

핵의학검사의 방사성의약품 소아투여량 공식 별 투여량 및 유효선량 비교

길종원

대전선병원 영상의학과

Comparing of the Administered Activities and the Effective Dose of the Various Pediatric Dose Formulas of Nuclear Medicine

Jong-Won Gil

Department of Radiology, Daejeon Sun Medical Center

요약 본 연구는 소아핵의학검사에 사용하는 다양한 소아투여량 공식의 투여량(MBq)과 유효선량(mSv)을 산출
• 비교하여 적정투여량의 기준을 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 연구는 2가지 방사성의약품(^{99m}Tc -MDP와
 ^{99m}Tc -Pertechnetate)의 성인투여량을 기준으로 5가지 소아투여량공식(Clark법, Area법, Webster법, Young법,
Solomon(Fried)법) 간 투여량과 유효선량을 비교하였다. 소아투여량 산출에 기준이 되는 성인투여량은 정준기, 이명
철 '핵의학'에 수록된 값을 사용하였으며, 유효선량 산출을 위한 방사성의약품의 방사능당 유효선량(mSv/MBq)은
ICRP 80과 UNSCEAR 2008 보고서에 수록된 값을 사용하였다. 연구결과 Young법이 산출량이 가장 적으며 다른
공식과의 차이는 최소 1.7배-최대 3.4배였다. ^{99m}Tc -MDP의 공식 간 투여량 차이는 최대 309.9MBq, 유효선량은
3.76mSv, ^{99m}Tc -Pertechnetate는 최대 154.9MBq, 유효선량은 5.50mSv였다. 소아투여량 공식 간 투여량뿐만 아니
라 유효선량도 차이가 크기 때문에 의료방사선의 최적화를 위한 적정투여량 소아산출법이 개발되어야 한다.

• 주제어 : 유효선량, 의료방사선, 핵의학검사, 방사성의약품, 소아투여량 공식, 방사성의약품

Abstract The purpose of this study is to calculate and compare administered activities(MBq) and
effective dose(mSv) of the various pediatric dose formulas of pediatric nuclear medicine and to provide base
data for the criteria of the optimal administered activities. This study compares dosages and effective doses
of 5 types of pediatric dose formulas(Clark rule, Area rule, Webster rule, Young rule, Solomon(Fried) rule)
based on the dosage for adults of 2 types of radiopharmaceuticals(^{99m}Tc -MDP, ^{99m}Tc -Pertechnetate). The
administered activities in adults, which is the criteria for calculating the Pediatric administered activities,
used the value from the 'Nuclear Medicine' written by J-G Jeong & M-Ch Lee. and the administered
activities by the radioactivity per effective dose(mSv/MBq) of the radiopharmaceuticals for calculating the
effective dose used the value from ICRP 80 and the UNSCEAR 2008 Report. As a result of the study, the
output of Young rule is the lowest, and its difference between other formulas is from minimum 1.7 times
to maximum 3.4 times. The difference between administered activities of ^{99m}Tc -MDP is maximum
309.9MBq and the effective dose is 3.76mSv. ^{99m}Tc -Pertechnetate showed the figure at the maximum
154.9MBq and the effective dose has a difference of 5.50mSv. Since the pediatric dose formulas differ not
only in administered activities but also in effective doses, the optimal administered activities have to be
developed for optimization of medical radiation.

• Key Words : Effective Dose, Medical Radiation, Nuclear Medicine, Pediatric Dose Formulas, Radiopharmaceuticals

1. 서론

핵의학검사에서 방사선 방호 최적화(As Low As Reasonably Achievable, 이하 ALARA)의 원칙을 따른다는 것은 환자에게 최소량의 방사성의약품 투여하여 질 높은 영상을 획득하는 것이다. 하지만 환자의 체격과 사용하는 장비 등에 따라 투여하는 방사성의약품의 양은 모두 다르다[1]. 만약 핵의학검사에서 필요 이상의 방사성의약품 투여하면 불필요한 인체 피폭을 초래하고, 반대로 적정량 이하의 방사성의약품 투여하면 진단의 정보를 충분히 제공하지 못하기 때문에 검사시간 지연을 초래한다[2].

성인의 방사성의약품 투여량은 일률적이지 않지만 비교적 적정범위 안에 정해져 있다. 그러나 소아는 투여량의 차이가 크다[3]. 그 이유는 다양한 소아투여량 공식이 존재하기 때문이며 또한 검사자에 따라 사용하는 소아투여량 공식이 다르기 때문이다. Treves 등(2008)이 미국 북부 13개 소아병원의 소아 방사성의약품 투여량을 조사한 결과 몸무게당 방사능량(MBq/kg), 최소투여량(Minimum Activity, MBq), 최대투여량(Maximum Activity, MBq) 모두 큰 차이가 있다고 보고 하였고[4], Fahey 등(2016)은 한국(15개 대학병원) 또한 투여량의 차이가 크다고 보고하고 있다[5].

그동안 소아투여량 공식은 Stocker법, Cowling법, Brunton법, Dilling법, Hamburger법, Augsberger법, Young법 Webster법, Solomon(Fried)법, Clark법 등 지속해서 제안됐으며 다양한 방법을 사용해 왔다[6,7]. 우리나라에서는 대한핵의학회의 웹사이트통계프로그램(<http://www.ksnm.or.kr/stats/>)을 통해 전국 의료기관의 소아투여량 산출방법을 포함한 방사성의약품의 사용량을 정기적으로 조사하고 있다. 통계프로그램에서 선택할 수 있는 소아투여량 산출방법은 기타방법과 해당 없음을 포함하여 EANM Dose Card 2007/2014, Webster, Gilday's Chart, Japanese Guideline, North American Consensus Guidelines 2010 총 8가지로 다양하다[8]. 소아투여량 산출방법이 이처럼 다양하지만, 적정량 산출의 명확한 기준이 없어 그 정립이 필요하다.

핵의학검사는 질병의 진단과 치료를 위해 유용한 검사지만 방사성의약품을 인체에 투여하기 때문에 인체는 내부피폭을 받는다[9,10]. 특히 소아의 경우 방사성감수성이 높기 때문에 검사에 영향을 미치지 않는 범위 안에서 적정량 산출은 반드시 필요하다.

소아 핵의학검사 시 다양한 소아투여량 산출방법을 사용하기 때문에 선행연구에서는 소아투여량 공식 간 투여량을 비교하는 연구가 진행되어 왔다[11-13]. 그러나 소아투여량과 함께 피폭선량도 고려해야 하지만 선행연구에서는 이 부분을 관찰하지 못했다. 본 연구의 목적은 다양한 소아투여량 공식의 방사성의약품 투여량과 유효선량을 산출·비교하여 소아투여량 공식 별 투여량과 피폭선량 정보를 제공하고 핵의학검사 적정투여량의 기준을 세우는 기초자료가 되고자 한다.

2. 연구재료 및 방법

연구는 분석대상 방사성의약품과 소아투여량 공식을 선정하고 소아의 투여량(MBq)과 유효선량(mSv)을 산출하여 비교하였다. 방사성의약품의 선정은 대한핵의학회의 '핵의학검사 통계 현황 조사'를 이용하였고, 소아투여량 공식은 선행연구의 문헌고찰을 통해 선정하였다. 투여량과 유효선량의 산출에 있어 필요한 성인투여량은 정준기, 이명철(2008)의 '핵의학'을 이용하였고 방사능당 유효선량(mSv/MBq)은 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection, 이하 ICRP) 80 Report와 유엔과학위원회(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 이하 UNSCEAR) 2008 Report를 이용하였다.

2.1 방사성의약품 선정

방사성의약품선정을 위해 대한핵의학회의 '핵의학검사 통계 현황 조사'를 조회하였다. 대한핵의학회의 '핵의학검사 통계 현황 조사'는 전국 의료기관의 방사성의약품 사용량을 조사하기 위해 의료기관 담당자가 그 사용량을 기재하게 하고 있다[14]. 조회결과 2012년에는 뼈스캔(Bone Scan)이 전체 핵의학검사 중 281,698건으로 약 49%를 차지하였고, 갑상선테크네튬스캔(^{99m}Tc Thyroid Scan)이 46,132건으로 약 8%, 전신옥소스캔(^{131}I Whole Body Scan)이 32,355건으로 약 5.6%, 심근 SPECT(Myocardium ^{201}Tl SPECT)가 31,259건으로 약 5.4%를 차지하였다[8]. 본 연구에서는 가장 많이 시행하는 뼈스캔(Bone Scan)과 갑상선테크네튬스캔(^{99m}Tc Thyroid Scan)에서 사용하는 ^{99m}Tc -Methylene Diphosphonate(MDP)와 ^{99m}Tc -Pertechnetate를 분석대상 방사성의약품으로 선정하였다. 전신옥소스캔(^{131}I

Whole body scan)과 심근 SPECT(Myocardium ²⁰¹Tl SPECT)는 소아와 개연성이 낮은 검사라 판단하여 연구에 적용하지 않았다.

2.2 소아투여량 공식

소아투여량 공식은 보통 성인의 투여량을 기준으로 소아의 연령이나 체격(Height & Weight)을 산정하여 산출하는 것으로 본 연구에서는 선행연구[2,6,11-15]의 문헌고찰을 통해 성인의 몸무게(70kg)를 기준으로 산출하는 Clark법, 체표면적(Body Surface Area 이하, BSA)을 산정하여 산출하는 Area법, 연령(Age or Month)으로 산정하여 산출하는 Webster법, Young법, Solomon(Fried)법 총 5가지를 선정하였다<Table 1>.

<Table 1> Pediatric Dose(=Administered Activities) Formula

Classification	Pediatric Dose Formula
Clark	$\frac{Weight(Kg)}{70Kg} \times Adult(MBq)$
Area	$\frac{BSA(m^2)}{1.73} \times Adult(MBq)$
Webster	$\frac{Age(year) + 1}{Age(year) + 7} \times Adult(MBq)$
Young	$\frac{Age(year)}{Age(year) + 12} \times Adult(MBq)$
Solomon(Fried)	$\frac{Age(month)}{150} \times Adult(MBq)$

2.3 소아투여량 공식의 투여량과 유효선량 산출 및 비교 방법

소아투여량 공식의 투여량 산출에 있어 기준이 되는 성인투여량은 정준기, 이명철(2008)의 ‘핵의학’에 수록된 투여량을 적용하였다. ^{99m}Tc-MDP의 성인투여량은 740MBq이고 ^{99m}Tc-Pertechnetate의 성인투여량은 185-370MBq이다[16]. 그리고 Area법의 BSA는 Accorsi 등(2010) 연구에서 적용한 DuBois and DuBois¹⁾법을 적용하였고, Solomon(Fried)법의 소아 연령(Month)은 공식에서 분모가 150으로 되어있기 때문에 150개월 이하만 적용하여 산출하였다.

1) $BSA = 0.007184 \times H^{0.725} \times W^{0.425}$

* H : Height, W : Weight

유효선량은 소아투여량 공식에서 산출한 소아투여량(MBq)에 연령별 방사능당 유효선량(mSv/MBq)을 곱하여 산출하였다. ^{99m}Tc-MDP의 연령별 방사능당 유효선량(mSv/MBq)은 UNSCEAR 2008 Report(1세 : 0.027, 5세 : 0.014, 10세 : 0.011, 15세 : 0.007)에 수록된 선량을 적용하였고[17], ^{99m}Tc-Pertechnetate의 연령별 방사능당 유효선량(mSv/MBq)은 ICRP 80 Report(1세 : 0.079, 5세 : 0.042, 10세 : 0.026, 15세 : 0.017)에 수록된 선량을 적용하였다[18].

공식 별 산출량 비교는 ICRP 80 Report와 UNSCEAR 2008 Report에 수록된 방사성의약품의 연령별 방사능당 유효선량을 기준(1세, 5세, 10세 15세)으로 비교하였다. 연령별 비교 시 몸무게를 기준으로 산출하는 Clark법과 BSA를 기준으로 산출하는 Area법은 연령(Year or Month)을 기준으로 산출하는 Webster법, Young법, Solomon(Fried)법과 직접적인 비교가 불가능하여 질병관리본부의 ‘2007년 소아·청소년 표준 성장도표’에 수록되어 있는 연령별 키와 몸무게값을 공식에 입력하여 산출한 후 비교하였다<Table 2>.

<Table 2> Age-specific height and weight of Korean pediatric • youth standard growth charts(2007)

Age Classification	Age(or months) of Korean growth charts	Height (cm)	Weight (kg)
1	12-15*	78.22	10.41
5	5-5.5	110.47	19.22
10	10-11	139.43	35.50
15	15-16	169.69	59.40

*Months

3. 연구결과

3.1 ^{99m}Tc-MDP의 소아투여량 및 유효선량 비교

^{99m}Tc-MDP의 연령 별 공식 간 투여량 및 유효선량 결과 1세는 Area법이 투여량 196.2MBq, 유효선량 5.30mSv로 가장 높고, Young법이 투여량 56.9MBq, 유효선량 1.54mSv로 가장 낮다. Area법과 Young법의 투여량 차이는 139.3MBq, 유효선량 차이는 3.76mSv이다. 5세는 Webster법이 투여량 370.0MBq, 유효선량 5.18mSv로 가장 높고, Clark법이 투여량 203.2MBq, 유효선량 2.84mSv로 가장 낮다. Webster법과 Clark법의 투여량 차이는 166.8MBq, 유효선량 차이는 2.34mSv 이다. 10세

는 Solomon(Fried)법이 투여량 592.0MBq, 유효선량 6.50mSv로 가장 높고, Young법이 투여량 336.4MBq, 유효선량 3.70mSv로 가장 낮다. Solomon(Fried)법과 Young법의 투여량 차이는 255.6MBq, 유효선량 차이는 2.80mSv 이다. 15세는 Area법이 투여량 721.0MBq, 유효선량 5.05mSv로 가장 높고, Young법이 투여량 411.1MBq, 유효선량 2.88mSv로 가장 낮다. Area법과 Young법의 투여량 차이는 309.9MBq, 유효선량 차이는 2.17mSv이다. 연령 간 투여량 비교 결과 연령이 높을수록 투여량이 증가하며, 15세와 1세의 투여량 차이는 Solomon(Fried)법이 532.8MBq로 가장 크고, Webster법이 353.2MBq로 가장 작다. 유효선량은 일률적이지 않았다<Table 3>.

<Table 3> Administered activities and effective dose between pediatric dose formulas of ^{99m}Tc-MDP

Pediatric Dose Formula		Age			
		1	5	10	15
Clark	MBq	110.0	203.2	375.3	627.9
	mSv	2.97	2.84	4.13	4.40
Area	MBq	196.2	327.0	502.4	721.0
	mSv	5.30	4.58	5.53	5.05
Webster	MBq	185.0	370.0	478.8	538.2
	mSv	5.00	5.18	5.27	3.77
Young	MBq	56.9	217.6	336.4	411.1
	mSv	1.54	3.05	3.70	2.88
Solomon (Fried)	MBq	59.2	296.0	592.0	-
	mSv	1.60	4.14	6.50	-

- Adult Administered Activities 740MBq

*Solomon(Fried) : 1year = 12 months, 5years = 60 months, 10years = 120 months

3.2 ^{99m}Tc-Perchnetate의 소아투여량 및 유효선량 비교

^{99m}Tc-Perchnetate의 연령 별 공식 간 투여량 및 유효선량 결과 1세는 Area법이 투여량 49.0-98.1MBq, 유효선량 3.87-7.75mSv로 가장 높고, Young법이 투여량 14.2-28.5MBq, 유효선량 1.12-2.25mSv로 가장 낮다. Area법과 Young법의 투여량 차이는 34.8-69.6MBq, 유효선량 차이는 2.66-5.50mSv이다. 5세는 Webster법이 투여량 92.5-185.0MBq, 유효선량 3.89-7.77mSv로 가장 높고, Clark법이 투여량 50.8-101.6MBq, 유효선량 2.13-4.27mSv로 가장 낮다. Webster법과 Clark법의 투여량 차이는 41.7-83.4MBq, 유효선량 차이는 1.76-3.50mSv이다. 10세는 Solomon(Fried)법이 투여량

148.0-296.0MBq, 유효선량 3.85-7.70mSv로 가장 높고, Young법이 투여량 84.1-168.2MBq, 유효선량 2.19-4.37mSv로 가장 낮다. Solomon(Fried)법과 Young법의 투여량 차이는 63.9-127.8MBq, 유효선량 차이는 1.66-3.33 mSv이다. 15세는 Area법이 투여량 180.2-360.5MBq, 유효선량 3.85-7.70mSv로 가장 높고, Young법이 투여량 102.8-205.6MBq, 유효선량 1.75-3.49mSv로 가장 낮다. Area법과 Young법의 투여량 차이는 77.4-154.9MBq, 유효선량 차이는 2.10-4.21 mSv 이다. ^{99m}Tc-Perchnetate 역시 투여량은 연령이 높을수록 증가하며, 15세와 1세의 투여량 차이는 Solomon(Fried)법이 133.2-266.4MBq로 가장 크고, Webster법이 88.3-176.6MBq로 가장 작다. 유효선량은 역시 일률적이지 않았다<Table 4>.

<Table 4> Administered activities and effective dose between pediatric dose formulas of ^{99m}Tc-Perchnetate

Pediatric Dose Formula		Age			
		1	5	10	15
Clark	MBq	27.5-55.0	50.8-101.6	93.8-187.6	157.0-314.0
	mSv	2.17-4.35	2.13-4.27	2.44-4.8	2.67-5.34
Area	MBq	49.0-98.1	81.7-163.5	125.6-251.2	180.2-360.5
	mSv	3.87-7.75	3.43-6.87	3.27-6.53	3.06-6.13
Webster	MBq	46.3-92.5	92.5-185.0	119.7-239.4	134.6-269.1
	mSv	3.65-7.31	3.89-7.77	3.11-6.23	2.29-4.58
Young	MBq	14.2-28.5	54.4-108.8	84.1-168.2	102.8-205.6
	mSv	1.12-2.25	2.29-4.57	2.19-4.37	1.75-3.49
Solomon (Fried)	MBq	14.8-29.6	74.0-148.0	148.0-296.0	-
	mSv	1.17-2.34	3.11-6.22	3.85-7.70	-

- Adult Administered Activities 185-370MBq

*Solomon(Fried) : 1year = 12 months, 5years = 60 months, 10years = 120 months

3.3 Clark법 기준 소아투여량 공식 간 연령 별 산출량 비율

1세는 Clark법 보다 Area법이 78.3%, Webster법은 68.2% 높고, Young법은 48.4%, Solomon(Fried)법은

46.1% 낮다. 5세는 Clark법 보다 모두 높고 82.6% 높은 Webster법이 가장 차이가 크다. 10세는 Young법을 제외한 나머지 방법이 Clark법보다 높고 57.8% 높은 Solomon(Fried)법이 가장 차이가 크다. 15세는 Area법만 14.6%높고 34.5%낮은 Young법이 가장 낮다. Clark법은 Young법을 제외하고 비교적 산출비율이 낮은 편이다 <Table 5>.

<Table 5> Pediatric dose formulas based on Clark Rule percentage of output by age

Unit : %

Age	Clark	Area	Webster	Young	Solomon (Fried)
1	100	178.3	168.2	51.6	53.9
5	100	161.0	182.6	107.5	146.0
10	100	134.0	127.5	89.8	157.8
15	100	114.6	85.8	65.5	-

4. 고찰

핵의학검사에서 적정량 투여는 중요한 사안이지만 소아의 경우 다양한 투여량공식에 따라 산출량이 모두 다르고 임상에서 사용하는 방법도 다양하기 때문에 최적의 적정량을 산출하여 투여했다고 확신하기는 어려울 것이다. 본 연구에서는 소아 핵의학검사 시 방사성의약품의 적정 산출량과 피폭선량의 정보를 위해 우리나라에서 가장 많이 사용하는 ^{99m}Tc-MDP와 ^{99m}Tc-Pertechnetate의 성인투여량과 방사능당 유효선량을 이용하여 다양한 소아투여량 공식 별 투여량과 유효선량을 비교하였다.

연구결과 5가지 소아투여량 공식 간 연령별 투여량과 유효선량은 Young법이 가장 작고 그 다음으로 Clark법이다. Young법은 5세를 제외한 모든 연령에서 가장 적게 산출되었고 가장 높게 산출된 공식과 비교해보면 1세는 약 3.4배, 5세는 1.7배, 10세는 1.8배, 15세는 1.8배 차이이다. Young법이 연령을 기준으로 산출하는 다른 공식에 비해 산출량이 작은 이유는 동일 연령 입력 시 공식에서 분자의 수가 커지기 때문이다.

그리고 체중을 기준으로 산출하는 Clark법과 BSA를 기준으로 하는 Area법을 비교하면 Clark법이 산출량이 적고 그 차이는 14.6-78.3%이다. 이는 동일연령에서 몸무게만을 입력하여 계산하는 공식의 분수 수치 비율에 비해 BSA를 입력하여 계산하는 공식의 분수 수치 비율

이 약 0.7배 높기 때문이다[19,20].

본 연구와 같이 5가지 소아투여량 공식을 기반으로 소아양전자단층검사(PET)의 향상된 투여법을 연구한 Accorsi 등(2010)의 연구에서도 Young법이 가장 작게 산출하였으며 그 다음으로 Clark법이였다. Accorsi 등(2010)의 연구는 본 연구와 다르게 펜텀과 73명의 환자 데이터를 이용하여 환자별 잡음-등가 계수 농도(Noise-Equivalent Count Rate Density)를 곡선으로 작도하였고 이를 근거로 투여량을 산출하였다[12].

소아체격을 기준으로 산출하는 공식과 연령을 기준으로 산출하는 공식의 산출량 비교는 비교하려는 연령의 키와 몸무게 값이 있어야 한다. Accorsi 등(2010)의 연구에서는 본 연구와 데이터 산출방식이 다르지만 본 연구와 마찬가지로 Area법이 높게 나왔다[12]. Gelfand 등(2010)의 연구에서 BSA값으로 산출하는 Area법과 연령으로 산출하는 Webster법의 연령별 투여량을 비교하였는데, 전 연령에서 Webster법이 높게 산출되었다[13]. 그러나 본 연구에서는 5세를 제외하고 모두 Area법이 높게 나왔다. 이는 본 연구와 Gelfand 등(2010)의 연구에서 사용한 BSA값이 다르기 때문인 것으로 사료된다.

소아의 방사성의약품 투여량은 소아가 성장함에 따라 공식에 입력하는 연령과 체격 수치와 높아지기 때문에 투여량은 자연스럽게 증가한다. 그러나 유효선량은 소아가 성장하면서 방사선감수성이 낮아지기 때문에 산출시 입력하는 방사능당 유효선량이 낮다. 결과적으로 연령이 증가할수록 투여량은 많아지지만 유효선량은 반드시 증가하는 것은 아니다. 실제 연구에서도 Area법과 Webster법은 15세의 유효선량이 오히려 1세보다 낮게 계산되었다.

본 연구의 결과를 해석함에 있어 각 소아투여량 공식의 특징을 인지할 필요가 있다. Clark법은 성인의 평균 몸무게 70kg 기준으로 산출하기 때문에 몸무게 편중이 크게 작용하여 적정량 산출이 곤란한 경우도 있을 것이다. 예를 들면 과체중 소아의 경우 인체 장기의 성숙도나 대사능력을 고려하지 않고 적용하는 경우이다. Young법은 1세 이하를 산출하지 못하고 연령에 따른 성장변수 또한 고려할 수 없다[21]. Solomon(Fried)법은 150개월 미만의 소아만 산출할 수 있으며, 주로 1세 미만의 소아 산출에 사용한다[22]. Webster법은 연령이 높은 소아에서 과 투여량이 산출될 수 있다[21]. 그리고 Area법은 Clark법보다 산출량이 0.7배 높지만 인체기관의 성장과 생리 기능을 고려하면 Clark법보다 근접한 적정량이 산출된

다. 특히 1세 이상 소아의 산출에 더 유리하다[19,20].

핵의학검사에서 인체에 투여하는 방사성의약품의 투여량을 산술적으로 계산하여 정한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 또한 핵의학검사로 인한 내부피폭은 외부로부터 오는 방사선 피폭과 달리 인체에 투여하는 방사성의약품에 의한 조직의 감수성, 대사, 반감기 등을 모두 고려하여 평가해야하기 때문에 그 산출이 까다롭다[17,18,23-27]. 그리고 핵의학검사에 사용하는 다양한 투여량공식이 존재한다는 것과 적정 투여량의 기준도 범위가 넓기 때문에 소아투여량 공식별 산출량(투여량, 유효선량)을 인지할 필요가 있으며 이는 의료방사선의 최적화 원칙에 있어 가장 중요한 문제이다. 본 연구는 방사성의약품의 소아투여량을 산출하여 비교하는 그간의 연구와 다르게 유효선량까지 산출하여 비교했기 때문에 의료방사선의 최적화의 개념을 더욱 관철시켰다고 할 수 있다.

연구의 제한점으로는 소아의 체격(Height & Weight)을 기준으로 산출하는 공식과 연령(Age or Month)을 기준으로 산출하는 공식 간 비교 시 '2007년 소아·청소년 표준 성장도표'에 수록된 연령이 범위로 설정되어 있기 때문에 근삿값의 연령을 정하여 비교하여 약간에 오차가 있을 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구에서는 소아핵의학검사 시 어떤 투여량공식을 사용하느냐에 따라 투여량과 피폭선량이 얼마나 차이가 나는지 제시하였다. 연구에서는 ^{99m}Tc -MDP의 공식 간 산출량 차이를 최대 309.9MBq, 유효선량은 3.76mSv, ^{99m}Tc -Pertechnetate는 최대 154.9MBq, 유효선량은 5.50mSv로 제시하였다. 결론적으로 소아투여량 공식 간 산출량의 차이는 크다는 것이다. 이러한 결과는 의료방사선의 최적화 관점에서 보면 심각한 문제이다. 소아는 방사선 감수성이 높아 성인 보다 방사선피폭으로 인한 암 발생의 위험이 높고 여명이 길어 암 발생의 원인을 알지 못할 수도 있다. 그러므로 소아의 방사선검사는 주의를 기울여야 하며 정확한 피폭선량 정보를 알아야 한다. 또한 5가지 소아투여량 공식 중 Young법이 가장 적게 산출되었다고 해서 Young법을 모든 기준에 적용하기에는 무리가 있다. 이유는 동일 연령 소아의 체격 차이까지 고려하여 산출할 방법이 아니기 때문이다. 실제 적용할 때에는 한정된 기준으로만 사용하는 것이 올바른 것이다.

현재 영국, 미국, 일본은 소아 핵의학검사 투여량 가이드라인이 있다. 하지만 우리나라는 아직 정립된 산출방법이 없고 외국에서 개발된 여러 가지 방법을 선택해서 사용하고 있다. 향후 한국소아의 연령, 체격, 대사능력 등을 모두 고려하여 적용할 수 있는 한국 소아산출법이 개발돼야 한다. 이것이 바로 의료방사선의 최적화 원칙에 부합하는 일일 것이다.

REFERENCES

- [1] A. K. Pandey, S. K. Sharma, P. Sharma, P. Gupta, R. Kumar, "Development of a radiopharmaceutical dose calculator for pediatric patients undergoing diagnostic nuclear medicine studies", *Indian J Nucl Med*, Vol. 28, No. 2, pp. 75 - 78, 2013.
- [2] Y. H. Do, G. H. Kim, H. J. Lee, J. E. Kim, H. J. Kim, "A Research of Standards for Radiopharmaceutical Doses in Pediatric Nuclear Medicine", *The Korean Journal of Nuclear Medicine Technology*, Vol. 13, No. 1, pp. 47-50, 2009.
- [3] S. T. Treves, R. T. Davis, F. H. Fahey. "Administered radiopharmaceutical doses in children: A survey of 13 pediatric hospitals in North America". *J Nucl Med*, Vol. 49, No. 6, pp. 1024-1027, 2008.
- [4] J. E. Towson, R. C. Smart, Diagnostic Reference Activities for Nuclear Medicine in Australia and Newzealand, No. IAEA-CSP-7/CD, 2001.
- [5] F. H. Fahey, H. H. S. Bom, A. Chiti, Y. Y. Choi, G. Huang, M. Lassmann, N. Laurin, F. Mut, R. Nuñez-Miller, D. O'Keefe, P. Pradhan, A. M. Scott, S. Song, N. Soni, M. Uchiyama, L. Vargas, "Standardization of Administered Activities in Pediatric Nuclear Medicine: A Report of the First Nuclear Medicine Global Initiative Project, Part 2—Current Standards and the Path Toward Global Standardization", *Journal of Nuclear Medicine*, Vol. 57, No. 7, pp. 1148-1157, 2016.
- [6] J. A. Churchill, "Posology in infants and children", *Developmental Medicine & Child Neurology*, Vol. 6,

- No. 6, pp. 610-613, 1964.
- [7] K. Evans, Paediatric radiopharmacy, Textbook of Radiopharmacy, Theory and Practice: Nuclear Medicine 2, pp. 327-37, 1994.
- [8] <http://www.ksnm.or.kr/stats/>
- [9] J. K. Chung, M. C. Lee, Nuclear Medicine, Korea Medical Book publisher, 2008.
- [10] G. J. Kim, S. H. Bae, K. J. Kim, H. k. Oh, "Effect of Gamma Energy of Positron Emission Radionuclide on X-Ray CT Image", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 12, No .10, pp. 4418-4424, 2011.
- [11] T. A. Veitch, "Pediatric nuclear medicine, Part II: Common procedures and considerations" Journal of nuclear medicine technology, Vol. 28, No. 2, pp. 69-75, 2000.
- [12] R. Accorsi, J. S. Karp, S. Surti, "Improved dose regimen in pediatric PET" Journal of Nuclear Medicine, Vol. 51, No. 2, pp. 293-300, 2010.
- [13] M. J. Gelfand, M. T. Parisi, S. T. Treves, "Pediatric radiopharmaceutical administered doses: 2010 North American consensus guidelines" Journal of Nuclear Medicine, Vol. 52, No. 2, pp. 318-322, 2011.
- [14] J. R. Seon, J. W. Gil, "Study on Development of Patient Effective Dose Calculation Program of Nuclear Medicine Examination", Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 18, No. 3, pp.657-665, 2017.
- [15] A. K. Pandey, S. K. Sharma, P. Sharma, P. Gupta, R. Kumar, "Development of a radiopharmaceutical dose calculator for pediatric patients undergoing diagnostic nuclear medicine studies", Indian J Nucl Med, Vol. 28, No. 2, pp. 75 - 78, 2013.
- [16] J. G. Jeong, M. Ch. Lee, Nuclear Medicine, Seoul: Korea Medical Book, Publishing, 2008.
- [17] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2008 report Vol. I: Sources of ionizing radiation, New York: United Nations, 2010.
- [18] International Commission on Radiological Protection. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals: (Addendum 2 to ICRP Publication 53). ICRP Publication 80. Ann. ICRP Vol. 28, Issue. 3, 1998.
- [19] R. J. Kowalsky, J. R. Perry, Radiopharmaceuticals in Nuclear Medicine Practice, Publishing, 1987.
- [20] E. G. Bell, J. G. McAfee, G. Subramanian, Radiopharmaceuticals in pediatrics, Pediatric Nuclear Medicine, Philadelphia: W.B. Saunders Publishing, 1974.
- [21] K. Breslow, The pediatric radiopharmaceutical dose, The Monthly Scan, Radiopharmacy, College of Pharmacy, University of New Mexico, 1979.
- [22] K. E. Day, Method for calculating pediatric radioactive doses, Transient Equilibrium(Squibb Nuclear Alumni Newsletter), Vol 6, No. 1, 1977.
- [23] I. han. Lim, "Image-based dosimetry of radionuclide therapy", Journal of Korean Thyroid Association, Vol. 6, No. 1, pp. 26-33, 2013.
- [24] H. R. Jung, K. J. Kim, E. H. Mo, "A Study on the Radiation Exposure Dose of Brain Perfusion CT Examination a Phantom", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 5, pp. 287-294, 2015.
- [25] Y. H. Seoung, "Evaluation of Surface Radiation Dose Reduction and Radiograph Artifact Images in Computed Tomography on the Radiation Convergence Shield by Using Sea-Shells", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 8. No. 2, pp. 113-120, 2017.
- [26] H. S. Jun, H. S. Sohn, "Effect of cardiopulmonary resuscitation(CPR) education performed by health teachers on middle school students", Journal of digital Convergence , Vol. 13, No. 10, pp. 385-395, 2015.
- [27] S. H. Kim, "A Convergence Study on Evaluation of Usefulness of Copper Additional Filter in the Digital Radiography System", Journal of digital Convergence, Vol. 13, No. 9, pp. 351-359, 2015.

저자소개

길 중 원(Jong-Won Gil)

[정회원]



- 2013년 2월 : 건양대학교 보건복지대학원(보건학석사)
 - 2015년 8월 : 충북대학교 보건의생명융합(이학박사)
 - 2010년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 방사선학과 겸임교수/시간강사
 - 2017년 3월 ~ 현재 : 김천대학교 방사선학과 시간강사
 - 2003년 5월 ~ 현재 : 대전선병원 영상의학과
- <관심분야> : 의료방사선융합, 의학/보건학, 의료영상, 의료방사선피폭