

## &lt;원저&gt;

## F-18 FDG 자동분주기의 분주 최적화에 관한 연구

## - Study on Optimized Dispensing of F-18 FDG Auto Dispenser -

1)가야대학교 방사선학과 · 2)영남대학교의료원 핵의학과

지봉근<sup>1,2)</sup>·이상훈<sup>1)</sup>·김종언<sup>1)</sup>·김원태<sup>1)</sup>·지태정<sup>1)</sup>

## — 국문초록 —

본 연구는 PET/CT 종사자의 피폭선량 감소 및 방사성의약품의 정확한 방사능량 투여를 목적으로 사용 중인 자동분주기의 분주 최적화에 관한 연구이다. 연구방법은 주사기 종류 및 분주 속도, Vial 압력에 따른 평가 결과를 통해 분주 횟수에 따른 오차 값을 알아보고 보정 값을 적용하여 최적화된 분주방법을 찾고자 하였다.

연구결과 5 ml 주사기에서는 평균 9.38 mCi가 분주되었고, 3 ml에서는 9.55 mCi가 분주되어 3 ml 주사기에서 10 mCi에 근접한 재현성을 보였다. 분주 속도에 따른 평가에서는 속도를 5, 10, 15, 20 mm/min 으로 증가시켜 10회씩 측정된 결과, 5 mm/min의 속도에서 10 mCi 정량에 가까운 방사성의약품이 분주되었다. Needle필터 사용 전/후 Vial 압력에 따른 평가 결과에서는 3 ml 주사기의 경우 사용 전 9.53 mCi, 사용 후 9.84 mCi로 측정되어 Needle필터를 사용한 후 분주하는 것이 최적화된 값으로 확인되었다. 또한 분주 횟수 증가에 따른 보정 값 적용 전/후 방사능 평가에서는 보정 전 9.53 mCi, 보정 후 10.07 mCi로 측정되어 보정 값을 적용한 실험에서 정량 값에 가까운 것으로 확인되었다.

따라서, 방사성의약품 분주 시 최적화된 분주방법은 주사기는 3 ml를 사용하고, 분주 속도는 5 mm/min로 설정하며 분주 시 Needle필터를 사용하고, 장비의 분주 횟수( $x$ )에 따른 보정 값은  $y = 0.097 \times x$ 로 설정하는 것이 좋은 것으로 확인되었다.

**중심 단어:** 방사성의약품, 자동분주기, 최적화, F-18 FDG

## I. 서 론

PET/CT(Positron Emission Tomography CT)검사는 핵의학 영상 분야에서 신진대사의 이상을 찾아내어 진단하는 검사이다<sup>1)</sup>. 최근 조사에 의하면 2013년 기준 전국 120여개의 병원에서 154대가 가동 중이며 연간 407,739건 검사가 진행되었다<sup>2)</sup>. PET/CT에 사용되는 대표적인 방사성의약품은 F-18 FDG이다. 이것은 당대사를 이용하여 환자의 종양 세포에 집적되는 기전을 활용하여 암의 진단에 이용되고 있다<sup>3)</sup>. F-18 FDG는 사이크로트론에서 생산되며, 양전자를

방출하고 주위 전자와 만나 소멸하며 이 때 두 개의 고에너지(511keV) 방사선을 방출한다<sup>4)</sup>. 따라서 F-18 FDG를 분주 시 시술자는 방사성의약품에 의해 손을 포함한 신체에 피폭된다<sup>5)</sup>.

park 등(2012)의 연구결과에 따르면 F-18 FDG 분주 및 검사과정에서 손 부위의 피폭선량이 몸통보다 5배 높은 것으로 보고되었다. 8개월 동안의 누적선량을 측정된 결과 몸통부위(측정장비 : TLD) 7.54 mSv, 손 부위에(측정장비 : Ring TLD) 38.49 mSv를 피폭된 것으로 조사되었다<sup>6)</sup>. 이러한 문제점을 해결하기 위해 전국 40여 곳의 병원에서 자동

분주기(Auto Dispenser)를 사용하고 있다<sup>7)</sup>. 초기모델로 개발된 Hi PET Care SDD I (이현시스템, Korea, 2013)는 분주 시 시술자가 직접 반감기를 통한 방사능량을 계산한 후 장비에 주사기 용량을 입력하여 분주하는 방식이다. 이 방식의 단점은 정확한 방사능량의 계산이 어렵고 추가 분주에 따른 시술자의 피폭선량과 환자의 대기 시간이 증가되는 것이다<sup>8)</sup>. 이러한 점을 보완하기 위해 Hi PET Care SDD II (이하 Hi PET II)가 개발되어 사용되고 있다. Hi PET II는 정확한 방사능량의 분주를 위해 F-18 FDG 장착 시 현재의 방사능량, 시간, Vial Volume(물약병 용량)을 입력시키는 방식이다. 이 후 분주 시 원하는 방사능량(mCi)을 입력하면 장비 내에서 반감기를 고려한 주사기 용량을 실시간으로 계산하여 자동 분주한다. 하지만 Hi PET II의 경우에도 Hi PET I에 비해 많은 점이 개선되었지만 분주가 반복될수록 Vial안의 압력이 낮아져 방사성의약품의 정확한 분주가 되지 않는다. 이로 인하여 추가 분주를 시행하게 되며 환자의 대기시간 및 종사자의 피폭이 증가된다.

따라서 본 연구는 Hi PET II사용 시 최적화된 분주방법을 찾고자 주사기의 용량에 따른 측정을 하였으며, 또한 분주 속도 설정에 따른 방사성의약품의 방사능량과 Vial압력에 따른 평가로 연구를 진행하였다. 이를 기반으로 자동분주기의 오차를 보정하기 위한 값을 구하고자하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### 1) 자동분주기(Auto Dispenser)

본 연구에 사용된 자동분주기는 HI-PET CARE SDD II (이현시스템, Korea, 2015)이다(Fig. 1). 종사자의 피폭선량 경감 및 정확한 방사능량 분주를 목적으로 사용되고 있다. 방사성동위원소 F-18 FDG를 자동으로 분주해주는 장치로 방사성의약품이 담긴 Vial을 차폐체에 넣어 장비에 장착한 후, 분주 시 주사기를 Pig(텅스텐으로 된 Syringe 전용 차폐체)에 끼워 분주를 위해 선반에 위치시킨 후 F-18 FDG를 mCi 단위로 입력하여 분주하는 방식이다.

#### 2) Dose Calibrator

본 연구에 사용된 Dose Calibrator는 Hi PET II에 내장된 CRC-25PET(CAPINTEC, USA, 2013)를 사용하였으며, 방사능량의 측정범위는 1 uCi~20 Ci까지이다.



Fig. 1 HI-PET CARE SDD II(이현시스템, Korea, 2015)



Fig. 2 Dose Calibrator CRC-25PET (CAPINTEC, USA)

본 장비는 자동분주기로 분주한 F-18 FDG의 방사능량을 측정한다. 측정기의 정확도와 직선성은  $\pm 2\%$  이내로 유지되도록 정기검사를 시행하였다(Fig 2).

### 2. 실험방법

#### 1) 방사성의약품의 분주 횟수에 따른 분주 방사능 평가

F-18 FDG의 반감기는 약 110분으로 환자 예약시간 경과에 따라 방사성의약품의 분주용량이 증가한다.

일반적인 임상병원의 PET/CT검사 예약시간은 약 20분 간격이다. 따라서 20분 간격으로 분주 횟수에 따른 방사능량의 오차를 평가하기 위하여 3 ml 주사기를 이용해 분주 속도를 5 mm/min 로 설정 후 20분 간격으로 180분까지 10

mCi를 10회 분주 실험하였다.

실험 전 Needle필터를 이용한 Venting 작업을 통해 Vial 안의 압력을 대기압으로 설정 후 실험을 진행하였다.

#### 2) 주사기 용량에 따른 분주 방사능 평가

주사기 용량에 따른 재현성을 알아보하고자 실험을 진행하였다. 주사기 3 ml, 5 ml를 이용해 방사성의약품 10 mCi를 10회씩 분주하였다. Needle필터를 이용해 Vial내 압력을 대기압으로 설정 후 실험하였다. 장비의 분주 속도는 5 mm/min로 설정하였다.

#### 3) 분주 속도에 따른 분주 방사능 평가

Hi PET II장치의 설정 중 분주 속도 변경에 따른 방사성의약품의 방사능량을 측정하였다. Hi PET II는 분주 속도를 높게 설정할수록 피스톤을 잡아당기는 속도가 빨라지는 방식으로 단계별로 변화를 주며 각 10회씩 분주 실험을 하였다. 실험은 3 ml, 5 ml 주사기를 이용해 5, 10, 15, 20 mm/min의 속도로 설정하여 F-18 FDG 10 mCi 10회를 분주하였다.

#### 4) Vial 압력에 따른 분주 방사능 평가

vial 내부의 압력을 대기압으로 설정 후 분주를 반복할수록 Vial안의 압력은 낮아진다. 따라서 분주가 반복될수록 주사기내로 유입되는 공기의 양이 점점 늘어나는 것으로 조사되었다. 본 연구에서는 매 분주 시마다 F-18 FDG Vial 앞쪽 고무 패키징에 Needle필터를 꽂아 Vial안의 압력을 대기압으로 맞춰주면서 분주 실험했다.

3 ml, 5 ml 주사기를 이용해 분주 속도는 5 mm/min로 설정하였으며 비교평가를 위해 일반적으로 병원에서 하는 방법인 Venting작업을 Vial 장착 시 최초 1회만 시행한 경우와 매 분주 시 하는 두 가지의 경우에서 F-18 FDG 10 mCi 10회를 분주했다.

#### 5) 분주 횟수 증가에 따른 보정 값 적용 후 방사능 평가

분주 횟수가 증가할수록 Vial안의 압력이 낮아져 10 mCi의 정량적인 분주가 되지 않는다. 매 분주 시 Venting작업을 함으로써 Vial안의 압력을 대기압으로 설정할 수 있다. 하지만 피폭선량의 문제로 임상에서 매 분주 시 Venting작업을 하는 것은 제한점이 따른다. 따라서 대체 방법으로 횟수에 따른 분주 방사능량의 오차 값을 활용하여 보정 값을 산출하였으며, 이를 적용하여 F-18 FDG를 10회 분주했다.

분주설정은 재현성이 좋게 평가된 3 ml 주사기를 사용하여 분주 속도는 5 mm/min로 설정 후 방사성의약품을 10회 분주 측정하여 보정 값 전/후를 비교 평가하였다.

본 연구에 진행된 모든 실험은 10회 분주를 열 번씩 반복 실험하여 평균값을 산출하였으며 20분 간격으로 분주 하였다.

## III. 결 과

### 1. 방사성의약품의 분주 횟수에 따른 평가 결과

F-18 FDG 10 mCi를 20분 간격으로 10회씩 분주한 결과 10회 평균 9.53 mCi, 표준편차는 0.300으로 조사되었다 (Table 1, Fig 3).

1회 분주 시에는 정량 값 10 mCi에 가까운 평균 9.91 mCi가 측정되었으며 분주 횟수가 증가할수록 방사능량이 감소되는 것으로 확인되었다. 10회 분주에서는 9.06 mCi로 1회에 비해 0.85 mCi가 적게 분주되어 약 8.6% 방사능량이 감소한 것으로 확인되었다.

본 실험결과 분주 횟수가 증가할수록 Vial내의 압력에 따른 영향으로 분주되는 방사능량이 감소되었다.

### 2. 주사기 용량에 따른 평가 결과

자동분주기의 정확도와 재현성을 알아보기 위해 3 ml, 5 ml 주사기를 이용하여 F-18 FDG 10 mCi를 10회 분주했다.

3 ml 주사기의 경우 10회 평균 9.55 mCi가 측정되었으며, 5 ml 주사기의 경우 10회 평균 9.38 mCi가 측정되었다.

분주 시 미량의 공기 유입으로 인하여 3 ml, 5 ml 주사기 모두에서 10 mCi의 정확한 분주가 되지 않았다. 5 ml에서 10회 평균 3 ml 보다 0.17 mCi 적은양이 분주되었다. 표준 편차는 3 ml 0.297, 5 ml 0.346으로 3 ml에서 편차가 작은 것으로 조사되었다(Fig. 4).

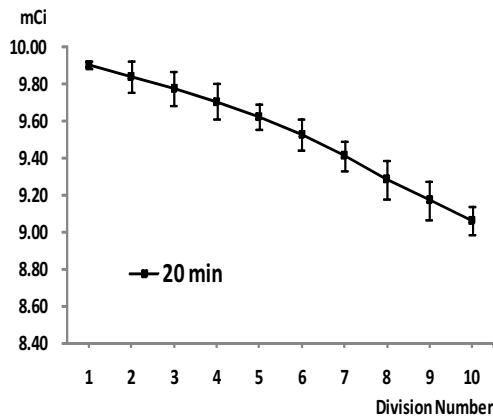
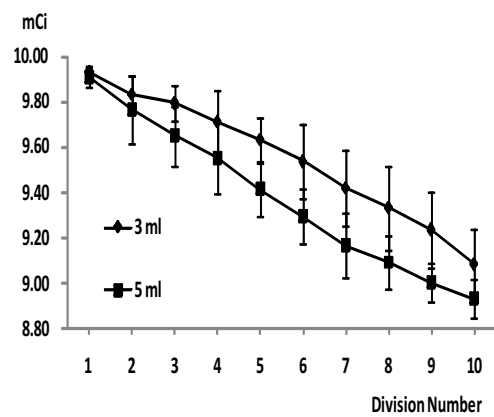
### 3. 분주 속도에 따른 평가 결과

분주 속도를 5, 10, 15, 20 mm/min 으로 바뀌가며 방사성의약품 10 mCi를 10회 분주한 결과 3 ml의 실험에서는 분주 속도 5, 10, 15, 20 mm/min의 경우에서 10회 평균 각각 9.53, 9.52, 9.47, 9.38 mCi로 측정되었다.

속도가 15 mm/min 이상으로 증가할수록 분주되는 방사능량이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 표준편차는 각각의 속도에서 0.312, 0.318, 0.341, 0.357로 조사되어 속도

**Table 1** Measurement outcome of dividing F-18 FDG 10 mCi in every 20 minutes

Division Number	Time	Average (mCi )
1	—	9.91 ±0.02
2	20 min	9.84 ±0.08
3	40 min	9.78 ±0.09
4	60 min	9.71 ±0.10
5	80 min	9.62 ±0.07
6	100 min	9.53 ±0.08
7	120 min	9.41 ±0.08
8	140 min	9.29 ±0.04
9	160 min	9.17 ±0.10
10	180 min	9.06 ±0.08
Average		9.53
Standard Deviation		0.300

**Fig. 3** Measurement outcome of dividing F-18 FDG 10 mCi in every 20 minutes**Fig. 4** Measurement outcome of dividing F-18 FDG 10 mCi using 3 ml and 5 ml syringes

가 15 mm/min 이상 증가할수록 편차가 증가했다(Fig. 5).

5 ml의 실험결과에서는 각각의 속도에서 9.41, 9.38, 9.24, 9.16 mCi가 측정되었다. 표준편차는 각각 0.360, 0.362, 0.433, 0.502로 조사되어 5 ml 주사기 또한 분주 속도가 15 mm/min 이상으로 증가할수록 편차가 증가함을 알 수 있었다(Fig. 6).

본 실험결과 5 mm/min의 속도에서 정량 값 10 mCi에 가깝게 측정되었으며 그 중 3 ml 주사기에서 평균 오차 값이 작은 것으로 확인되었다.

#### 4. Vial 압력에 따른 평가 결과

분주 시마다 Needle필터를 이용해 vial 내부의 압력을 대기압으로 맞춰주면서(Venting) 실험을 진행하였다. 비교를 위해 분주 전 최초 1회만 Venting작업 한 경우와 매 분주

시 Venting작업한 경우 각각 F-18 FDG 10 mCi를 10회 분주했다.

3 ml의 경우 최초 1회 Venting작업 평균 9.53 mCi, 매 분주 시 Venting작업 평균 9.84 mCi로 측정되었다. 표준편차는 Venting작업 전/후 각각 0.306, 0.082로 측정되었다(Fig. 7).

5 ml의 경우 Venting 전/후 각각 9.41, 9.78 mCi가 측정되었고, 표준편차는 각각 0.316, 0.103으로 조사되었다(Fig. 8).

두 종류의 주사기 모두 Venting작업 시 10 mCi 근사 값으로 분주되었다.

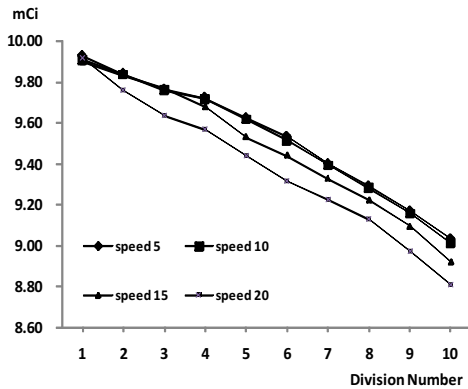


Fig. 5 Radioisotope measurement outcome according to changes of division speed using 3 ml syringe

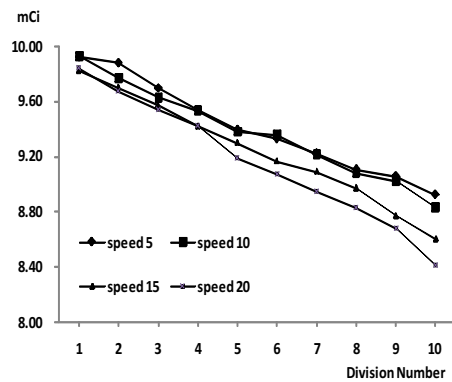


Fig. 6 Radioisotope measurement outcome according to changes of division speed using 5 ml syringe

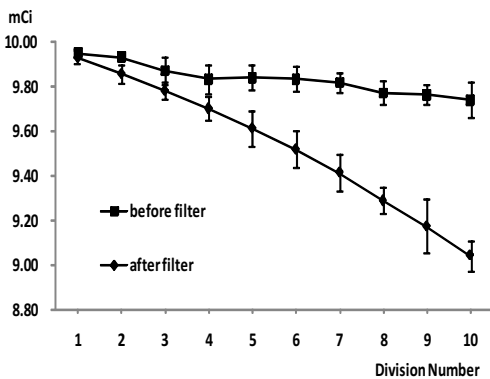


Fig. 7 Radioisotope measurement outcome of before and after using Needle filter with 3 ml syringe

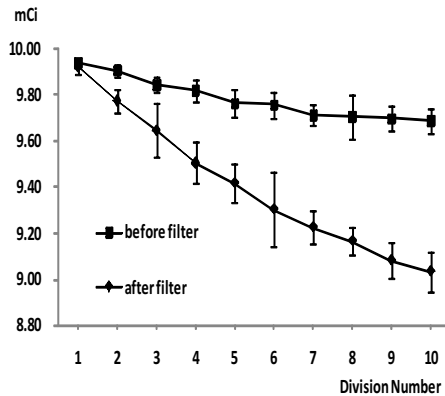


Fig. 8 Radioisotope measurement outcome of before and after using Needle filter with 5 ml syringe

### 5. 분주 횟수 증가에 따른 보정 값 적용 후 평가 결과

분주 오차에 따른 보정 값을 구하여 Hi PET II의 분주에 적용하기 위해 최적화된 보정 값을 구하였다. 분주 재현성이 좋게 평가된 3 ml 주사기와 5 mm/min의 분주 속도로 분주한 측정값을 각각 Polynomial Fitting, Linear Fitting 방법을 이용하여 보정 값을 산출하였다(Fig. 9).

결과 Polynomial Fitting에서는 분주 횟수( $\chi$ )에 따라 보정 식으로  $[y = 9.959 + (-0.046) \times \chi + (-0.005) \times \chi^2]$ 을 구하였고, Linear Fitting에서는  $[y = 0.097 \times \chi]$ 을 구했다. 이 중 임상에서 적용하기 쉬운 Linear Fitting 방식에서 산출된 횟수( $\chi$ )에 따른 보정 식  $[y = 0.097 \times \chi]$ 을 활용하여 Hi PET II에 추가 설정하여 분주하였다.

실험결과, 보정 값 적용 전 10회 분주에서는 평균 9.53 mCi가 측정되었으며, 보정 값 적용 후 평균 10.07 mCi가 측정되었다. 표준편차는 보정 값 적용 전/후 0.304, 0.086

으로 조사되었다. 보정 값 적용 후 분주에서 10 mCi 정량에 가까운 방사능량이 분주됨을 알 수 있었다(Table 2, Fig. 10).

## IV. 고찰

본 연구는 Hi PET I의 단점을 보완하여 새롭게 제작된 Hi PET II의 최적화된 분주방법을 찾고자 연구를 진행하였다.

기존모델로 개발된 Hi PET I은 분주 시 시술자가 직접 반감기를 통한 방사능량을 계산한 후 장비에 주사기 용량을 입력하여 분주하는 방식이다. 이 방식의 단점은 정확한 방사능량의 계산이 어렵고 추가 분주에 따른 시술자의 피폭선량과 환자의 대기 시간이 증가되는 것이다. 이러한 점을 보완하기 위해 Hi PET II가 개발되어 사용되고 있다. Hi PET

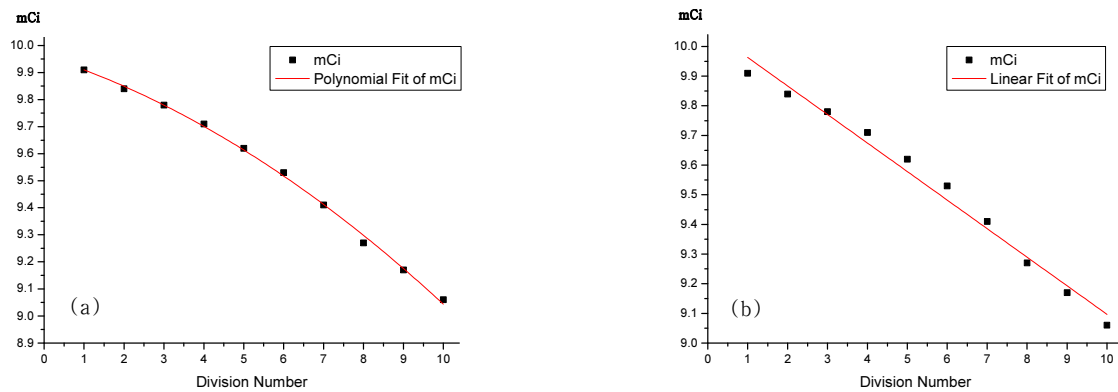


Fig. 9 Polynomial Fitting(a) and Linear Fitting(b) for value calculation of correction of error

Table 2 Radioisotope measurement outcome of before and after applying value of correction of error according to increase of division number

Before Applying Value of correction		After Applying Value of correction	
Division Number	mCi	Division Number	mCi
1	9,91 ±0,04	1	10,02 ±0,05
2	9,84 ±0,08	2	10,03 ±0,06
3	9,78 ±0,09	3	10,06 ±0,09
4	9,71 ±0,10	4	10,10 ±0,09
5	9,62 ±0,07	5	10,10 ±0,08
6	9,53 ±0,08	6	10,11 ±0,07
7	9,41 ±0,08	7	10,10 ±0,10
8	9,27 ±0,12	8	10,08 ±0,10
9	9,17 ±0,16	9	10,07 ±0,10
10	9,06 ±0,15	10	10,06 ±0,12
Average	9,53		10,07
Standard Deviation	0,304		0,086

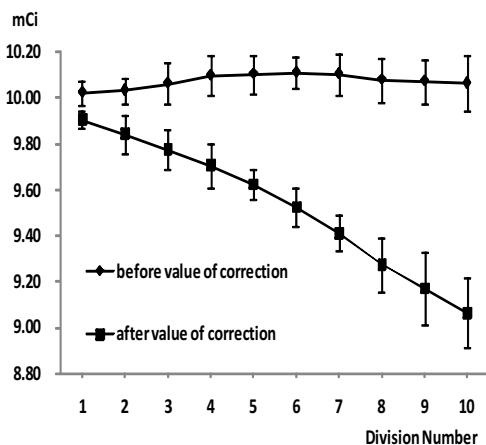


Fig. 10 Radioisotope measurement outcome of before and after applying value of correction of error according to increase of division number

II는 정확한 방사능량의 분주를 위해 F-18 FDG 장착 시 현재의 방사능량, 시간, Vial Volume(물약병 용량)을 입력시키는 방식이다. 이 후 분주시 원하는 방사능량(mCi)을 입력하면 장비 내에서 반감기를 고려한 주사기 용량을 실시간으로 계산하여 자동 분주한다.

따라서 본 연구는 기존 연구에서 구하지 못했던 Hi PET II의 최적화된 분주방법을 찾고자 하였으며, 주사기의 용량 및 분주 속도 변화에 따른 방사성의약품의 방사능량과 Vial 압력을 일정하게 하는 방식으로 연구를 진행하였다. 이를 기반으로 자동분주기의 오차를 보정하기 위한 보정값을 구하고자 하였다.

분주방법에 따른 실험에 앞서 분주 횟수에 따른 방사능량을 평가하였다. 20분 간격으로 10회 분주한 실험결과 1회

9.91 mCi 방사능에서 10회 9.06 mCi 방사능이 측정되어 분주 횟수 증가에 따라 분주되는 방사능량이 감소함을 알 수 있었다.

주사기 용량에 따른 실험 결과, 분주 방사능량이 3 ml에서는 평균 9.55 mCi, 5 ml는 9.38 mCi로 측정되었다. 5 ml 주사기 사용의 경우 주사기로 유입되는 공기의 양이 조금 더 많은 것을 확인할 수 있었다. 3 ml 주사기 사용의 경우에서 최적화된 분주 값이 측정되었다.

분주 속도에 따른 평가 결과에서는 평균 방사능량이 3 ml 주사기의 경우 분주 속도를 5 mm/min 로 하였을 때 9.53 mCi, 10 mm/min 9.52 mCi, 15 mm/min 9.47 mCi, 20 mm/min 9.38 mCi로 측정되었다. 분주속도 5 mm/min와 10 mm/min에서 최적화된 분주가 확인되었다. 분주 속도가 15, 20 mm/min 으로 증가할수록 분주되는 방사성의약품이 감소되었으며 표준편차도 증가하였다. 5 ml 주사기의 경우에는 각각 9.41, 9.38, 9.24, 9.16 mCi로 측정되어 속도 5, 10 mm/min에서 좋은 결과가 나왔다. 3 ml 보다 5 ml에서 평균 0.18 mCi가 적게 분주되어 임상에서 분주 시 3 ml 주사기의 사용이 더 적합한 것으로 사료된다.

분주 속도가 빠를수록 환자 대기 시간 및 시술자의 피폭선량이 감소된다. 하지만 분주 속도를 15 mm/min 이상 사용 시 공기 유입으로 인해 추가분주의 빈도가 높아진다. 따라서 임상에서 분주 속도를 5 mm/min 로 하였을 때 10 mCi에 대한 방사능의 재현성이 있는 분주를 함에 있어서 가장 적합한 것으로 사료된다.

Vial 압력에 따른 평가 결과에서는 3 ml 주사기의 결과 최초 1회 Venting작업 시 평균 9.53 mCi, 매 분주 시 Venting작업의 경우 평균 9.84 mCi로 측정되었다. 5 ml 주사기의 경우에는 각각 9.41 mCi, 9.78 mCi로 측정되었다. Needle필터 사용 전 분주 횟수가 증가할수록 공기의 유입으로 인해 분주되는 방사능량이 감소되는 것을 확인할 수 있었다. Needle필터 사용 후의 경우 사용 전 보다 재현성이 좋은 것으로 확인되었다. Vial 압력에 따른 평가 역시 3 ml 주사기의 사용이 10 mCi의 재현성 있는 분주를 함에 있어 더 적합한 것으로 측정되었다. 하지만 Hi PET II의 특성상 Needle필터를 시술자가 손으로 직접 Venting작업해야 하므로 손의 피폭선량 증가를 초래할 수 있어 이에 따른 연구가 필요한 것으로 사료된다.

분주 횟수에 따른 오차 보정 값을 구하기 위해 두 가지 방법을 활용하였다. 먼저 Polynomial Fitting의 경우, 분주한 측정값이 10 mCi에 더 근사한 최적화된 식을 구할 수 있지만 임상에서 적용 시 복잡한 계산식으로 적합하지 않아 계산식이 간단하고 분주 값이 Polynomial Fitting값의 오차

범위 안에 포함되는 Linear Fitting값을 보정 값으로 이용하였다. 따라서 횟수( $\chi$ )에 따른 보정 값으로 Linear Fitting 방법의 산출 값 [ $y = 0.097 \times \chi$ ]를 보정 값으로 추가하여 분주했다. 보정 값 적용 전/후 10회 분주 평균 9.53 mCi, 10.07 mCi가 측정되었다. 실험결과 보정 값 적용 후에서 10 mCi 정량에 가깝게 분주되어 보정 값 적용이 필요한 것으로 사료된다.

본 논문의 제한점으로는 첫째, Vial내의 압력을 정확히 측정할 수 없었다는 점이다. Needle필터를 사용하여 Venting 작업하더라도 기압과 온도 및 주변 환경에 따라 항상 일정한 압력을 유지할 수 없을 것으로 판단된다. 둘째, 각 병원에서 사용하는 F-18 FDG Vial의 크기 및 방사능량, 희석시키는 생리식염수의 용량이 다르다는 점이다. 본 연구에서는 10 ml Vial을 사용하였으며 초기 방사능량은 400~500 mCi를 사용하였다. 방사성의약품의 볼륨을 맞추기 위해 추가하는 생리식염수의 부피는 추가 후 10 ml가 되도록 설정한 후 실험을 진행하였다.

본 논문은 석사학위 논문을 정리하여 공포하고자 하였다.

## V. 결 론

본 연구는 피폭 경감을 목적으로 사용되는 Hi PET II장비의 분주방법 및 재료를 활용하여 최적화된 분주와 보정 값을 구하는 것을 목적으로 하였다.

첫째, 주사기 용량에 따른 평가에서는 5 ml에 비해 3 ml가 높은 재현성 및 작은 표준편차로 확인되었다.

둘째, 분주 속도에 따른 결과에서는 5 mm/min의 경우에서 정량 값 10 mCi에 가깝게 분주되었다.

셋째, Vial 압력에 따른 결과에서는 Needle필터 사용 후에서 압력에 따른 변화가 적은 것으로 확인되었으며 10 mCi 근사 값으로 분주되었다.

넷째, 분주 횟수( $\chi$ ) 증가에 따른 보정 값은 [ $y = 0.097 \times \chi$ ]를 적용하는 것이 좋은 것으로 확인되었다.

따라서 임상에서 방사성의약품 분주 시 3 ml 주사기를 사용하고 분주 속도는 5(mm/min)로 설정하며 매 분주 시마다 Needle필터로 Venting작업을 하거나 오차에 따른 보정 값을 적용하는 것이 최적화된 분주방법으로 사료된다.

## REFERENCES

1. Young-Kwon Cho: Efficacy of Automatic Dispensing/Injection System to Reduce Radiation Exposure of Nuclear Medicine Workers During PET Procedures. The Journal of the Korea Contents Association, p220-224, 2014
2. The Korean Society of Nuclear Medicine: <http://www.ksnmt.or.kr>, 2014
3. Robert E, Henkin: Nuclear Medicine. Mosby, p1525-1526, 1996
4. Jong-Pil Kim, Jae-Il Kim, Hong-Jae Lee and Jin-Eui Kim: Reduction of Injection Dose in 18F-FDG Fusion PET. J Nucl Med Technol, p17-21, 2014
5. Methe, M. Brian: Shielding Design of a PET Imaging Suite. Health Physics, p37-39, 2004
6. Jun-Chul Park, Sung-Jae Pyo: Study of External Radiation Expose Dose on Hands of Nuclear Medicine Workers. Journal of Radiological Science and Technology, 35(2), p141-149, 2012
7. Sung-Tack Hong, Kwang-Seo Park, Seok-Ki Kim and Woo-Jae Won: Self Production of Radioisotope and Radiopharmaceuticals Divider. J Nucl Med Technol, p177-180, 2010
8. Jeoung-Eun Lee, Ho-sung Kim, Jae-kwang Ryu and Woo-young Jung: A Study on the Usefulness of Auto Dispenser and Optimized Dispensing Method. J Nucl Med Technol, p59-66, 2013

## •Abstract

## Study on Optimized Dispensing of F-18 FDG Auto Dispenser

Bong-Geun Ji<sup>1,2)</sup> · Sang-Hun Lee<sup>1)</sup> · Jong-Eon Kim<sup>1)</sup> · Won-Tae Kim<sup>1)</sup> · Tae-Jeong Ji<sup>1)</sup><sup>1)</sup>Department of Radiological Science, Kaya University<sup>2)</sup>Department of Nuclear Medicine, Yeungnam University Medical Center

This is a study on the optimized dispensing of the auto dispenser used for the purpose of reducing the exposure dose and accurate radiation dose of radioisotope with regard to the PET/CT practitioners. The research method was to find the optimized dispensing method through evaluating the results according to the syringe type, dispensing rate, and vial pressure and through the application of corrected values.

As a result of this study, 9.38 mCi has been dispensed on average in the case of 5 ml syringe, and the reproducibility close to 10 mCi was shown at the dispense of 9.55 mCi in the case of 3 ml syringe. In the evaluation according to the dispensing rate, the quantity of radioisotope close to 10 mCi was dispensed at the rate of 5 mm/min when the measurement was carried out by increasing the rate by 5 mm/min units in the order of 5, 10, 15 and 20 mm/min. In the evaluation result according to the vial pressure before/after the use of Needle filter, it was measured to be 9.53 mCi before use and 9.84 mCi after use confirming that the dispensing after using Needle filter showed the optimal value. In addition, in the evaluation of radioactivity before/after the application of corrected values according to the increase in dispense frequency, it was measured 9.53 mCi before correction and 10.07 mCi after correction confirming that the value with correction applied was closer to the quantitative value.

Thus, a good optimized method was confirmed to use a 3 ml syringe with dispensing rate of 5 mm/min, to use a Needle filter at dispensing, and to set the corrected value of  $[y = 0.097 \times x]$  according to the dispensing frequency of equipment.

**Key Words :** radioisotope, auto dispenser, optimization, F-18 FDG