 성향을 나타냈다( $p < 0.05$ ).  $\text{SUV}_{\text{bsa}}$ 는 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). abdominal subcutaneous fat에 따른 SUV의 변화는 Fat의 면적이 넓을수록  $\text{SUV}_{\text{bw}}$ 는 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ).  $\text{SUV}_{\text{lbm}}$ 과  $\text{SUV}_{\text{bsa}}$ 는 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). abdominal fat ratio에 따른 SUV의 변화는 ratio값이 증가할수록  $\text{SUV}_{\text{lbm}}$ 은 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ).  $\text{SUV}_{\text{bw}}$ 와  $\text{SUV}_{\text{bsa}}$ 는 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

**[결론]** 본 연구를 통하여 복부 비만을 나타내는 3가지 지표 중 Abdominal visceral fat의 면적이 증가함에 따라  $\text{SUV}_{\text{bw}}$ ,  $\text{SUV}_{\text{lbm}}$ 은 통계적으로 매우 유의한 차이를 보였다.  $\text{SUV}_{\text{bsa}}$ 와 복부 비만도의 지표와는 상관관계를 보이지 않았다. 위 결과를 통해 복부 비만도의 인자 중 Abdominal visceral fat이 liver의 대사능에 영향을 미침을 알 수 있었다. 또한 SUV를 구할 때 주로 임상에서 사용하고 있는 체중을 이용한 계산법인  $\text{SUV}_{\text{bw}}$ 는 복부 비만에 따른 오차가 있으므로 체표면적을 이용한 계산법인  $\text{SUV}_{\text{bsa}}$ 를 이용한다면 보다 정확한 평가를 할 수 있으리라 사료된다.

**[Key Words]** Liver, Standard uptake value, Abdominal fat, positron emission tomography





## 감마카메라를 이용한 근골격계 영상검사에서 진단참조준위 설정에 대한 연구

양산부산대학교병원 핵의학과

길상형 · 임영현 · 박광열 · 조경남 · 백승주 · 조성묵 · 염승훈

**[목적]** 핵의학 영상검사에서의 진단참조준위(diagnostic reference levels)는 의료영상 목적을 위한 절차에서 발생하는 환자의 방사선 피폭에 적용되며, 흡수선량보다 방사성동위원소 투여량으로 표현 된다. 본 연구의 목적은 감마카메라를 이용한 근골격계 영상검사에서 정확한 진단을 할 수 있는 영상의 질을 유지하면서 환자의 피폭선량을 감소시킬 수 있는 최적화된 방사성의약품 투여량을 결정하는데 있다.

**[대상 및 방법]** 전신 뼈 검사를 시행한 환자 중 화학요법이나 부신피질 호르몬제 치료, 콩팥기능 저하, 뼈 병변이 있는 사람을 제외한 170명을 대상으로 후향적 분석을 하였다.  $^{99m}\text{Tc}$ -Technetium-dicarboxypropane diphosphonate 925 MBq (25 mCi)를 정맥 주사 후 500 mL 이상의 수분 섭취 및 소변을 자주 보도록 주지시켰으며, 약 2시간 후 감마카메라 Symbia E (Siemens, USA)를 이용하여 1분 당 14 cm의 속도로 전신 골격 영상을 획득 하였다. 방광 방사능을 제거한 전신 전·후 평면 영상 값(anterior and posterior frame counts)을 이용하여 평균 계수밀도(count density)를 계산하였다. 연령·신장·체중 및 체질량지수에 따른 계수밀도의 연관성은 상관관계 분석(correlation analysis)을 하였으며, 상관관계가 있는 인자들 중 계수밀도에 대한 영향력을 알아보기 위해 다중 회귀분석(multiple regression analysis)을 하였다.

**[결과]** 체중과 체질량지수가 증가하면 계수밀도는 감소하였으며, 유의한 상관관계를 보였다( $r=-0.444, P<0.05$ ;  $r=-0.693, P<0.05$ ). 그러나 연령과 신장은 계수밀도와 유의한 상관관계를 보이지 않았다( $r=0.087, P=0.261$ ;  $r=0.138, P=0.072$ ). 다중 회귀분석을 한 결과 체중( $\beta =0.190, t=2.261, P<0.05$ )보다 체질량지수( $\beta =-0.837, t=-9.939, P<0.05$ )가 계수밀도에 대해 더 큰 영향력을 나타내었다.

**[결론]** 계수밀도에 대한 영향력이 큰 체질량지수와 방사성의약품 투여 후 영상 획득 시간을 고려하여 감마카메라를 이용한 근골격계 영상검사의 진단참조준위를 설정하였다.

**[Key Words]**  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD, Bone scan, Diagnostic reference levels, Body mass index, Count density

## 소아 $^{99m}\text{Tc}$ DMSA renal scan에서 방광 차폐유무와 방사성동위원소 주입방법에 따른 콩팥 섭취율 차이에 관한 연구

울산대학교병원 핵의학과

김광현 · 박정균 · 안종기 · 홍다영 · 성효진

**[목적]**  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA renal scan 은 RI가 콩팥의 겉질세포에 주로 섭취되어 콩팥실질을 영상화하고 방사능의 좌우 콩팥 섭취비를 구하여 기능을 비교하는 검사로, 특히 본원에서는 소아의 방광요로역류에 의한 요로계 감염을 진단, 치료 및 평가하는데 많이 이용된다. 소아는 신체 구조상 콩팥과 방광의 거리가 멀지 않아, 검사 영역에 방광이 포함되는데 이 때 방광의 counts가 콩팥에 미치는 영향이 있을 것으로 보고 연구를 진행하였으며, 소아 검사에서는 극소량의 RI가 주입되는 특이점을 고려하여 주입방법에 관한 연구도 함께 진행하였다.

**[대상 및 방법]** Siemens사의 Symbia E 장비를 이용하여  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA renal scan을 검사하는 생후 1개월에서 12개월까지의 소아 34명을 대상으로 하여 18.5 MBq (0.5 mCi)의 동일한 양의 DMSA를 주입한 후 검사 시간에 맞춰 Post image를 획득한 후 비교를 위해 원형의 납을 이용해 방광을 가리고 추가로 영상을 획득한 뒤 동일한 크기(가로 55.2 mm X 세로 70.0 mm)의 ROI를 그려 (Lt. Kidney counts + Rt. Kidney counts)/ Total counts의 백분율로 나타내어 비교하였으며, 또한 RI주입방법에 따라 3-way stopcock, Heparin cap, 환자에게 직접 주사 주는 방식으로 3-way stopcock, Heparin cap에는 추가로 2 cc의 saline을 주입하여 각각의 방법에 의한 counts 변화의 차이를 비교하였다.

**[결과]** 방광 차폐 전 영상에서 콩팥 섭취율은 70.95.1%의 편차를 나타내었으며 차폐 후 영상에서 콩팥 섭취율은 79.43.1%의 편차로 나타나 약 6.5~8.5%의 차이를 보였다. 주입방법에 있어서 3-way를 이용한 방법에서는 차폐 전 68.94.5%의 편차, 차폐 후 78.12.7%의 편차를 나타내었고 Heparin cap을 이용한 방법에서는 차폐 전 71.34.8%의 편차, 차폐 후 79.83.0%의 편차를 나타내었다. 마지막으로 환자에게 직접 주사한 방법에서는 차폐 전 75.14.0%의 편차, 차폐 후 82.12.2%의 편차를 나타내어 직접 주사한 방법, Heparin cap, 3-way 순으로 콩팥 섭취율의 차이를 보였다.

**[결론]** 소아는 성인에 비해 소량의 RI가 주입되므로 방광의 방사능을 제거함으로써 방광을 차폐한 경우에서 차폐하지 않은 경우보다 개선된 콩팥 섭취율을 보였으며, 소아의 경우 혈관 확보에 어려움이 있지만 직접 주입하는 방법이 다른 기타 방법보다 개선된 콩팥 섭취율을 보여 더 나은 영상 획득에 도움이 될 것이라 사료된다.

## 범용신틸레이터 감마카메라와 심근전용 반도체 감마카메라의 성능 비교 연구

연세의료원 세브란스병원핵의학과

반영각, 황동훈, 김정열, 강천구, 김재삼

**[목적]** 최근 Cadmium-zinc-telluride(CZT) 반도체를 이용한 심장 전용 감마카메라가 심장 핵의학 검사에 사용되고 있다. 본 연구는 기존 NaI(Tl) 신틸레이터를 사용한 감마카메라와 성능을 비교해보고자 한다.

**[대상 및 방법]** CZT반도체를 사용한 심장전용 감마카메라(DSPECT, Spectrum-dynamic)와 범용 신틸레이터 SPECT 감마카메라(Infinia, GE)를 사용하여 연구를 진행했다. 방사성 동위원소는  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  를 사용하고, 일반 임상 심장 핵의학 검사에 사용된 조건을 실험 조건으로 설정 했다. NEMA 2001, 3 line phantom을 사용하여 반치폭(full width at half maximum, FWHM)을 측정하여 공간분해능(Spatial resolution)을 비교했다. 심장 팬텀을 사용하여 대조도대잡음비(Contrast to noise, CNR)를 비교하여 영상을 평가했다. 그리고 팬텀의 시간 당 MBq당계수를 측정하여 민감도도 평가했다.

**[결과]** NaI(Tl) 신틸레이터를 사용한 범용SPECT 감마카메라와 CZT 반도체를 사용한 심장 전용 감마카메라의 영상평가에서 감도는  $52.83 \text{ count} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{MBq}^{-1}$ 과  $195.83 \text{ count} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{MBq}^{-1}$ 로 나왔고, 공간분해능은 16.90 mm과 9.47mm로 나왔다. 그리고 대조도대잡음비는 3.6 과 4.2 로 나왔다.

**[결론]** 기존 카메라를 이용한 심장 핵의학 영상과 비교하여 CZT를 사용한 심장 전용 감마카메라는 감도 및 공간분해능, 대조도대잡음비가 기존 감마카메라와 비교하여 월등하여 임상에서 환자의 피폭선량 저감과 검사 시간 단축, 높은 분해능의 영상으로 환자 만족도에 큰 영향을 줄 것으로 사료 된다.

**[Key Words]** CZT반도체 감마카메라, 범용 신틸레이터 감마카메라, 심장 핵의학

## SnO<sub>2</sub> 기반 <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga 제너레이터를 이용한 [<sup>68</sup>Ga]-DOTA-Tyr<sup>3</sup>-octreotide 합성

연세의료원 세브란스병원 핵의학과

손정민 · 박준영 · 임한상 · 김재삼 · 전중현

**[목적]** <sup>68</sup>Ga-DOTA-Tyr<sup>3</sup>-octreotide(<sup>68</sup>Ga-DOTATOC) 양전자방출단층촬영 (Positron emission tomography, PET) 검사는 소마토스타틴 수용체 발현을 영상으로 평가할 수 있어 신경내분비종양의 임상진단에 사용된다. <sup>68</sup>Ga은 <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga 제너레이터에서 용출할 수 있어 낮은 비용으로 생산할 수 있고, 67.6분의 반감기를 가지고 있어 PET용 방사성의약품으로 사용될 수 있는 장점이 있다. 이에, 본 연구에서는 SnO<sub>2</sub> 기반 <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga 제너레이터에서 용출된 <sup>68</sup>Ga을 이용하여 DOTATOC에 효과적으로 표지하는 조건을 확립하고, 임상적용을 위한 자동화합성장치를 개발하여 표지법을 적용하고자 한다.

**[대상 및 방법]** <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga 제너레이터는 IDB(Holland BV, Netherlands)의 1110 Mbq 제품을 사용하였다. DOTATOC을 표지하기 위해 0.6 N HCl (Rotem Industries, Israel)을 1 mL씩 <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga 제너레이터에 흘려주고, 용출되는 분획의 방사능을 측정하였다. <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga 제너레이터에서 용출된 555-740 MBq/0.6 N HCl 2.4 mL의 <sup>68</sup>Ga을 DOTATOC 전구체(50±25 μg)를 혼합한 후 HEPES(550±50 mg)로 pH를 약 3-4로 맞춘 후 95±5°C에서 10분간 반응시켰다. 이 때 DOTATOC 전구체의 농도는 25 μg, 50 μg, 75 μg으로 차별을 두어 실험하였다. 위 과정의 자동화를 위해 <sup>68</sup>Ga 방사성의약품 표지용 자동화 합성장치를 자체적으로 개발하였고, <sup>68</sup>Ga-DOTATOC의 표지반응을 적용하였다. <sup>68</sup>Ga-DOTATOC의 방사화학적 순도를 측정하기 위해 고정상으로 ITLS-SG, 이동상으로 0.1M Sodium citrate 및 1M Ammonium acetate/methanol(50/50, v/v)을 사용하였다.

**[결과]** <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga 제너레이터에 0.6 N HCl을 1 mL씩 용출시 나오는 용액의 방사능을 측정 시 첫 1 mL에서는 방사능이 거의 나오지 않았고, 두 번째와 세 번째 분획에서 90% 이상의 <sup>68</sup>Ga이 용출됨을 확인할 수 있었다. 자동화합성장치를 이용한 합성시간은 평균 35±5 분이 소요되었으며, 전구체 농도별 <sup>68</sup>Ga-DOTATOC의 표지효율은 25 μg일 때 62±5%(n=6), 50 μg일 때 65±10%(n=7), 75 μg일 때 58±3%(n=10)였다.

**[결론]** SnO<sub>2</sub> 기반 <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga 제너레이터에서 용출된 <sup>68</sup>Ga은 별도의 정제과정 없이 비교적 짧은 시간에 간단하게 DOTATOC와 효과적으로 표지할 수 있었다. 표지 화합물을 반복적으로 생산해야하는 임상적용을 위해 자동화 합성장치를 개발하여 <sup>68</sup>Ga-DOTATOC의 표지법을 적용하였으며, 이를 통해 향후 임상에서 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 기대된다.

**[Key Words]** 중심단어: <sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga 제너레이터, <sup>68</sup>Ga-DOTATOC, PET

## 반감기 5일 미만인 핵종 폐기물의 최대 보관일 산출

전북대학교병원 핵의학과

심철민 · 권용주 · 서한경 · 조광모

**[목적]** 핵의학과 방사성폐기물 저장실 공간이 여유로운 병원은 드물다. 2014년 9월11 일자로 원자력안전법 시행령이 개정되어 반감기가 5일 미만인 핵종이 위원회가 정하여 고시하는 자체처분 허용기준에 적합하면 자체처분 할 때마다 제출해야 하는 계획서 및 관계서류를 5년마다 제출하고, 폐기물을 처분할 수 있다. 본 연구는 In vivo 검사실에서 발생하는 Tc-99m, F-18의 폐기물의 자체처분 허용농도 미만이 되는 최대보관일을 산출해보고자 한다.

**[대상 및 방법]** Tc-99m의 폐기물 1 cc와 5 cc 주사기, 바늘, 10 ml 바이알과 F-18 은 5 cc 주사기, 바늘, 10 ml 바이알, 3-way stop cock의 폐기물을 대상으로 하였다. Tc-99m의 폐기물은 비방사능이 가장 높은 월요일 오전에 사용 후 바로 폐기물로 간주 하여 4주에 걸쳐 측정하였고, F-18의 폐기물은 취득(F-18 용량 : 10 ml) 후 30분 이내 발생한 폐기물의 잔류 방사능을 측정하였다. 단, Tc-99m과 F-18의 바이알에 사용 후 남은 액체폐기물은 모두 제거 후 측정 하였다. 잔류 방사능 측정은 성상별 20개를 하였고, 평균값과 최대값을 구하고 보수적 산출을 위해 가중치를 곱한 감쇄식을 적용하였다.

**[결과]** 폐기물의 잔류방사능을 측정한 결과, Tc-99m의 1 cc주사기의 평균값과 최대값은 51.8 MBq, 70.3 MBq 이었고, 1 cc바늘은 52.17 MBq, 79.9 MBq, 5 cc 주사기는 74 MBq, 121.36 MBq, 바늘은 67.34 MBq, 110.63 MBq, Tc-99m의 vial은 138.38 MBq, 297.11 MBq 이었다. F-18의 5 cc 주사기 평균값과 최대값은 1.48 MBq, 7.77 MBq 이고, 바늘은 8.88 MBq, 17.39 MBq, 3-way stop cock은 0.74 MBq, 2.11 MBq이며, F-18 바이알은 502.46 MBq, 588.3 MBq 이었다. 감쇄식을 이용한 결과, Tc-99m의 1 cc 주사기의 최대보관일은 3.86일 이며 바늘은 4.31일이다. 5 cc 주사기는 3.74일, 바늘은 4.47일 이고, Tc-99m 바이알은 3.77일이다. F-18 5 cc 주사기의 최대보관일은 1.07일, 바늘은 1.39일, 3-wat stop cock는 1일 이며, F-18 바이알은 1.45일이다.

**[결론]** Tc-99m과 F-18에 의해 발생된 폐기물의 잔류방사능을 측정하였고, 평균 잔류방사능과 최대보관일을 산출하였다. Tc-99m의 1cc 바늘이 4.31일로 보관일이 가장 길었고, 잔류방사능이 높은 Tc-99m 바이알은 질량이 크고, 비방사능이 낮아 감쇄식 적용시 최대보관일은 3.77일로 가장 짧게 나타났다. F-18은 3-way stop cock의 최대보관일이 1일로 가장 짧았으며, 바이알이 1.45일로 가장 길었다. 최대보관일 산출을 통해서 저장 공간이 좁은 병원에서는 자체처분의 기간 설정을 최대한 짧게 설정하여 폐기물 저장실의 공간을 효율적으로 관리 할 수 있을 것으로 기대된다.

**[Key Words]** 최대보관일, 자체처분, 원자력안전법 시행령, 허용농도

## Parkinson's disease 환자의 I-123 MIBG Myocardiac scan 검사 시 ROI 설정에 따른 결과값 차이에 관한 연구

인제대학교 부산백병원 핵의학과

이광민 · 이익주 · 권영동 · 방제량 · 하주형 · 최미현 · 송민재

**[목적]** I-123 MIBG Myocardiac scan 검사는 Norepinephrine(NE) 유사체로서 NE와 같은 재흡수 기전으로 교감신경 말단의 신경에서 흡수되므로 인체조직 내 교감신경의 지배영역을 영상화 할 수 있는 방사성의약품이다. 파킨슨 환자에게서는 심장의 MIBG 흡수가 줄어드는 현상을 확인 할 수 있고, 이는 파킨슨병의 심장 자율신경 기능 부전으로 인한 현상이다. I-123 MIBG Myocardiac scan 검사 시 ROI 설정에 있어 파킨슨병(Parkinson's disease)이 진행되어 육안으로 심장의 식별이 어려운 경우, 검사담당 방사선사의 숙련도 등으로 인해 ROI 설정에 영향을 줄 수도 있다. 따라서 담당 방사선사별 결과값의 오차가 어느 정도인지 확인하여 판독에 영향을 미치는지를 알아보고자 한다.

**[재료 및 방법]** 2015년 1월부터 2015년 12월까지 인제대학교 부산백병원 본원을 내원하여 I-123 MIBG Myocardiac scan 검사를 시행한 환자들 중 20명을 대상으로 하였다. 환자에게 I-123 MIBG 111 MBq(3 mCi)을 정맥주사하고 20분 후, 4시간 후 총 2회, 300 초 씩 1 frame을 획득하였다. 환자의 영상을 재구성하는 ROI 설정에 있어 담당 방사선사 개개인마다 반복적으로 실시한 후 각각의 환자 데이터 값을 구하여 비교하였다.

**[결과]** 검사한 20명중 판독상 normal 환자 10명, abnormal환자 10명으로 normal의 표준편차 평균은 early 0.088 (4.4%), delay 0.088(4.1%)이고, Abnormal의 표준편차 평균은 early 0.077(3.8%), delay 0.078(3.6%) 차이를 보였다(참고치 early 2.02±0.14(6.9%), delay 2.17±0.18(8.3%)). 또한 normal과 abnormal의 표준편차 차이는 약 0.01로 큰 차이를 나타내지는 않았다.

**[결론]** 대부분의 핵의학 검사에 있어 ROI 설정은 담당 방사선사의 숙련도에 영향을 받는다. I-123 MIBG Myocardiac scan 검사도 Heart와 Mediastinum의 ROI를 설정하기 때문에 담당 방사선사에 따라 영향을 받을 수 있다. 하지만 본 연구에서는 Mean Value 결과값 수치의 차이는 있을 수 있으나, H/M Ratio 값은 4.4%와 4.1%, 3.8%과 3.6%로 참고치의 오차 범위 안에 포함됨에 따라 판독상의 영향은 크게 미치지 않았다. 이번 연구에서 제시한 사항 외에 I-123 MIBG 방사성의약품의 특성 및 다양한 종속 인자들을 고려한 심도 있는 후속 연구가 필요하며, 다양한 세부 설정을 정확하게 적용하여 진단에 유용한 결과를 산출해야 할 것으로 사료된다.

**[Key Words]** I-123 MIBG, ROI, Parkinson's disease, H/M Ratio

## 핵의학 검사 시행하는 환자에 의한 병원 종사자 피폭선량 평가

서울대학교병원 핵의학과<sup>1</sup> · 서울특별시 보라매병원 핵의학과<sup>2</sup>

임정진<sup>1</sup> · 김하균<sup>2</sup> · 김 현<sup>1</sup> · 김종필<sup>1</sup> · 조성욱<sup>1</sup> · 김진의<sup>1</sup>

**[목적]** 최근 핵의학 영상검사의 증가로 인하여 핵의학 검사를 시행하는 방사선 작업 종사자의 피폭도 증가하게 되었다. 더불어 핵의학 영상검사와 같은 날에 여러 가지 검사를 시행하는 환자도 증가하여 병원 종사자도 불가항력적인 방사선 피폭에 노출되고 있는 것이 현실이다. 하지만 핵의학 검사를 진행하는 과정에서 검사를 받는 환자 또는 검사를 시행하는 방사선 작업 종사자의 피폭에 대한 연구와 논문은 많이 발표되고 있으나 핵의학 검사를 시행하는 환자로 인하여 핵의학 검사에 관여하지 않는 병원 종사자가 받는 방사선 피폭에 대한 논문과 연구는 부족한 것이 사실이다. 이에 핵의학 검사로 인한 핵의학과 이외의 병원 작업 종사자가 받게 될 피폭선량에 대하여 알아보려고 한다.

**[대상 및 방법]** 2015년 7월부터 10월까지 서울대병원 및 서울특별시 보라매병원 핵의학과에서 방사성의약품을 투여한 환자 250명(Bone scan 100명, Myocardial SPECT 100명, PET/CT 50명)을 대상으로 방사성의약품 투여 직후와 핵의학 검사가 완전히 종료된 후의 방사선량률을 50 cm 거리에서 측정하였다. 측정장비는 검교정이 완료된 Victoreen(FLUKE Inc., USA)과 Inspector(S.E. International, USA)를 사용하였다.

**[결과]** 핵의학과 검사를 시행하는 환자로 부터 발생하는 방사선량률을 측정한 결과, Bone scan은 방사성의약품 투여 직후에  $0.0278 \pm 0.0036$  mSv/h, 검사 종료 후(투여 후 평균 3시간 52분 경과)에  $0.0060 \pm 0.0023$  mSv/h, Myocardial SPECT는 투여 직후에  $0.0245 \pm 0.0027$  mSv/h, 검사 종료 후(투여 후 평균 2시간 09분 경과)에  $0.0123 \pm 0.0041$  mSv/h, PET/CT는 투여 직후는 이동이 없기 때문에 측정하지 않았고 검사 종료 후(투여 후 평균 68분 경과)에  $0.0439 \pm 0.0087$  mSv/h로 측정되었다. 이와 같은 결과로 병원종사자가 핵의학 검사를 시행하는 환자와의 체류 시간이 5분간일 때 투여된 방사성의약품으로 인해 받는 방사선 피폭량은 Bone scan은 방사성의약품 투여 직후가 0.0023 mSv이고 검사가 종료된 후는 0.00049 mSv, Myocardial SPECT는 투여 직후가 0.002 mSv이고 검사가 종료된 후는 0.001 mSv, PET/CT는 검사가 종료된 후에 0.001 mSv 정도임을 알 수 있었다.

**[결론]** 연구 결과 핵의학검사를 시행하는 환자에 의한 병원 종사자의 방사선피폭은 원자력법에서 정한 선량한도와 비교하여 아주 미미하다고 볼 수 있었다. 하지만 방사선방호의 대원칙인 ALARA (As Low As Reasonably Achievable)에 의거하여 불필요한 방사선피폭은 가능한 줄이고자 하는 노력이 필요할 것이다. 이에 병원의 의료정보시스템을 개선하여 핵의학 검사 시행 여부 및 검사 진행사항을 확인 할 수 있게 하여 병원 종사자가 그 사실을 사전에 인지 가능하게 된다면 방사선 보호 장구를 착용하여 불필요한 방사선 피폭의 최소화 할 수 있을 것으로 사료된다.

**[Key Words]** 방사선량률, 피폭선량, ALARA

## 뼈 스캔에서 비장의 방사성의약품 집적 증가 소견의 임상적 의의

양산부산대학교병원 핵의학과

조경남 · 임영현 · 길상형 · 박광열 · 백승주 · 조성묵 · 염승훈

**[목적]** 핵의학 영상 검사 중 뼈 스캔(Bone scan)은 인산염(phosphonates)을 표지 결합한 테크네튬( $^{99m}\text{Tc}$ )을 이용하여 근골격계 질환을 진단하는데 많이 이용되고 있다. 뼈 스캔에서 방사성의약품의 골 외 집적(non-osseous)은 흔하지 않은 영상이다. 본 연구의 목적은 뼈 스캔에서 미만성으로 비장에 방사성의약품이 집적 증가된 경우 다양한 정상 변이 소견과 집적 이유에 대한 이해와 인식이 필요하다고 사료 되어 그 의의를 알아보하고자 하였다.

**[대상 및 방법]** 대상 환자는 50세 여성으로 소량의 복수(ascites)와 비장 비대증(splenomegaly)을 동반한 알코올성 간경화증(alcoholic liver cirrhosis)과 간성뇌증(hepatic encephalopathy)을 진단받은 환자로서 뼈 스캔 시행 8개월 전 간이식 수술(liver transplantation)을 시행하였다. 등과 허리부위 통증을 호소하여 흉추·요추 전산화단층촬영(thoracolumbar spine computed tomography) 시행한 결과 압박골절을 진단 받았으며, 오래된 골절과 최근 골절을 감별하기 위하여 뼈 스캔을 시행하였다. 뼈 스캔은 저에너지 고분해능 콜리메이터를 장착한 이중 검출 감마카메라(Symbia E, Siemens, USA)를 이용하였으며, 테크네튬에 인산염을 표지 결합한  $^{99m}\text{Tc}$ -diphosphonate ( $^{99m}\text{Tc}$ -DPD) 925 MBq를 정맥 주사하여 2시간이 지난 후 전신 영상을 얻었다.

**[결과]**  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD를 이용하여 뼈 스캔을 실시한 영상에서 비장 핵의학 검사(Spleen scan) 영상처럼 미만성으로 비장에 방사성의약품의 집적이 증가되었다. 또한  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD는 최근 압박골절 부위인 흉추·요추(T4, T12, L2)와 퇴행성 부위인 요추(L5-S1), 외상성 골 병변인 좌측 경골 근위부에 집적되었다.

**[결론]** 뼈 스캔 영상에서 겸상 적혈구 빈혈, 피막하 혈종, 간 경변 및 신장 질환에 의해서 방사성의약품이 비장에 집적 될 수 있다. 상기 환자는 간 경변 및 신장 기능 저하로 인한 고칼슘혈증이 발생되었거나 간 기능 저하로 인해 문맥고혈압이 유발되어 방사성의약품의 분포가 변화하게 되어 비장과 골수에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD 집적이 증가하였을 것으로 사료된다. 따라서 골의 생리적·해부학적 변화 및 주변 장기에 의한 병변 등에 의해 발생 될 수 있는 비정상 방사성의약품 집적 증가 소견들을 알 필요가 있으며, 그에 따른 집적 이유와 상관관계 및 다른 요인들의 정확한 이해와 인식을 가지고 검사를 시행해야 할 것이다.

**[Key Words]**  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD, Splenic uptake, Alcoholic liver cirrhosis, Liver transplantation

## 감시림프절 검사 시 입자크기에 따른 대체 방사성의약품의 유용성 평가

전북대학교병원 핵의학과

조광모 · 서한경 · 정영환 · 최도철 · 신주철

**[목적]** 현재 감시림프절 검사에는  $^{99m}\text{Tc-Phytate}$ 만 사용한다. 만약 일시적으로 공급이 중단된다면 대체 가능한 방사성의약품이 없는 실정이다. 본 연구에서는 감시림프절 검사의 성공요소 중 방사성의약품의 입자 크기에 중점을 두어 핵의학 검사에 사용되는 방사성의약품들의 입자크기를 측정해보고 감시림프절 검사 시  $^{99m}\text{Tc-Phytate}$ 를 대체할 수 있는 방사성의약품을 찾아보고자 하였다.

**[대상 및 방법]** 나노입자분석기(Zetasizer Nano ZS900, Malvern)를 통하여 체내검사에 이용되는 Phytate, MAG3, DPD, DMSA, MAA, DTPA, HDP의 입자크기를 분석하였다. 동물실험은 9주령의 백서 6마리를 사용하여 각각 3마리씩  $^{99m}\text{Tc-Phytate}$ 를 사용한 대조군과 감시림프절 검사 시 유용하다고 알려진 입자크기를 갖는  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ ,  $^{99m}\text{Tc-DPD}$ 와  $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 를 사용한 실험군을 설정 하였다. 백서의 발등에 11.1 MBq(300  $\mu$  Ci)을 인슐린 주사기를 이용하여 피하주사 하고, 동적영상과 정적 지연영상을 획득 한 후 육안으로 서혜부 림프절을 관찰하였다.

**[결과]** 나노입자 분석기를 통하여 측정된 입자크기는 각각 Phytate 122~220 nm(85 $\pm$ 19.6%), MAG3 91~220 nm(82.2 $\pm$ 16.2%), DPD 78~255 nm(77.5 $\pm$ 97.1%), DMSA 164~342 nm(99.2 $\pm$ 35.7%), MAA 1106~2305 nm(100 $\pm$ 92.2%), DTPA 342~1106 nm(79.4 $\pm$ 28.2%), HDP 295~955 nm(94 $\pm$ 30.7%)로 나타났다.  $^{99m}\text{Tc-Phytate}$ 를 사용한 대조군은 모든 실험에서 서혜부 림프절을 육안으로 확인 할 수 있었다.  $^{99m}\text{Tc-Phytate}$ 와 가장 유사한 크기의  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ 는 서혜부 림프절에 저류하지 않고 빠르게 통과하였고,  $^{99m}\text{Tc-DPD}$ 와  $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 를 이용한 실험에서는 서혜부 림프절에 대조군과 비슷하게 저류되어 림프절 관찰이 용이하였다.

**[결론]** 본 실험을 통해서 핵의학 체내검사에 사용되는 방사성의약품들의 입자크기 분포를 확인하였다.  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ 는  $^{99m}\text{Tc-Phytate}$ 와 가장 유사한 입자크기를 가지고 있으나 동물실험에서는 서혜부 림프절이 관찰되지 않고 빠르게 신장을 통해 배출되었다. 반면에  $^{99m}\text{Tc-DPD}$ 나  $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 의 경우 유사시 대체 방사성의약품으로 사용 될 수 있을 것으로 생각된다.

**[Key Words]** Particle Size, Phytate, Sentinel Lymphoscintigraphy

## Glass Badge를 이용한 의료기관 방사선관리구역의 환경선량 측정을 통한 고찰

건양대학교병원<sup>1</sup>, 서울아산병원<sup>2</sup>, 세브란스병원<sup>3</sup>, 건양대학교<sup>4</sup>

조영학<sup>1</sup> · 이양섭<sup>2</sup> · 김재삼<sup>3</sup> · 박명철<sup>1</sup> · 유세종<sup>1</sup> · 임창선<sup>4</sup>

**[목적]** 한국 「의료법」에는 일본 「의료법」에서와 같은 의료기관내 환자의 방사선 피해를 방지하기 위한 별도의 선량 한도 규정이 없다. 또한 의료기관 방사선관리구역에 대한 정기적인 누설선량 및 작업환경방사선 측정도 시행되지 않고 있다. 이에 한국 의료기관 내 누설선량 및 작업환경방사선량의 실태를 파악하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

**[대상 및 방법]** 일본 치요다테크놀사(千代田テクノルの) X선,  $\gamma$  선 측정에 적합한 환경용 유리선량계(Glass badge:GB) RS형과 X선,  $\gamma$  선, 중성자 측정에 적합한 RN형 유리선량계를 사용하여 2014년 12월 1일부터 12월 31일까지 서울시 소재 2,000 병상 이상인 A의료기관 영상의학과, 병상 규모 2,000 병상 이상인 S의료기관 핵의학과, 대전시 소재 병상규모 850인 K의료기관의 영상의학과, 핵의학과, 방사선종양학과 방사선관리구역 경계 및 그의 바깥쪽 304 곳에서 누설선량 및 작업환경방사선량을 측정하였다.

**[결과]** 설치장소의 16.4%에 해당하는 50 곳에서 누설선량 및 작업환경방사선량이 검출되었다. 그리고 이 가운데 일본 「의료법 시행규칙」 제30조의19에 규정하고 있는 선량한도를 초과하는 곳은 2 곳이 있었다. 이에 그 원인을 분석한 결과 핵의학과에서 검사를 받기위해 방사성의약품을 투여 받은 환자의 다수 인원이 함께 대기하는 과정에서 방출된 방사선이 검출된 것으로 추정된다.

**[결론]** 본 연구를 통하여, 한국에서도 일본과 같이 환자, 환자보호자 및 수시출입자들의 방사선 안전을 위하여 의료기관 방사선 관리구역의 누설선량 및 작업환경방사선에 대한 정기적인 모니터링이 필요하며, 그에 대한 법률적, 제도적 개선이 요구된다.

**[Key Words]** 유리선량계, 누설선량, 작업환경방사선량, 모니터링





## 성조숙증 여아들의 임상적 특징 및 진단별 성선자극호르몬 분비호르몬 GnRH (Gonado Tropin Releasing Hormone Test) 검사결과의 비교분석평가

분당서울대학교 병원 핵의학과

김정인 · 권원현 · 문기춘 · 이인원

**[목적]** 성조숙증은 2차 성징의 발달이 여아에서는 8세 이전 남아에선 9세 이전에 조기 2차 성징이 출현하는 증상으로 골단의 조기 폐쇄를 일으켜 결국 최종 성인 신장의 감소를 가져오는 질환이다. 본 연구는 성조숙증으로 내원한 여아들의 GnRH (Gonado-tropin-releasing Hormone) 자극검사 결과와 의무기록을 후향 분석하여 진단별 차이를 알아보고자 한다.

**[대상 및 방법]** 2015년 2월부터 2015년 12월까지 분당서울대병원 소아청소년 내분비내과를 내원한 여아 118명을 대상으로 하였다. 크게 3그룹으로 분류하여 진성성조숙증군(n=57), 조기사춘기(n=39), 유방조기발육군(n=22)에 대한 Tanner stage와 실제나이(역연령), 뼈 나이(골 연령), 신장, 체중의 평균±표준편차를 구하였고, 성선 자극호르몬 결과값 LH(Basal, 30min, 45min, 60min), FSH(Basal, 30min, 60min)을 비교하여 각 그룹별 LH, FSH Peak치 분포도와 LH 최고치/LH 기저치 비율에 대한 평균±표준편차와 LH 최고치/FSH 최고치 비율에 대한 평균±표준편차를 비교하여 각 3그룹 간 유의확률(P-value) 값을 구하였다.

**[결과]** 진성성조숙증 그룹의 평균 키는 131±14.85, 평균체중은 8.80±4.93, 평균 역연령은 7.1±0.81, 평균 골 연령은 9.9±0.9였고, 조기사춘기 그룹의 평균 키는 134±5.10, 평균 체중은 28.50±4.43, 평균 역연령은 8.05±0.03, 평균 골 연령은 10.0±0.62였다. 유방조기발육군의 평균 키는 129±6.01, 평균체중은 28.65±5.98, 평균역연령은 7.02±0.58, 평균 골 연령은 8.04±1.29로 세 그룹 간에 키와 체중 비교 시 유의한 차이가 없었고 골 연령과 역연령과의 차이에서는 진성성조숙증 그룹과 조기사춘기 그룹이 유방조기발육군에 비해서 평균 2세 이상 앞선 것으로 그룹 간 유의한 차이가 있었다(P<0.0002). 각 그룹별 LH Peak, FSH Peak치 분포도 비교 시 진성성조숙증 그룹은 LH 30분-82.5%, 45분-12.3%, 60분-5.3%로 LH Peak는 30분후가 가장 많은 Peak치를 보였고 FSH 30분-8.8%, 60분-91.2%로 FSH Peak치는 60분후가 가장 많은 Peak치를 보였다. 조기사춘기 그룹에서는 LH 30분-79.5%, 45분-17.9%, 60분-2.6%, FSH 30분-7.7%, 60분-92.32%로 진성성조숙증 그룹과 비슷하게 Peak치 분포도를 나타내었다. 유방조기발육군 그룹에서는 LH 30분-30%, 45분-59%, 60분-9.09%, FSH 30분-0%, 60분-100%로 Peak치를 나타내었다. LH 최고치/LH 기저치 비율 비교 시 진성성조숙증 그룹은 19.09±17.15, 조기사춘기 그룹은 15.23±10.88 유방조기발육군 그룹은 4.93±4.36으로 유방조기발육군이 현저히 낮은 비율로 유의한 차이를 보였다(P<0.0001). LH 최고치/FSH 최고치 비율 비교 시 진성성조숙증 그룹은 1.222±0.77, 조기사춘기 그룹은 1.34±1.23 유방조기발육군 그룹은 0.3±0.09로 유방조기발육군 그룹이 1이하인 비율로 유의한 차이를 보였다(P<0.0001).

**[결론]** 진성성조숙증을 진단하기 위해서는 GnRH 자극후 LH 최고치가 기저치에 비해 2~3배 이상 증가 되어있거나 또는 일정 수준 이상(5~10 IU/L 이상) 증가 되었을 때 진단적 가치가 있다. GnRH Test 검사는 환아들에게 긴 검사 시간과 반복 채혈에 따른 불편감이 있지만 시상하부-뇌하수체-생식샘 축의 활성화도 평가와 성조숙증 질환의 감별 진단에 있어서는 아직까지 핵의학 연속검사에 있어서 가장 기본적이고 정확한 검사라고 사료되어진다.

**[Key Words]** GnRH(Gonadotropin-releasing hormone test), 역연령(chronologic age), 골연령(bone age), 진성성조숙증(true precocious puberty), 조기 사춘기(early puberty), 유방조기발육군(Premature thelarche)

## 용액에 따른 자동분주기의 분주능력 평가와 분주력 향상 실험

가톨릭대학교 서울성모병원 핵의학과<sup>1)</sup>, 동남보건대학교<sup>2)</sup>

백향미<sup>1)</sup> · 김영산<sup>1)</sup> · 윤선희<sup>1)</sup> · 허의성<sup>1)</sup> · 류형기<sup>1)</sup> · 김호신<sup>1)</sup> · 이귀원<sup>2)</sup>

**[목적]** 자동분주기를 이용하여 검사한 Cyclosporine 검사에서 표준액들이 curve를 벗어나고, 결과값의 재현성이 크게 떨어지는 것이 발견되었다. Cyclosporine 검사는 다른 검사와 차이점이 methanol과 전혈을 혼합 후 원심분리 하여 methanol 추출액을 사용하여 검사를 한다는 것이다. 검사 결과 이상의 원인이 methanol 사용에 의한 것으로 파악되어 본 실험을 시작하였다. 본원에서 사용하는 분주기는 Perkin Elmer사의 Multiprobe II plus로, 분주하는 액체의 점도, 샘플링 tip의 size, 사용하는 모터의 속도에 따라 여러 설정값을 조정하라고 안내되어 있을 뿐 정확한 지침은 없었다. 이에 사용하는 액체별 분주성능을 측정하고 최적의 분주성능을 위한 설정 값을 찾기 위해 연구하였다.

**[대상 및 방법]** 분주력 측정을 위해 4가지 용액(water, serum, methanol, PEG 6000(25%))과 TSH<sup>125</sup>I tracer(515 kBq)을 사용하였고, 실제 결과 값을 비교하기 위해 2016년 1월에 본원에 검사 의뢰된 Cyclosporine 검체 29개를 측정하였다. 4가지의 용액을 각각 400  $\mu$ l 분주하고 tracer 100  $\mu$ l 씩을 섞어 용액별로 8개의 검체를 준비하였다. 준비된 sample을 분주기로 100  $\mu$ l 씩 분주하여 CPM을 측정하고, 용액별로 CV(%)를 계산하였다. 그리고 분주기의 air gap, 분주 속도와 지연시간을 변경한 후 다시 분주하여 측정된 CPM을 CV(%)로 계산하여 설정 값 변경에 따른 CV(%)값의 변화를 측정하여 최적의 설정 값을 찾는다. Cyclosporine 검체 29개를 (1)manual검사 (2)기존 설정 값으로 검사 (3)수정한 설정 값으로 검사 했을 때의 결과를 비교하였다. 용액별 분주력 평가는 CV(%)를 이용하여 계산하였고, 실제 검사 결과 값의 비교는 manual 검사 결과를 기준으로 기존 설정 값으로 검사했을 때, 수정한 설정 값으로 검사 했을 때의 결과 값을 Difference(%)와 상대오차(%Relative error : %RE)로 비교해 보았다.

**[결과]** 4가지 용액과 tracer를 섞어 분주한 CPM의 CV(%)는 water 0.88, serum 0.95, methanol 10.22, PEG는 0.68로 methanol을 제외한 용액들은 1% 이내였으나, methanol은 CPM 차이가 두드러졌다. methanol 분주를 기존 설정 값인 Transport air gap 0에서 2와 5로 변경하여 검사 시 CV(%)는 각각 20.16, 12.54, System air gap 0에서 2와 5로 변경 시 8.94, 1.36으로 나타났다. System air gap 2, Transport air gap 2로 변경 시 CV(%)는 12.96, System air gap 5, Transport air gap 5로 변경 시 1.33 이었고, Dispense speed를 300에서 100으로 변경 시 CV(%)는 13.32, Dispense delay를 200에서 100으로 변경 시는 13.55인 것으로 나타났다. 분주기를 이용하여 기존 설정 값으로 검사 시에는 manual 검사 결과 값에 비해 평균 99.44% 증가하였고, 상대오차는 93.59%로 나타났다. 수정된 설정 값으로 검사 했을 때는 manual 검사 결과 값에 비해 결과가 평균 6.75% 증가하였고, 상대오차는 5.10%로 상대오차의 허용기준치 10%에 비하여 양호한 결과가 나왔다.

**[결론]** Transport air gap, Dispense speed, Delay time을 조정하였을 때는 CV(%)가 증가하였고, System air gap을 조정 하였을 때 CV(%)가 현저하게 감소하였다. 실제 검사결과에서도 이를 확인 할 수 있었다. methanol을 이용한 Cyclosporine 검사 kit는 올해 2월에 단종이 되었지만, 분주기를 사용함에 있어 용액에 따른 분주성능에 차이가 있을 수 있음을 염두해 두어야 하고 새로운 용액을 분주해야 할 때는 미량저울로 분주량을 측정하거나 CPM으로 분주성능을 측정하여 해당 용액이 분주기를 사용함에 적절한지 검증 후 사용하여야 할 것으로 사료되어 본 실험결과를 보고하고자 한다.

**[Key Words]** 자동분주기, Cyclosporine, methanol, air gap

## 외부정도관리를 이용한 측정불확도 추정

서울대병원 핵의학과

윤태석 · 임소희 · 인우진 · 노경운 · 김진의

**[목적]** 측정불확도(measurement uncertainty)는 사용된 정보를 기초로 하여 측정량에 대한 측정값의 산포 분산 특성을 나타내는 음이 아닌 파라미터이다. 각 시험기관은 KOLAS에서 인정하는 ‘공인 메디컬 시험기관’의 기준을 만족하기 위해서 불확도를 추정하고 기록하여야 한다.(ISO 15189)(ISO/IEC 17052) 서울대병원 핵의학과는 대한핵의학회 주관으로 구축된 측정불확도 추정법을 사용하고 있다. 여기에 전국 60여개 핵의학과 체외검사실이 참여하는 외부정도관리 결과값을 이용하여 측정불확도를 보다 더 구체적으로 적용하는 방법을 검토하였다.

**[대상 및 방법]** 이번 논문에서는 방사면역측정법으로 시행하고 있는 중앙표지자 검사인 CEA에 대한 측정불확도를 추정하였다. 우선 기존에 측정불확도 추정법으로 제안되었던 방법 중 내부정도관리를 이용한 하향식 방법(Top-down approach)을 기초로 하여 진행하였다. 정밀도는 우리가 측정하고자 하는 값(measurand)의 참값과의 연관성을 나타내는 것은 아니다. 그러나 불확도는 측정값이 참값에 얼마만큼 근접해 있는지를 나타내려고 구하는 것이다. 그러므로 측정불확도를 정확히 추정하기 위해서는 정밀도뿐만 아니라 값의 편차(bias)도 고려하여야 한다. 우리는 이를 위해 외부정도관리 결과를 이용하였다. 동일한 검체에 대해 60여개 기관의 결과 값과 서울대병원 핵의학과 측정값을 통해 편차(bias)와 그의 불확도 값을 추정하였다.

**[결과]** 2014년 11월 내부정도관리 값을 이용하여 CEA의 측정불확도값을 추정하였고 그 중에서 고농도 값만을 이용하여 이번 논문에서 제안된 불확도값을 추정해 보기로 하였다.(control 3) 통계적으로 얻어진 값을 통해 평균, 표준편차를 구하고 그것으로 계산된 변이계수를 표준불확도(5.7)로 사용하였다. 여기에 불확도 전파의 법칙을 통해 합성불확도와 확장불확도를 각각 구했다. 각각의 값은 5.7과 11.4이다. 그리고 지난 1년간 외부정도관리 고농도 물질에 대한 서울대병원 핵의학과 평균 및 표준편차 값은 각각 35.62와 2.80이다. 또한 같은 기간 전체 기관의 값은 38.78과 6.78이었다. 이를 통해 %bias를 구한 결과 -8.14 bias(%)를 나타내었다. bias의 불확도는 1년간의 서울대병원 핵의학과 결과 값을 통해 표준불확도를 추정하였고(1.4) 1년간 전체 기관의 외부정도관리 값을 토대로 bias 표준불확도 값을(2.11) 구했다. 이 두 값은 불확도 전파의 법칙을 이용하여 2.5의 불확도 값을 결과적으로 추정해 낼 수 있었다.

**[결론]** KOLAS 인증 준비를 시작으로 도입된 핵의학과 체외검사실에서의 측정불확도 추정법은 현재 많은 인증기관에서 보유하고 있다. 사실상 상향식 방법의 어려움으로 대부분의 기관들은 내부정도관리에 기초한 하향식 방법으로 측정불확도 값을 추정하고 있는 상황이다. 이러한 가운데 우리는 지난 3년동안 대한핵의학회에서 마련한 측정불확도 추정법에 대한 다양한 시도들을 해 보았다. 우선 실질적인 데이터를 이용하여 측정불확도를 추정해 보았고(2014년, 2015년) 제한적이지만 인증표준물질(CRM)을 이용하여 불확도를 추정하는 방법도 제안해 보았다.(2015년) 마지막으로 신뢰성 높은 대한핵의학회의 외부정도관리 데이터를 이용한 측정불확도 추정을 하였다. 우리는 약 3년간의 과정을 통해 얻어진 결과를 토대로 보다 더 구체적이며 보다 더 수월하게 구현되는 측정불확도 추정 방안을 마련하는 것이 필요하겠다.

**[Key Words]** 측정불확도, 내부정도관리, 외부정도관리, 하향식 방법, 방사면역측정법

## Excel의 추세선을 이용한 표준곡선 검증

동아대학교 병원 핵의학과

이경화 · 박형기 · 신영만

---

**[Purpose]** Using a regression formula of the trendline near the coefficient of determination( $R^2$ ) "1" by substituting the dependent variable of the standard curve to calculate the values of the independent variable. To determine the suitability of a regression equation by comparing the difference between the independent variables of the standard curve and the predicted independent variables.

**[Materials and methods]** Perkin Elmer Gamma-Counter machine was used for Standard curve of regression methods. TSH, Tg-Ag, Insulin that used materials and method test to compare the result from the Excel trendline of the regression formula.

**[Result]** Each of the value of coefficient of determination( $R^2$ ) and Trendline  $R^2=1$ , Polynomial Trendline for TSH,  $R^2=1$ , Polynomial Trendline for Tg-Ag,  $R^2=0.9994$ , Polynomial Trendline for Insulin.

**[Conclusion]** We confirmed that IRMA immune method is found to the nearest trends elected a standard curve using polynomial trendline. The independent variables to predict the trend by using a polynomial trendline formula containing the error was a limitation.

**[Key Words]** Regression, Standard curve, Trendline

## HCV 검사의 검사 방법 간 결과 비교 분석

삼광검사센터

임지현

**[목적]** HCV는 간에 영향을 주는 바이러스로 급성, 만성 감염으로 전이되어 간경화 및 간암을 유발하는 간질환의 주요 원인이 된다. 현재 국내 C형 감염환자는 약 4,000명 정도이며 약 80%에서 만성 감염으로 진행되고 감염환자의 약 20%에서 간경화로 진행된다. 이에 HCV 검사의 정확하고 신속한 조기진단이 중요하며 현재 HCV 검사는 다양한 검사방법으로 실시되고 있다. 또한 HCV 검사는 감염 시 임상검사의 이용과 해석 알고리즘에 의한 확진검사와 추적검사가 진행되고 있다. 이에 본원에서 실시하고 있는 RIA 검사방법에서의 정확도와 민감도, 위양성률을 살펴보기 위하여 CMIA, HCV RNA PCR 결과를 비교 검토해 보고자 하였다.

**[대상 및 방법]** 2015년 1월부터 2016년 2월까지 본원에 HCV Ab(CMIA)로 의뢰된 검체 102,854건을 대상으로 하였으며 그 중 Positive(1.00~20.00)로 보고된 검체 157건과 음성으로 보고된 검체 46건을 포함한 총 203건을 RIA와 HCV RNA PCR로 비교 검사를 진행하였다.

**[결과]** HCV RNA PCR 검사 결과는 CMIA에서 양성인 검체 157건 중 Positive(1.00~5.00)과 Positive(5.00~10.00)로 보고된 86건은 음성으로, Positive(10.00~20.00)로 보고된 71건은 양성으로 나타났으며 음성 검체 46건 중 1건을 제외하고 모두 음성의 결과를 나타냈다. RIA 검사 결과는 양성 검체 중 Positive(1.00~5.00)로 보고된 검체 76건은 음성으로, Positive(5.00~10.00)와 Positive(10.00~20.00)로 보고된 81건은 양성으로 나타났으며, 음성 검체는 모두 음성의 결과를 나타냈다. 즉, Positive(10.00~20.00)로 보고된 양성 검체는 모든 검사법에서 모두 양성 결과로 나타났고, Positive(5.00~10.00)로 보고된 양성 검체는 RIA에서는 동일하게, HCV RNA PCR에서는 음성으로 나타났고, Positive(1.00~5.00)로 보고된 양성 검체는 RIA와 HCV RNA PCR에서 모두 음성으로 나타났다.

**[결론]** 최근 HCV 감염을 진단하기 위해 민감도와 특이도가 높은 시약들이 개발되고 있지만 이로 인한 위양성을 배제할 수 없는 검사의 한계점을 가지고 있다. 이는 본 결과에서 CMIA에서 양성으로 보고된 Positive(1.00~10.00) 검체가 검사방법에 따라 상이한 결과를 보이는 양상으로도 확인 할 수 있었다. 그러므로 C형 감염 환자 진단 시에는 검사방법 결과의 양상에 따른 알고리즘의 검사기준과 더불어 환자의 history나 증상 등을 고려하여 종합적으로 판단해야 하며 HCV 감염환자의 추적검사를 통한 지속적인 관리도 중요하다.