

Original Article

## 소아 핵의학 검사 시 사용되는 방사성의약품의 양 산출 기준 조사

서울대학교병원 핵의학과

도용호 · 김계환 · 이홍재 · 김진의 · 김현주

### A Research of Standards for Radiopharmaceutical Doses in Pediatric Nuclear Medicine

Yong Ho Do, Gye Hwan Kim, Hong Jae Lee, Jin Eui Kim, Hyun Joo Kim

Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

**Purpose:** Presently, any exact standard of radiopharmaceutical doses in pediatric nuclear medicine doesn't exist in the universe. So hospitals are following by manual of vial kit or guidelines of America and Europe based on recommended adult doses adjusted for body mass (MBq/kg) or body surface area (MBq/m<sup>2</sup>). However, especially for children younger than 1 year and heavier than 50 kg, it's hard to estimate exact dosage for those children. **Materials and Methods:** In order to obtain objective data of multipliers for pediatric studies, we surveyed 4 major hospitals in Korea. After receiving feedbacks, we changed dosage to multiplier. And we compared multipliers of Korea to America's and Europe's. **Results:** Most hospitals in Korea are following by body mass formula (MBq/kg). On the other hand, standards don't include proper factors for a child younger than 1 year and heavier than 50 kg. Multipliers for 3 kg children who are injected lower doses than needed are America:0.12, Europe:0.09, Korea:0.05, multipliers for 30 kg children who are injected proper doses are America:0.58, Europe:0.51, Korea:0.45 and multipliers for 60 kg children who are injected more doses than needed are America:0.95, Europe:0.95, Korea:0.91. **Conclusions :** Through the survey, when calculating doses for children, usually output doses are based on adult doses adjusted for body mass (MBq/kg) but research has shown that standards of all of the compared standards don't reflect exact multipliers for children younger than 1 year and heavier than 50 kg. Therefore, we should give an effort to reduce needless radiation exposure in children by establishing a proper doses standard and also developing better image reconstruction software. (Korean J Nucl Med Technol 2009;13(1):47-50)

**Key Words :** Pediatric nuclear medicine, Radiopharmaceutical doses, Multiplier

## 서 론

소아 핵의학 검사 시 사용되는 방사성의약품은 최소의 선량을 이용하여 진단이 가능한 만족스러운 영상을 얻을 수 있어야 한다.<sup>3)</sup> 필요 이상의 과도한 방사성의약품의 사용은 진단에 더 이상의 정보를 제공하지 않으며 환아에 대한 불필요

한 피폭을 초래한다. 또한 적정량 이하의 방사성의약품이 투여 되었을 때 적절한 진단이 가능한 충분한 정보를 제공할 수 없으며 검사시간의 증가로 인한 환자의 불편함을 초래한다. 30년 이상의 기간 동안 소아 핵의학 검사 시 사용되는 방사성의약품의 적정 사용량은 흡수선량을 고려하여 임상적인 경험을 바탕으로 적정 선량의 산출 기준이 연구되었다.<sup>4)</sup>

소아 핵의학 검사 시 방사성의약품의 산출 양 기준은 몸무게 기준, 체표면적 기준, 또는 이러한 기준을 기본으로 흡수선량을 고려하여 설립된 미국, 유럽, IAEA 등의 다양한 기준이 있다. 그러나 현재 세계적으로 인정된 소아 핵의학 검사를 위한 선량 산출 기준은 확립되어있지 않으며 국내의 병원들

• Received: April 16, 2009. Accepted: April 22, 2009.  
• Corresponding author: Yong Ho Do  
Department of nuclear medicine, Seoul National University Hospital, 28 Yeongeong-dong, Jongno-gu, Seoul, 110-744, Korea  
Tel: +82-2-2072-2535, Fax: +82-2-766-9083  
E-mail: yhd-1981@hanmail.net

은 소아 핵의학 검사 시 사용되는 방사성의약품의 양 산출시 70 kg 성인에 대한 사용량을 기준으로 몸무게에 따른 공식을 이용하여 각 몸무게에 따른 사용량을 산출하고 있으며 공식은 다음과 같다.

$$\text{Dose Injected} = \text{Adult dose} \times \frac{\text{Child's weight (kg)}}{70 \text{ kg}}$$

최소 선량의 산출시 bolus injection이 필요한 동적 검사의 경우 정적 검사에서 필요한 선량 이상이 필요한 경우도 있으며 이러한 경우 최소 선량의 결정시 다양한 factor들이 고려되어야 한다.<sup>7)</sup>

또한 몸무게 기준 공식에 따른 방사성의약품의 양 산출시 1세 이하의 영아에게는 필요 이하의 선량이 산출되며 50 kg 이상의 어린이에 대한 선량은 필요 이상이 산출된다.<sup>2)</sup>

객관적인 정보의 수집을 위해 현재 소아 핵의학검사를 가장 많이 수행하는 국내 4개의 대학병원에서 사용하고 있는 선량 기준을 조사하여 이를 미국, 유럽, IAEA의 선량 기준에 비교하여 보았다.<sup>5,6)</sup>

## 연구 배경

서울대학교 병원은 1985년 어린이 병원을 개원하여 특성화된 소아 검사를 수행하고 있으며 소아 핵의학과는 최신의 Gamma Camera 2대를 구비하여 국내 병원 중 가장 많은 소아 검사를 시행하고 있다. 또한 소아 핵의학 검사 시 사용되는 방사성의약품의 적정량 산출을 위하여 꾸준히 연구하고 있다. 그러나 소아 핵의학 검사 시 현재 세계적으로 인정된 방사성의약품의 산출량 기준이 확립되어있지 않으므로 대한민국의 소아 선량 산출 기준을 미국, 유럽, IAEA의 선량 기준과 비교함으로써 각 기준의 문제점을 비교하고 최소의 선량을 사용하여 적절한 검사가 가능하고 소아에 대한 불필요한 피폭을 줄이는 적절한 선량 기준의 확립을 권고하고자 본 논문을 시행하게 되었다.

## 실험재료 및 방법

소아 핵의학 검사를 가장 많이 시행하는 국내 4개 대학병원에 아래와 같은 설문에 대한 답변을 요청하였다.

1. 소아 핵의학 검사 시 사용되는 방사성의약품의 양 산출 기준은 무엇입니까?

- ① 몸무게 산출 공식( $\text{mCi/kg}$ )

- ② 체표면적 산출 공식( $\text{mCi/m}^2$ )

- ③ 미국, 유럽, IAEA guideline

2. 소아 Bone, DMSA, Lung, DTPA (Renal) 검사 시 사용되는 방사성의약품의 양을 적어 주세요.

3. 각 검사의 방사성의약품 산정기준을 자세히 적어주세요 (방사성의약품 산출기준표와 공식을 적어주세요).

질문에 대한 답변을 획득한 후 사용되는 방사성의약품의 양을 multiplier로 변환하였다. 방사성의약품의 양에 대한 multiplier로의 변환 방법은 다음과 같다.

1. 성인 70 kg에 대한 기준 선량을 정한다.
2. 성인 기준 선량을 기준으로 몸무게 산출 공식을 이용하여 각 몸무게 당 선량을 산출한다.
3. 다음의 공식을 이용하여 각 몸무게당 multiplier를 구한다.

$$\text{Multiplier} = \text{Dose for Child} / \text{Dose for adult}$$

위와 같이 도출한 multiplier와 국내의 선량산출 기준을 미국, 유럽, IAEA의 multiplier와 기준에 비교하였다.

## 결 과

설문에 대한 답변을 바탕으로 소아 핵의학 검사 시 사용되는 방사성의약품의 양을 multiplier로 변환한 후 미국, 유럽의 multiplier와 비교하여 보았다(Fig. 1).

Multiplier들은 몸무게 산출 공식 적용 시 적정량 이하의 선량이 산출되는 3 kg에서 미국 : 0.12, 유럽 : 0.09, 국내 : 0.05로 나타났으며 적정량이 산출되는 30 kg에서 미국 : 0.58, 유럽 : 0.51, 국내 : 0.45로 나타났다. 적정량 이상의 선량이 산출되는 60 kg에서는 미국 : 0.95, 유럽 : 0.95, 국내 : 0.91로 나타났다. 만약 70 kg 기준 성인 선량이 미국, 유럽, 국내의 기준에 동일하게 적용된다면, 적정 선량 이하의 선량이 산출되는 1세 이하의 어린이에 대한 선량은 미국, 유럽, 국내 순으로 나타났으며, 적정 선량 이상의 선량이 산출되는 50 kg 이상의 어린이 역시 산출되는 선량은 미국, 유럽, 국내 순으로 나타났다. 단, 각 선량기준에서 적용되는 70 kg 성인기준 선량이 변경된다면 순위는 변경될 수 있다.

유효 흡수선량을 고려한 IAEA Gilday's 소아 선량 차트(Fig. 2)에서 이 그래프는 몸무게 산출 공식만을 이용하여 그려진 국내 그래프(Fig. 1)와는 달리 각 장기의 흡수선량을 고려하여 만든 그래프이며 1세 이하의 어린이에게 적정 선량 이하의 선량이 주어지는 것을 보완한 선량 차트이다. 몸무게 산출 공식에 의하여 산출된 소아 선량과 Gilday's 공식에 따른 소아 선량을 multiplier로 변경한 후 비교한 차트이다

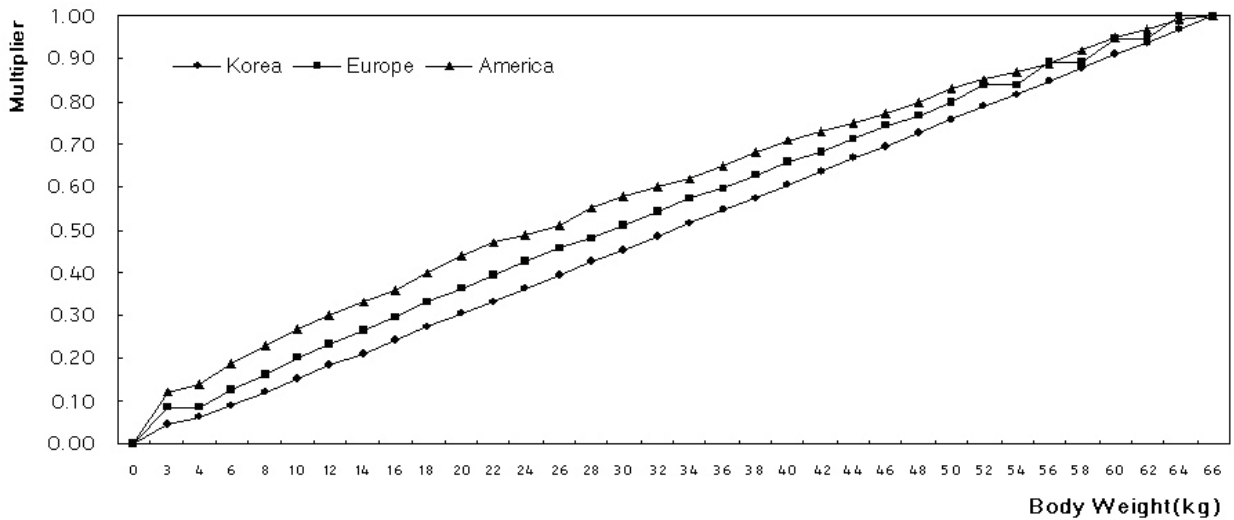


Fig. 1. Comparison with multipliers of Korea, Europe, America.

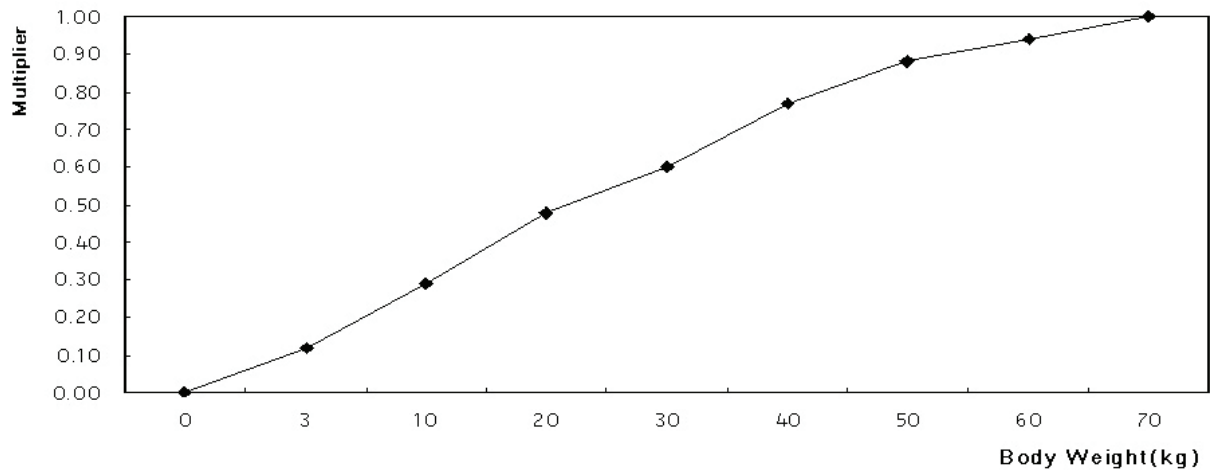


Fig. 2. Gilday's dosage chart of IAEA.

Table 3. Comparison with multipliers of body mass method and Gilday's method

| Weight (kg) | Body Mass Method | Gilday's Method |
|-------------|------------------|-----------------|
| 10 kg       | 0.14             | 0.30            |
| 20 kg       | 0.28             | 0.48            |
| 30 kg       | 0.42             | 0.60            |
| 40 kg       | 0.57             | 0.76            |
| 50 kg       | 0.71             | 0.88            |
| 60 kg       | 0.85             | 0.93            |
| 70 kg       | 1.00             | 1.00            |

(Table 1). 10 kg 어린이에서 몸무게 기준 산출 공식에 따른 선량은 Gilday's 공식에 따른 산출선량의 1/2이 됨으로 몸무게 기준 산출 공식에 따라 산출된 선량으로 검사 시 검사시간은 Gilday's 공식 사용 시 보다 최소 2배 이상되어야 함을 권고하고 있다.<sup>1)</sup>

그러나 그림 1, 그림 2, 표 1에서 미국, 유럽, IAEA 선량기준이 몸무게 산출 기준을 기본으로 하여 부가적인 factor값을 부여하고 있는 것으로 나타났지만 적정 선량 이상이 산출되는 50 kg 이상의 어린이들에 대한 고려는 이루어지지 않고 있는 것으로 나타났다.

## 결론 및 고찰

본 논문을 통하여 소아 핵의학 검사를 시행하는 대부분의 국내 병원들은 소아 핵의학 검사 시 몸무게 기준 산출 공식을 이용하여 선량을 산출하고 있는 것으로 나타났다.

비록 미국, 유럽, IAEA 등의 다양한 선량 기준이 제시되어 있기는 하지만 아직 세계적으로 인정된 소아 선량 기준은 설립 되어있지 않으며 이러한 선량 기준들은 큰 편차를 가지고 있다. 특히 1세 이하의 어린이나 몸무게가 50 kg 이상인 어린이에 대한 적절한 선량 산출의 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다.

그러므로 적절한 선량의 사용, 검사시간의 단축, 불필요한 방사선 피폭의 감소 등과 같은 다양한 목적을 균형있게 성취할 수 있는 적절한 선량 기준을 확립하여야 할 것이다. 또한 새로운 영상 재구성 프로그램의 개발을 통하여 성공적인 검사가 가능한 최소의 선량을 이용하여 보다 나은 영상을 획득할 수 있도록 노력하여야 할 것이다.

## 요 약

**목적 :** 현재 소아 핵의학 검사 시 사용되는 방사성의약품 선량 산출 기준은 확립되어있지 않다. 그리하여 병원들은 몸무게 기준 산출 공식( $\text{mCi/kg}$ ), 체표면적 기준 산출 공식( $\text{mCi/m}^2$ ) 또는 미국, 유럽, IAEA의 선량 산출 공식 등 다양한 선량 기준을 따르고 있다. 그러나 이러한 선량 산출 공식들은 1세 이하의 영아나 50 kg 이상의 어린이들에 대한 정확한 선량을 산출하는데 어려움을 겪고 있으므로 국내의 선량 기준을 조사하여 이를 미국, 유럽, IAEA의 기준에 비교하고 각 기준의 문제점을 비교하여 적절한 선량 기준의 확립을 권고하고자 본 논문을 시행하게 되었다.

**실험재료 및 방법 :** 객관적인 정보의 획득을 위하여 소아 핵의학 검사를 가장 많이 시행하는 국내 4개 대학병원을 선정하여 설문을 실시하였으며 이에 대한 답변을 기초로 각 몸무게 당 사용되는 방사성의약품의 양을 multiplier로 변환하여 이를 미국, 유럽, IAEA의 multiplier와 비교하였다.

**결과 :** 국민 대부분의 병원들은 몸무게 기준 산출 공식을 이용하여 소아 핵의학 검사 시 사용되는 방사성의약품의 양을 산출하고 있었으며 1세 이하의 영아와 50 kg 이상 어린이에 대한 과소량, 과잉량 투여 문제는 고려되고 있지 않은 것으로 나타났다.

**결론 및 고찰 :** 본 논문을 통하여 대한민국의 기준을 비롯한 여러 기준들은 소아 핵의학 검사 시 적절한 선량 산출에 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다. 그러므로 성공적인 검사가 가능한 최소의 선량으로 방사선 피폭을 최소화 하는 세계적으로 인정된 선량 체계를 확립하여야 할 것이다. 또한 보다 우수한 영상 재구성 프로그램의 개발을 통하여 검사 시간을 단축함과 동시에 보다 나은 영상 구현을 실현하여야 할 것이다.

## REFERENCES

1. Heather E. Patterson, Brain F. hutton. Distance Assisted Training Programme for Nuclear Medicine Technologists. p.2316-2319.
2. 고창순 외. 제2판 핵의학. **고려의학** 1997. p.800-802.
3. 핵의학 교육 연구회. **고려의학** 1997. p.260-262.
4. S. Ted Treves, Royal T. Davis and Frederic H. Fahey. Administered Radiopharmaceutical Doses in Children: A Survey of 13 Pediatric Hospital in North America. *The journal of Nuclear Medicine* 2008;49: 1024-1027.
5. [http://www.eanm.org/scientific\\_info/dosagecard/dosage\\_card.php?navId=548](http://www.eanm.org/scientific_info/dosagecard/dosage_card.php?navId=548)
6. <http://nuclearpharmacy.uams.edu/resources/PedDose.htm>
7. Michael J. Gelfand, MD. Perspective on Pediatric Nuclear Medicine. *The journal of Nuclear Medicine* 2006;47:22-23.
8. Richard M. Shore and William R. Hendee. Radiopharmaceutical Dosage Selection for Pediatric Nuclear Medicine. *The journal of Nuclear Medicine* 1986;27:287-296.