

<원저>

핵의학과에서 ^{99m}Tc 를 이용한 방사성의약품의 투여율 측정 비교손상준¹⁾·박정규²⁾·정동경²⁾·박명환²⁾¹⁾대구파티마병원 핵의학과·²⁾대구보건대학교 방사선과Comparison of the Measurement of the Injection Rate of Radioactive Drugs Using ^{99m}Tc in Nuclear MedicineSon Sang-Joon¹⁾·Park Jeong-Kyu²⁾·Jung Dong-Kyung²⁾·Park Myeong-Hwan²⁾¹⁾Department of Nuclear Medicine, Daegu Patima Hospital²⁾Department of Radiological Technology, Daegu Health College

Abstract This study was conducted by SPECT test at the Department of Nuclear Medicine at Daegu P Hospital from June 1 to October 31, 2019. A 3-way injection material was mounted among inpatients, and a syringe that was administered with radiopharmaceuticals using a ^{99m}Tc labeled compound was secured. We tried to find a way to calculate the dose rate of each radiopharmaceutical and increase the dose rate. As a result of measuring the radioactivity of radiopharmaceuticals using ^{99m}Tc , the average dose rate of 60 syringes of all 6 radiopharmaceuticals was $93.26 \pm 7.34\%$, and the average dose rate of ^{99m}Tc -DMSA was 77.72%, 15.54% lower than the total. As a way to increase the dosing rate, the average dose rate diluted twice with the remaining amount of syringe after administration using normal saline increased to $95.37 \pm 6.99\%$, and the average dose rate diluted three times increased to $96.32 \pm 6.86\%$. The corresponding sample t-test to compare the pre- and post-dose rates at 1 dilution and 2 and 3 dilutions. As a result of the dilution and 2 dilutions, the probability of significance was 0.013, which was significantly higher than the dilution ($p < 0.05$). The probability of significance for dilution 1 and dilution 3 was 0.016, which was significantly higher than in one dilution ($p < 0.05$). The sum of the average dose rate using the experimental 3-way line was the highest with $98.85 \pm 1.42\%$ of ^{99m}Tc , ^{99m}Tc -ECD $98.82 \pm 1.26\%$, ^{99m}Tc -Mebrofenin $98.82 \pm 1.16\%$, ^{99m}Tc -HDP $98.74 \pm 1.91\%$, ^{99m}Tc -MIBI was $98.69 \pm 1.48\%$, and ^{99m}Tc -DMSA was the lowest with $86.47 \pm 4.74\%$. When the number of dilutions was 5 times using 0.5 cc of normal saline and when the number of dilutions was 5 times using 1 cc of normal saline, when the number of dilutions was 5 times using 0.5 cc of normal saline and 1 cc of normal saline When the number of dilutions was 5 times and the syringe volume was 0.5 cc, there was a statistically significant difference ($p < 0.05$). There was a statistically significant difference when the number of dilutions was 5 times using 1 cc of normal saline and the number of dilutions was 5 times using 1 cc of normal saline, and the syringe volume was 0.5 cc ($p < 0.05$).

Key Words : ^{99m}Tc -radiopharmaceuticals, Normal saline, Administration rate, Dilution count

중심 단어 : ^{99m}Tc -방사성 의약품, 생리식염수, 투여율, 희석횟수

I. 서 론

핵의학검사는 방사성의약품(Radiopharmaceutical)을 환자의 경구 또는 정맥에 주사하여 일정 시간 후 목적 장기 내

방사성의약품의 분포 상태를 체외에서 검출하여 영상으로 획득한다[1]. 질병의 진단과 치료를 위해 유용한 의료 정보를 제공하며[2,3], 비침습적이고 검사 효율이 다른 기기와 비교하여 우수하다[4].

Corresponding author: Jeong-Kyu Park, Department of Radiological Technology, Daegu Health College, 15, Youngsong-Ro, Buk-Gu, Daegu 41453, Republic of Korea / Tel: +82-53-320-1363 / E-mail: pjk7407@hanmail.net

Received 2 March 2020; Revised 7 April 2020; Accepted 22 April 2020

Copyright ©2020 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

핵의학과에서 사용되는 방사성의약품은 판매하지 않고 의사의 처방이나 지시에 따라 특정 환자에게 특정 방사성의 약품을 분배하여 검사에 이용한다[5]. ^{99m}Tc 방사성의약품은 방사성 동위원소와 비방사성 반응키트로 구성되어 있으며, 분배실에서 $^{99}\text{Mo}-^{99m}\text{Tc}$ 발생기를 이용하여 ^{99m}Tc 를 용출하고, 이를 비방사성 반응키트에 넣어 표지한 후 최종적으로 환자에게 직접 투여함으로써 검사가 진행된다[6]. 투여되는 방사성의약품 중 용도를 보면 ^{99m}Tc 는 갑상선 영상, $^{99m}\text{Tc}-\text{HDP}$ 는 뼈 영상, $^{99m}\text{Tc}-\text{Mebrofenin}$ 은 간담도계 영상, $^{99m}\text{Tc}-\text{ECD}$ 는 뇌혈류 영상, $^{99m}\text{Tc}-\text{MIBI}$ 는 중앙 검사영상, $^{99m}\text{Tc}-\text{DMSA}$ 는 신장 영상을 얻을 때 투여가 이루어진다[7, 8]. 환자에게 방사성의약품을 투여하므로 방사선 방호를 최적화하기 위하여 대한핵의학기술학회 가이드라인에서는 대부분의 핵의학 검사를 일정량의 몇 mCi 또는 몇 MBq 단위로 사용량을 정해두고 있다[9, 10]. 환자에게 최소량의 방사성의약품을 투여하여 질높은 영상을 획득하는 것이나 환자의 체격과 사용하는 장비 등에 따라 투여하는 방사성의약품의 양은 모두 다르다[11]. 따라서 정해진 일정량을 소실없이 투여가 될 수 있는 방법들이 보고되고 있으며[12], 특정 방사성의약품이 환자에게 투여되기 전 주사기에 남아 있을 수 있는 방사능을 최소화하기 위한 방법으로 본 연구에서는 ^{99m}Tc 를 이용한 방사성의약품이 투여 전 측정된 방사능과 실제 투여된 방사능을 비교해 보고, 측정된 방사능의 소실 없이 투여율을 높일 수 있는 방안을 찾고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 조사대상

2019년 6월 1일부터 10월 31일까지 대구 P병원 핵의학과에서 단일광자 방사형 단층 촬영(single-photon emission computed tomography, SPECT)을 실시하기 위한 입원 환자 중 3-way 주사 재료를 장착하고, ^{99m}Tc 표지 화합물을 이용하여 투여하였던 주사기 60개를 그 대상으로 하였다. 또한 투여율을 증가시키기 위한 방안으로 별도의 3-way line을 이용하여 실험한 주사기 64개를 이용하였다.

2. 실험재료

SPECT 핵의학 영상검사에서 주로 사용되는 ^{99m}Tc , $^{99m}\text{Tc}-\text{HDP}$, $^{99m}\text{Tc}-\text{Mebrofenin}$, $^{99m}\text{Tc}-\text{ECD}$, $^{99m}\text{Tc}-\text{MIBI}$, $^{99m}\text{Tc}-\text{DMSA}$ 는 방사성의약품이다. 발생기(generator)에서 용

출된 ^{99m}Tc 를 각 바이알에 담아 1 cc 주사기를 이용하여 각 검사에 필요한 방사능을 측정 후 3-way cock 주사 재료(Insung medical, KOREA)를 이용하여 투여가 이루어진다. 방사성의약품의 투여는 각 환자마다 차이가 있지만 환자에게 투여하기 전이므로 방사능을 0.3 mCi로 동일하게 하였다. 방사성의약품의 투여와 측정은 1 cc 주사기를 각각 10개를 이용하여 환자에게 투여 시 생리 식염수(Normal saline)에 연결된 3-way cock 주사 재료(Insung medical, KOREA)를 이용하였다. 방사능 측정 장비로는 CRC-25R Dose callibrator(CAPINTEC INC, AMERICA)를 이용하였다[Fig. 1].

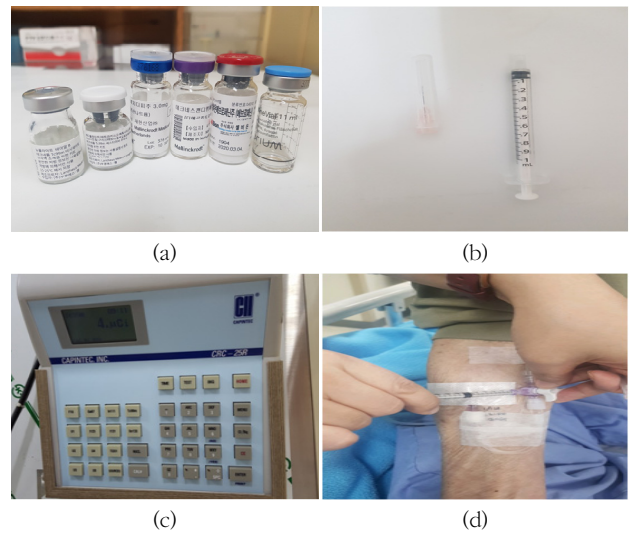


Fig. 1. Radiopharmaceuticals. (a) vial, (b) 1 cc Syringe, (c) Dose calibrator, (d) 3-way cock

3. 실험방법

1) Dose callibrator를 이용한 방사성의약품의 실제 투여율 산출

각 검사 종류에 따라 사용할 방사성의약품을 정하여 1 cc 주사기로 추출하여 Dose callibrator에서 방사능을 측정하였다. 검사에 맞는 적정량의 방사능이 측정되면 1 cc 주사기의 부피(Volume)와 방사능을 기록하였다. 측정을 마친 주사기는 3-way cock를 통해 환자에게 투여 후 생리식염수로 0.5 cc 희석하여 한 번 더 투여가 이루어진다. 환자에게 투여를 마친 후 주사기에 남은 잔량의 방사능은 방사능 측정 장비(Dose callibrator)에서 다시 측정하여 기록하고, 식(1)과 같이 환자에게 주사된 실제 투여율을 구하였다.

$$\text{실제 투여율} = \frac{\text{투여 전 방사능} - \text{투여 후 방사능}}{\text{투여 전 방사능}} \times 100(\%) \quad (1)$$

생리식염수로 희석을 3회 실시하였으며 희석마다 실제 투여율을 구하였다. 바늘에 남은 방사능은 실험자의 숙련도 및 방사능의 방사능/부피의 정도에 따라 차이가 발생 될 수 있어 잔량의 방사능을 측정할 때 바늘은 제거 후 측정하였다.

2) Dose callibrator를 이용한 방사성의약품의 투여율 평가방법

실제 환자에게 투여하는 조건과 동일한 생리식염수와 3-way line을 별도로 준비하여 환자에 직접 투여하지 않고 방사성의약품에 생리식염수를 희석하여 실험을 진행하였으며, 방사성의약품의 투여율을 산출하였다[Fig. 2]. 단, 방사성의약품은 동일한 방사능(Activity)와 부피(Volume)으로 하여 주사기의 희석 양을 1cc로 증가하였다. 희석 횟수는 5회로, 생리 식염수로 주사기와 Vial의 부피를 증가시켰다.



Fig. 2. Normal saline 3-way line

4. 자료 분석

투여율을 높이기 위한 생리 식염수의 희석 횟수 및 희석 양, 주사기 및 Vial 부피의 차이에 의한 투여율을 비교하기 위하여 IBM SPSS Statistics Ver. 25를 이용하였다. 대응 표본 t-검정을 실시하였으며, 유의수준은 $p < 0.05$ 이하인 경우에 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

III. 결 과

1. 방사성의약품에 따른 평균 방사능 및 생리 식염수 0.5 cc로 희석 횟수에 따른 평균 투여율

^{99m}Tc를 이용한 방사성의약품의 방사능을 측정한 결과, 전체 6종류 방사성의약품의 60개 주사기의 평균 투여율은 $93.26 \pm 7.34\%$ 였고, ^{99m}Tc-DMSA의 평균 투여율은 77.72% 로 전체보다 15.54% 낮았다. 투여 후 남은 주사기 잔량을 생리 식염수를 이용하여 2회 희석한 평균 투여율은 $95.37 \pm 6.99\%$ 로 1회 희석 시 보다 증가하였다. ^{99m}Tc-ECD가 $99.32 \pm 0.33\%$ 로 가장 높았으며, ^{99m}Tc-DMSA가 $79.56 \pm 3.64\%$ 로 가장 낮게 증가하였다. 투여 후 남은 주사기 잔량을 생리 식염수를 이용하여 3회 희석한 평균 투여율은 $96.32 \pm 6.86\%$ 로 2회 희석 시 보다 증가하였다. ^{99m}Tc-ECD가 $99.81 \pm 0.07\%$ 로 가장 높았으며, ^{99m}Tc-DMSA가 $80.84 \pm 3.86\%$ 로 가장 낮게 증가하였다[Table 1].

2. 생리 식염수 0.5 cc로 희석한 횟수에 따른 평균 투여율의 대응표본 T-검정

1회 희석 시와 2, 3회 희석 시 사전, 사후 투여율을 비교하기 위한 대응 표본 T-검정결과, 희석 1회와 희석 2회는 유의확률이 0.013 으로서 0.05 미만이므로 1회 희석 시 보다 유의하게 높아졌다($p < 0.05$). 희석 1회와 희석 3회는 유의확률이 0.016 으로서 0.05 미만이므로 1회 희석 시 보다 유의하게 높아졌다($p < 0.05$). 희석 2회와 희석 3회는 유의확률이 0.071 으로서 희석 회수에 따라 유의하지 않게 나타났으며 ($p < 0.05$), 이는 희석2회 이상은 유의함을 의미한다[Table 2].

3. 실험용 생리식염수 3-way line을 이용한 방사성의약품의 투여율 비교

실험용 3-way line으로 평균 투여율의 합계는 ^{99m}Tc가

Table 1. Average dose rate according to dilution times of radioactivity and physiological saline according to radiopharmaceuticals.

Radiopharmaceutical	Measured Average Radioactivity (mCi)	Average Radioactivity Administered (mCi)	Average dose rate at 1 dilution (%)	Average dose rate at 2 dilutions (%)	Average dose rate at 3 dilutions (%)
^{99m} Tc	5.22±0.56	4.84±0.59	92.60±2.54	97.13±1.03	99.70±0.22
^{99m} Tc-HDP	24.77±0.96	24.22±1.07	97.74±1.07	98.64±0.48	99.25±0.53
^{99m} Tc-MIBI	15.08±0.41	14.38±0.57	95.33±2.40	97.85±0.91	98.92±0.65
^{99m} Tc-Mebrofenin	10.49±0.62	9.99±0.62	95.28±1.96	98.12±0.81	97.69±0.96
^{99m} Tc-ECD	24.39±0.69	24.07±0.43	98.67±0.38	99.32±0.33	99.81±0.07
^{99m} Tc-DMSA	3.17±0.45	2.47±0.65	77.72±4.60	79.56±3.64	80.84±3.86
Total	14.69±8.75	14.16±8.78	93.26±7.34	95.37±6.99	96.32±6.86

Table 2. Corresponding sample T-test of mean dose rate according to dilution with 0.5 cc of saline solution

	Corresponding difference					t	Degree of freedom	Probability of significance
	Average	Standard Deviation	Standard error of mean	95% confidence interval of difference				
				Lower limit	maximum			
Dilution 1-Dilution 2	-2,21333	.142562	.58201	-3.70943	-.71724	-3.803	5	.013
Dilution 1-Dilution 3	-3,14500	2,14822	.87701	-5.39941	-.89059	-3.586	5	.016
Dilution 2-Dilution 3	.93167	.99773	.40732	-1.97872	.11538	-2.287	5	.071

Table 3. Comparison of radiopharmaceutical dosing rate using experimental physiological saline 3-way line

Method	Dose Rate Comparison					
	^{99m} Tc-HDP	^{99m} Tc-DMSA	^{99m} TcO ₄ -	^{99m} Tc-Mebrofeni	^{99m} Tc-MIBI	^{99m} Tc-ECD
	Average Dose Rate (%)	Average Dose Rate (%)	Average Dose Rate (%)	n Average Dose Rate (%)	Average Dose Rate (%)	Average Dose Rate (%)
0.5 cc, 5 dilutions	97.44±2.58	82.08±4.44	97.89±2.38	98.04±1.75	97.68±2.42	97.95±1.88
1 cc, 5 dilutions	98.39±2.05	85.10±3.02	98.77±0.93	98.56±0.90	98.65±0.94	98.48±1.03
1 cc, 5 dilutions, syringe volume 0.5cc	99.54±0.61	86.45±1.72	99.35±0.40	99.31±0.46	99.23±0.52	99.41±0.37
1 cc, 5 dilutions, syringe volume 0.5cc, ^{99m} TcO ₄ - Volume 4ml in vial	99.59±0.58	92.25±1.92	99.40±0.33	99.37±0.39	99.31±0.46	99.44±0.30
Total	98.74±1.91	86.47±4.74	98.85±1.42	98.82±1.16	98.69±1.48	98.82±1.26

98.85±1.42%로 가장 높았으며, ^{99m}Tc-ECD는 98.82±1.26%, ^{99m}Tc-Mebrofenin은 98.82±1.16%, ^{99m}Tc-HDP는 98.74±1.91%, ^{99m}Tc-MIBI는 98.69±1.48%의 순이었으며, ^{99m}Tc-DMSA가 86.47±4.74%로 가장 낮았다.

생리식염수 0.5 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우에는 ^{99m}Tc-Mebrofenin이 98.04±1.75%로 가장 높았으며, ^{99m}Tc-DMSA가 82.08±4.44%로 가장 낮게 나타났다.

생리식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우 ^{99m}Tc가 98.77±0.93%로 가장 높게 나타났으며, ^{99m}Tc-DMSA가 85.10±3.02%로 가장 낮게 나타났다. 생리식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하고, 주사기 부피 (volume)를 0.5 cc로 하였을 경우 ^{99m}Tc-HDP가 99.54±0.61%로 가장 높게 나타났으며, ^{99m}Tc-DMSA가 86.45±1.72%로 가장 낮게 나타났다. 생리식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하고, 주사기 부피를 0.5 cc, vial에 ^{99m}Tc의 부피를 4 ml로 하였을 경우에는 ^{99m}Tc-HDP가 99.59±0.58%로 가장 높게 나타났으며, ^{99m}Tc-DMSA가 92.25±1.92%로 가장 낮게 나타났다. 희석횟수를 고정하고 주사기 용량을 증가시킬수록, 주사기 부피와 Vial 부피를 증가시킬수록 투여율이 증가되었으며, 특히 ^{99m}Tc-DMSA가 투여율이 다른 방사성의약품보다 가장 낮게 나타났다

[Table 3].

4. 실험용 생리식염수 3-way line을 이용한 방사성의약품의 투여율 비교 시 대응 표본 t-검정

별도의 3-way line을 이용하여 실험한 결과, 생리식염수 0.5 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우와 생리식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우, 생리식염수 0.5 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우와 생리식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하고 주사기 부피를 0.5 cc로 하였을 경우에는 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 생리식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우와 생리식염수 1cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하고, 주사기 부피를 0.5 cc로 하였을 경우는 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 실험용 생리식염수 3-way line으로 생리식염수 0.5 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우를 기준으로 생리식염수를 1 cc로 하고 주사기 부피를 증가시켰을 경우 투여율이 증가하였으며, 생리 식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우를 기준으로 생리식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하고 주사기 부피를 0.5 cc로 하였을 경우 투여율이 증가하였다[Table 4].

Table 4. Corresponding sample t-test when comparing the administration rate of radiopharmaceuticals using the experimental saline 3-way line

	Corresponding difference					t	Degree of freedom	Probability of significance
	Average	Standard Deviation	Standard error of mean	95% confidence interval of difference				
				Lower limit	maximum			
0.5 cc, 5 dilutions -1 cc, 5 dilutions	-1.14500	.94057	.38399	-2.13207	-.15793	-2.982	5	.031
0.5 cc, 5 dilutions-1 cc, 5 dilutions, syringe volume 0.5cc	-2.03500	1.17798	.48091	-3.27121	-.79879	-4.232	5	.008
0.5 cc, 5 dilutions-1 cc, 5 dilutions, syringe volume 0.5cc, ^{99m} TcO ₄ - Volume 4ml in vial	-4.21333	6.35365	2.59387	-10.88108	2.45441	-1.624	5	.165
1 cc, 5 dilutions-1 cc, 5 dilutions, syringe volume 0.5cc	-.89000	.31388	.12814	-1.21940	-.56060	-6.945	5	.001
1 cc, 5 dilutions-1 cc, 5 dilutions, syringe volume 0.5cc, ^{99m} TcO ₄ - Volume 4ml in via	-3.06833	5.43295	2.21799	-8.76986	2.63320	-1.383	5	.225
1 cc, 5 dilutions, syringe volume 0.5cc-1 cc, 5 dilutions, syringe volume 0.5cc, ^{99m} TcO ₄ - Volume 4ml in via	-2.17833	5.20356	2.21434	-7.63913	3.28247	-1.025	5	.352

IV. 고 찰

^{99m}Tc를 이용한 방사성의약품의 투여율은 생리식염수의 희석 횟수가 많을수록, 방사능의 세기와 부피(Volume)가 클수록 증가한다는 사실을 확인할 수 있었다. 하지만 혈관이 약한 소아 환자 및 고령 환자는 계속해서 희석 횟수를 늘리기 어려운 경우가 많다. 특히 ^{99m}Tc-DMSA는 다른 방사성의약품과 비교하여 투여율이 현저히 낮았고, 희석 횟수가 많을수록 점진적으로 투여율이 증가하였다. 투여율을 높이기 위해서는 환자의 상태를 고려하여야 할 것이다. ^{99m}Tc-DMSA의 투여율을 높이는 방안으로 주사기 사용 시 생리식염수의 희석량을 2회 이상으로 하여야 할 것이다. 3-way line을 이용할 경우 생리 식염수 0.5 cc를 1 cc로 증가시켜 희석 횟수를 5회로 하고 주사기 부피를 0.5 cc로 하여 투여율을 증가시켜야 한다. 본 연구에서는 ^{99m}Tc의 주사액 양이 4 ml로 하여 실험을 하였을 경우 투여율이 최대로 높았으나 투여율이 저하한 ^{99m}Tc-DMSA의 경우 조제 시 주의사항으로 ^{99m}Tc의 주사액 양이 2 ml를 넘을 경우에 신장으로의 집적이 저하되기 때문에 조제액 양을 지키도록 권고하고 있다[13]. 일반적으로

^{99m}Tc-DMSA가 투여율이 낮은 것은 다른 방사성의약품 보다 플라스틱 주사기에 쉽게 흡착될 수 있으며, 주사기의 종류에 따라 다를 수 있다. 주사기에 실리콘이 없고 고무가 없는 비활성 비 반응성 주사기를 사용하는 것이 흡착이 덜 되므로 영상의 품질 저하를 일으킬 수 있으니 그 차이의 점검을 확인할 필요성이 있다고 보고되고 있다[14]. 또한, 실제 임상에서는 병실 환자에게 방사성의약품을 투여하기 전 바늘이 포함된 주사기의 방사능을 측정하고 후 바늘을 제거하고 주사기의 방사성의약품만 투여하고 있으므로 바늘에 묻어 있는 방사능을 반드시 고려하여야 할 것이다. 핵의학 영상검사는 형태적인 정보와 함께 생물학적이고 기능적인 정보를 함께 얻을 수 있는 큰 장점이 있지만 검사시간이 길다는 단점도 가지고 있다 [15]. 실제 Kidney DMSA scan은 소아 환자에게 진정제를 투여하고 진행되는 검사인 것을 고려한다면 1시간의 촬영시간은 상당히 길고 영상의 질을 떨어뜨릴 수 있다. 현재 임상에서는 환자 피폭을 낮추는 것이 매우 중요 시 되면서 투여량을 줄이는 쪽으로만 지속적으로 언급되고 있으며 방사성의약품의 투여량이 증가되면 환자의 피폭선량이 증가되는 단점이 있지만 검사시간이 단축되고 양질의 영상을 획득할 수 있다는

장점도 있다. 최근 연구에 ^{99m}Tc , ^{99m}Tc -MDP는 소아 핵의학 검사에서 다양한 공식의 투여량과 유효선량을 산출하여 의료 방사선의 최적화를 기대하고 있다[16]. 따라서, 환자의 피폭을 고려함과 동시에 양질의 영상을 얻기 위한 노력이 필요하다. 향후, 방사성의약품의 측정 방사능과 투여 방사능이 일치하여야 할 것이며, 방사성의약품의 투여율을 높이기 위해 주사기 사용 시 생리식염수의 희석 양을 2회 이상으로 하여야 하며, 3-way line을 이용할 경우 생리 식염수 0.5 cc를 1 cc로 증가시켜 희석 횟수를 5회로 하고 주사기 부피를 0.5 cc로 하여 투여율을 증가시켜야 할 것이다.

V. 결 론

^{99m}Tc 를 이용한 방사성의약품의 방사능을 측정한 결과, 전체 6종류 방사성의약품의 주사기의 평균 투여율은 $93.26 \pm 7.34\%$ 였고, ^{99m}Tc -DMSA의 평균 투여율은 77.72% 로 전체보다 15.54% 낮았다. 투여 후 남은 주사기 잔량을 생리 식염수를 이용하여 2회 희석한 평균 투여율은 $95.37 \pm 6.99\%$ 로 1회 희석 시 보다 유의하게 나타났다 ($p < 0.05$). ^{99m}Tc -ECD가 가장 높았으며, ^{99m}Tc -DMSA가 가장 낮게 증가하였다. 투여 후 남은 주사기 잔량을 생리 식염수를 이용하여 3회 희석한 평균 투여율은 $96.32 \pm 6.86\%$ 로 2회 희석 시 보다 증가하였다. ^{99m}Tc -ECD가 가장 높았으며, ^{99m}Tc -DMSA가 가장 낮게 증가하였다. 실험용 3-way line을 이용한 평균 투여율의 합계는 ^{99m}Tc 가 가장 높았으며, ^{99m}Tc -ECD, ^{99m}Tc -Mebrofenin, ^{99m}Tc -HDP, ^{99m}Tc -MIBI, ^{99m}Tc -DMSA의 순이었다. 생리식염수 0.5 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우와 생리식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우, 생리식염수 0.5 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우와 생리식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하고 주사기 부피를 0.5 cc로 하였을 경우는 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 생리식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하였을 경우와 생리식염수 1 cc를 이용하여 희석 횟수를 5회로 하고, 주사기 부피를 0.5 cc로 하였을 경우는 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

REFERENCES

[1] Chung JK, Lee MC. Nuclear Medicine. Seoul: Korea Medical Book publisher; 2008.

[2] Kim GJ, Bae SH, Kim KJ, Oh HK. Effect of Gamma Energy of Positron Emission Radionuclide on X-Ray CT Image. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. 2011;12(10):4418-24.

[3] Seon CR, Gil JW. Study on Development of Patient Effective Dose Calculation Program of Nuclear Medicine Examination. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. 2017; 18(3):657-65.

[4] Choi SY, Go Sj, Kang SS, Kim CS, Kim JH. Automated Functional Morphology Measurement Using Cardiac SPECT Images. Journal of Radiological Science and Technology. 2012;35(2):133-9.

[5] Choi DC, Kim YS, Cho KM, Kim HJ, Seo HG. Consideration of a bacteria contamination management in the dispensation of ^{99m}Tc radiopharmaceutical. Nuclear Medicine and Technology Society. 2018; 22(2):84-7.

[6] James RB, Clemens D, Brit F, Brendan M, Geraldine OR, Helen R, et al. The Radiopharmacy A technologist's Guide. Vienna: European Association of Nuclear Medicine; 2008.

[7] <https://blog.naver.com/qcci?Redirect=Log&logNo=140006256548>

[8] Kim JH, Choi SY, Go Sj, Kang SS, Kim CS. Automated Functional Morphology Measurement Using Cardiac SPECT Images. Journal of Radiological Science and Technology. 2012;35(2):133-9.

[9] Pandey AK, Sharma SK, Sharma P, Gupta P, Kumar P. Development of a radiopharmaceutical dose calculator for pediatric patients undergoing diagnostic nuclear medicine studies. Indian J Nucl Med. 2013;28(2):75-8.

[10] Treves ST. Pediatric Nuclear Medicine. 2nd ed. New York: Springer-Verlag; 1995.

[11] Pandey AK, Sharma SK, Sharma P, Gupta P, Kumar P. Development of a radiopharmaceutical dose calculator for pediatric patients undergoing diagnostic nuclear medicine studies. Indian J Nucl Med. 2013;28(2):75-78.

[12] Treves ST. Pediatric Nuclear Medicine. 2nd ed. New York: Springer-Verlag; 1995.

[13] Galbraith W, Chen X, Talley K, Grantham V.

- Assessment of ^{99m}Tc-succimer residual activity using inert nonreactive syringes. *Journal of Nuclear Medicine Technology*. 2015;43(1):61-3.
- [14] Bauwens M. Retention of ^{99m}Tc-DMSA(III) and ^{99m}Tc-nanocolloid in different syringes affects imaging quality. *Nuclear Medicine Communications*. 2014;35(4):433-7.
- [15] Go CS. *Nuclear medicine*. 4rd ed. Seoul: Korea medicine; 2013.
- [16] Gil JW. Comparing of the Administered Activities and the Effective Dose of the Various Pediatric Dose Formulas of Nuclear Medicine. *Journal of the Korean Society for Convergence*. 2017;8(8):147-54.

구분	성명	소속	직위
제1저자	손상준	대구파티마병원	방사선사
교신저자	박정규	대구보건대학교	부교수
공동저자	정동경	대구보건대학교	조교수
공동저자	박명환	대구보건대학교	교수