

<원저>

진단용 방사성동위원소 취급 시 L-block 차폐기구 사용에 따른
핵의학 종사자의 장기 선량평가- Organ Dose Assessment of Nuclear Medicine Practitioners Using
L-Block Shielding Device for Handling Diagnostic Radioisotopes -¹⁾부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과·²⁾동남권원자력의학원 영상의학과강세식¹⁾·조용인²⁾·김정훈¹⁾

— 국문초록 —

의료기관 내 핵의학 종사자는 방사성동위원소 취급 시 사용하는 선원의 종류, 방사능량, 차폐기구의 사용 여부에 따라 종사자 개인별로 광범위한 피폭선량을 나타낼 수 있다. 이에 본 연구에서는 몬테카를로 기법을 기반으로 한 모의실험을 통해 진단용 방사선원 취급 시 종사자의 장기별 선량평가와 L-block 차폐기구 사용에 따른 선량감소효과를 분석하였다. 그 결과, 방사선원의 취급 위치에 근접할수록 높은 장기선량 분포를 나타내었고, ICRP 조직가중치에 따라 유효선량 분포가 상이한 양상을 보였다. 또한 L-block 두께에 따른 선량감소효과는 차폐두께 증가에 따라 지수함수 분포로 감소되는 경향을 나타내었으며, 방사선원별 선량감소효과는 방출하는 감마선 에너지에 비례하여 낮은 차폐효과를 보였다.

중심 단어: 모의실험, L-block 차폐기구, MIRD패턴, 선량평가

I. 서 론

핵의학(Nuclear medicine)은 방사성 의약품의 특이한 성질을 이용하여 신체의 해부학적, 생리학적, 생화학적 상태를 진단 및 평가하고, 개봉된 방사선원으로 치료하는 의학의 전문분야이다¹⁾. 이러한 핵의학 분야 내 업무를 수행하는 종사자는 방사성동위원소를 직접적으로 취급하는 업무환경으로 인해 지속적인 방사선 피폭에 노출된다. 이러한 핵의학종사자를 포함한 방사선작업종사자는 개인 피폭방사선량 평가 및 관리에 관한 규정에 따라 정해진 주기별로 개인피폭 선량계를 이용하여 해당 기간의 누적 선량에 대해 판단하여 관리가 이루어져야 한다²⁾. 현재 이러한 종사자의 개인

피폭선량은 일반적으로 가슴 위치의 선량계 착용을 통한 심부선량 $H_p(10)$ 에 대해 보수적으로 평가되고 있다³⁾. 그 중 의료기관 내 핵의학 종사자의 경우, 사용하는 방사성동위원소의 종류, 방사능량, 차폐기구의 사용 여부에 따라 종사자 개인별로 광범위한 피폭선량을 나타내는 것으로 알려져 있다⁴⁾.

기존 핵의학 종사자의 피폭 관련 연구에서는 각 의료기관에 따라 차폐기구의 구비 유·무와 업무환경으로 인해 차폐기구의 사용빈도는 낮다고 보고하며⁵⁾, 사용되는 차폐기구에 대해 명확히 규정되어 있지 않다. 그 중 L-block 차폐기구의 경우, 납(lead)과 납유리(lead glass)로 구성된 것으로 방사성 의약품 표지, 분배, 주사 시 종사자의 몸통과 눈을 차폐하기 위해 상용화되어 있다. 그러나 각 의료기관마다

This paper was supported by 2016 RESEARCH FUND offered from Catholic University of Pusan

Corresponding author: Jung Hoon Kim, Department of Radiological Science, College of Health Science, Catholic University of Pusan, 57, Oryundae-ro, Geumjeong-gu, Busan-si, Korea / Tel: +82-10-9142-1171 / E-mail: donald@cup.ac.kr

Received 20 February 2017; Revised 12 March 2017; Accepted 15 March 2017

이러한 L-block 차폐기구의 사용과 구비 형태가 다르며, 간혹 업무의 효율성이 저하된다는 이유로 차폐기구를 사용하지 않은 채 선원을 취급하는 경우가 종종 있다⁶⁾. 이러한 경우, 방사선원에 의해 종사자의 몸통, 사지뿐만 아니라 눈 또한 방사선에 직접적으로 노출될 수 있으며, 심부선량 이외 인체 내 장기(organ)에 대한 구분된 피폭선량 관리가 이루어지지 않으므로 노출되는 피폭정도를 정확히 인지하지 않고 업무를 수행하고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 몬테카를로 방법을 이용한 모의실험을 통해 핵의학 분야 내 방사성동위원소 취급 시 종사자가 노출될 수 있는 각 장기별 피폭선량을 평가하고, 종사자의 방사선 방호를 위해 상용화된 L-block 차폐기구의 사용 두께에 따른 인체 장기별 차폐효과를 산정하고자 한다. 이를 통해 핵의학 종사자의 차폐기구 사용 지침을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

1) 몬테카를로 기법(Monte carlo method)

본 연구에서는 몬테카를로 기법을 사용하는 대표적인 프로그램인 MCNPX(Monte Carlo N-Particle extended, Ver 2.5.0, USA)를 사용하였다. 이는 전자, 광자, 중성자를 포함한 다양한 입자 수송이 가능하고, Tally 명령어를 사용하여 플럭스, 입자 플루언스 등의 에너지 분포를 계산할 수 있다⁷⁾. 또한 선량 계산을 위한 기하학적 구조를 설정함에 있어서 사용자가 면(Surface)을 구성하고, 일정한 체적의 셀(Cell)을 정의할 수 있어서 3차원 모의실험이 가능하다. 또한 각각의 셀에 대해 구성원자의 성분과 밀도를 가진 물질을 채우고, 이를 이용하여 모의피폭체 내 각 장기의 크기와 형태 등의 특성을 나타낼 수 있다⁸⁾.

2) MIRD phantom

MIRD phantom는 수학적 팬텀의 한 형태로서, 2차원 수학방정식을 통해 인체의 장기를 타원, 원뿔, 평면 및 원통 등으로 구성하여 3차원 공간내에 각 장기를 표현한 것이다. 본 연구에서는 ORNL(Oak Ridge National Laboratory)에서 제작한 모의피폭체에 대해 ICRP 89, ICRU 46에서 제시한 조직구성을 바탕으로 모델링된 “UF-Rivised” MIRD형 인체팬텀을 사용하였다.

3) 방사성동위원소 및 차폐기구

(Radioisotope and shielding device)

방사성동위원소는 핵의학 진단 분야에서 사용되는 ^{99m}Tc, ¹⁸F, ¹²³I, ²⁰¹Tl, ⁶⁷Ga, ¹¹¹In 선원으로 Table 1과 같이 각 선원에서 방출되는 에너지(energy)와 수율(yield)을, MCNPX code 내 선원정보(source information, SI), 선원확률(source probability, SP)을 통해 선원항(source specification, SS)을 정의했다¹⁰⁾. 사용된 선원의 용기는 1 mL 주사기 크기와 동일한 원기둥 형태로 모델링하였고, 외벽은 폴리스틸렌(Polystyrene) 재질로 구성했다. 선원 용기 내부에는 일정한 체적의 선원을 중앙에 위치시켰다. 차폐기구는 현재 상용화된 감마선 차폐용 L-block(25, 55 mmPb, Biodex Medical System, Inc.)차폐기구의 기하학적 구조와 구성성분을 토대로 하여 각 두께별(0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 mm) 차폐기구를 Fig. 1과 같이 동등하게 모사하였다.

Table 1 Physical properties of radioisotope (unit : MeV)

Radioisotope	Emitting γ -ray energy (yield)
^{99m} Tc	0.141(0.891)
¹⁸ F	0.511(1.96)
¹²³ I	0.159(0.833), 0.529(0.014)
²⁰¹ Tl	0.0306(0.0025), 0.0322(0.0026), 0.135(0.026), 0.167(0.100)
⁶⁷ Ga	0.0913(0.032), 0.0933(0.392), 0.185(0.212), 0.209(0.024), 0.300(0.168), 0.394(0.047), 0.888(0.0015)
¹¹¹ In	0.171(0.902), 0.245(0.940)

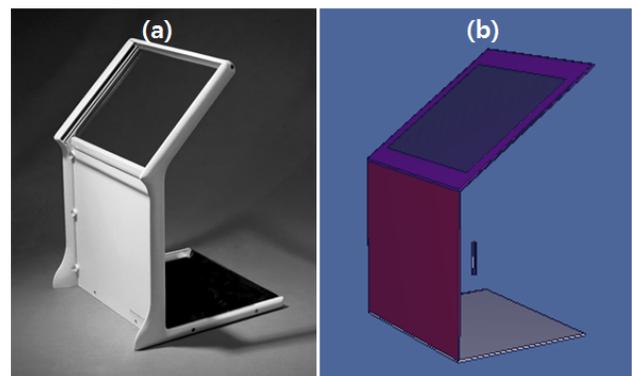


Fig 1 Description of L-block shielding device, (a) commercialized L-block shield (b) simulated L-block shield

2. 실험방법

핵의학 분야 내 진단용 방사성동위원소 취급 시 인체 장기에 대한 선량분포를 파악하기 위해 첫 번째로, 종사자가 선원을 취급하는 일정한 거리에 MIRD 팬텀과 선원을 위치시킨 후 차폐기구 미사용 시 각 선원에 따라 노출될 수 있는 인체 장기별 선량분포를 측정했다.

두 번째로, 상용화된 L-block 차폐기구 사용 두께에 따른 인체 장기별 차폐효과를 평가하고자, 선원과 수학적 팬텀은 동일한 거리에 위치시킨 다음 선원과 인체팬텀 사이에 앞서 모사한 L-block 차폐기구를 위치시키고, 차폐기구의 두께 증가(5~60 mm)에 따른 인체 장기별 선량분포를 측정하였고, 차폐기구 미사용 시를 기준으로 장기별 차폐효과(%)를 산정하였다(Fig. 2).

모의실험 내 인체 장기에 대한 선량평가는 앞서 모사한 MIRD 팬텀 내 눈(Eye), 갑상선(Thyroid), 유방(Breast), 폐(Lung), 위(Stomach), 간(Liver), 생식선(Sexual gland; testis, ovary), 피부(Skin)에 대해 각각의 관심지점(Tally)을 지정했다. 관심지점 지정카드(Tally specification card)는 f4 tally를 이용하여 방출된 광자가 장기의 단위 면적 내 도달된 입자수 즉, 입자 플루언스를 획득하였고, 방사성동위원소에 따른 동일한 선량평가를 위해 37 MBq (1 mCi)의 방사능량을 고려하였으며, MCNPX 프로그램 내 선량 환산계수(ICRP 74 ambient dose equivalent conversion factor)를 통해 등가선량률(uSv/h)로 변환했다.

또한 변환된 선량률에 대해 장기별 위험도를 평가하고자 ICRP 60, 103 권고에서 제시하는 조직 하중계수(Tissue weighting factor)를 고려하여 유효선량률(uSv/h)로 환산하였다(Table 2). 모의실험 내 신뢰도 확보를 위해 반복횟수는 10E⁸번 이상 모의추정하여 통계적 불확도(uncertainty)를 3% 이내로 유지했다.

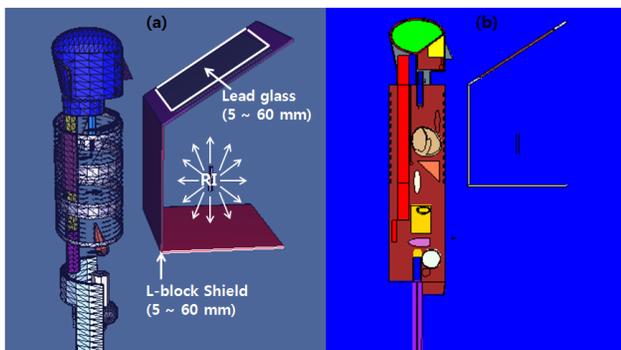


Fig. 2 Simulation model for dosimetry for the organs of Nuclear medicine Practitioners, (a) 3D visualization of simulating model, (b) 2D visualization of simulating model

Table 2 Tissue weighting factor as by ICRP publication

Tissue or Organ	Weighting Factor	
	ICRP 60 (1990)	ICRP 103 (2007)
Gonads	0.20	0.08
Bone marrow	0.12	0.12
Colon	0.12	0.12
Lung	0.12	0.12
Stomach	0.12	0.12
Bladder	0.05	0.04
Breast	0.05	0.12
Liver	0.05	0.04
Esophagus	0.05	0.04
Thyroid	0.05	0.04
Skin	0.01	0.01
Bone surface	0.01	0.01
Salivary glands	-	0.01
Brain	-	0.01
Remainder	0.05	0.12

III. 결 과

1. 진단용 방사성동위원소 취급 시 인체 장기별 유효선량분포

핵의학 분야 내 진단용 방사성동위원소 취급 시 인체 장기별로 노출되는 선량을 파악하고자, 차폐기구 미사용 시 각 선원에 따른 입자 플루언스 값을 측정 한 후, 선량 환산계수와 조직 하중계수에 따라 장기별로 노출되는 유효선량 분포를 Table 3과 같이 환산하였다.

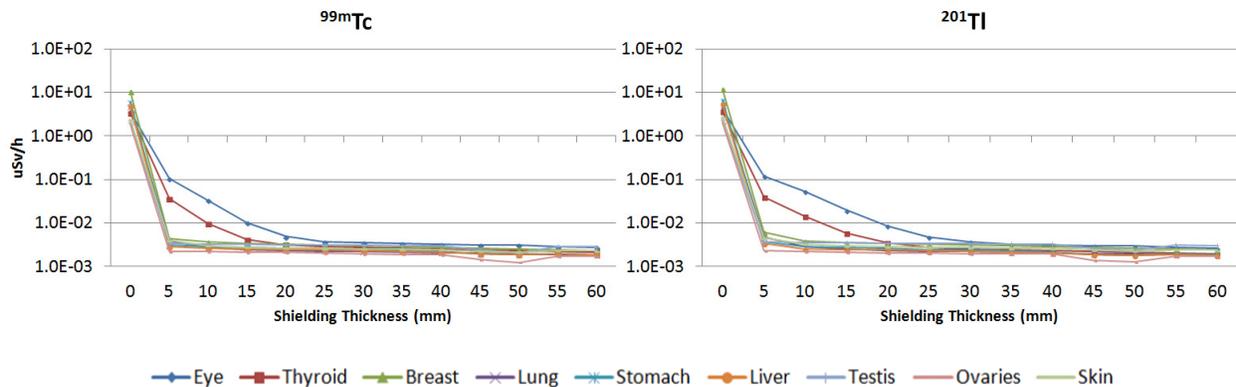
그 결과, ICRP 60 권고 적용 시 인체 장기 중 위와 폐의 경우 ^{99m}Tc 선원에서 각각 0.7222 uSv/h, 0.5549 uSv/h, ¹⁸F 선원은 2.4312 uSv/h, 2.0288 uSv/h 으로 가장 높은 유효선량 분포를 나타내었고, 그 외 장기별 선량 분포는 유방, 생식선, 간, 눈, 갑상선, 피부의 순으로 낮아지는 양상을 보였다.

이에 반해, ICRP 103 권고 적용 시 유방의 경우 ^{99m}Tc 선원에서 1.2712 uSv/h, ¹⁸F 선원은 4.5510 uSv/h로 가장 높은 유효선량 분포를 보였고, 위의 경우 ^{99m}Tc 선원은 0.7222 uSv/h, ¹⁸F 선원은 2.0288 uSv/h로 두 번째로 높은 선량 분포를 나타내었다. 그 외 장기별 선량분포는 폐, 눈, 간, 생식선, 갑상선, 피부의 순으로 감소하는 경향을 띠었다.

ICRP 권고에 따른 유효선량 분포를 비교한 결과, 갑상선, 간, 생식선의 경우 ICRP 60 권고 적용 시 더 높은 유효선량 분포를 나타내었고, 폐와 위의 경우 동일한 선량 분포를 보

Table 3 Effective dose distribution on organ according to tissue weighting factor in ICRP recommendation (Unit : uSv/h)

Organs	ICRP 60						ICRP 103					
	^{99m} Tc	¹²³ I	¹⁸ F	²⁰¹ Tl	⁶⁷ Ga	¹¹¹ In	^{99m} Tc	¹²³ I	¹⁸ F	²⁰¹ Tl	⁶⁷ Ga	¹¹¹ In
Eye	0.1855	0.2196	0.6946	0.2104	0.2410	0.2897	0.4453	0.5271	1.6670	0.5049	0.5784	0.6954
Thyroid	0.1657	0.1951	0.6337	0.1840	0.2154	0.2545	0.1325	0.1561	0.5070	0.1472	0.1723	0.2036
Breast	0.5297	0.6214	1.8963	0.6028	0.6818	0.8100	1.2712	1.4914	4.5510	1.4467	1.6362	1.9439
Lung	0.5549	0.6498	2.0288	0.6149	0.7116	0.8415	0.5549	0.6498	2.0288	0.6149	0.7116	0.8415
Stomach	0.7222	0.8353	2.4312	0.7943	0.9061	1.0646	0.7222	0.8353	2.4312	0.7943	0.9061	1.0646
Liver	0.2465	0.2863	0.8552	0.2716	0.3112	0.3664	0.1972	0.2290	0.6841	0.2173	0.2489	0.2931
Testis	0.4055	0.4799	1.5667	0.4580	0.5314	0.6342	0.1622	0.1919	0.6267	0.1832	0.2126	0.2537
Ovaries	0.3755	0.4439	1.4799	0.4141	0.4871	0.5749	0.1502	0.1776	0.5920	0.1656	0.1948	0.2300
Skin	0.0238	0.0284	0.0928	0.0274	0.0314	0.0376	0.0238	0.0284	0.0928	0.0274	0.0314	0.0376

**Fig. 3** Organ dose distribution according to thickness of L-block shield when handling ^{99m}Tc, ²⁰¹Tl

였으며, 이와 대조적으로 눈과 유방의 경우 ICRP 103 적용 시 더 높은 선량 분포를 나타내었다. 또한 취급하는 방사선원에 따른 장기별 유효선량 분포는 ¹⁸F, ¹¹¹In, ⁶⁷Ga, ¹²³I, ²⁰¹Tl, ^{99m}Tc의 순서로 선원의 방출하는 에너지에 비례하여 높은 양상을 보였으며, 동일한 장기 내에서도 취급하는 방사성동위원소에 따라 각기 다른 선량 수치를 나타내었다.

2. L-block 차폐기구 사용에 따른 인체 장기별 차폐효과

핵의학 분야 내 진단용 선원 취급 시 L-block 차폐기구의 사용에 따른 인체 장기별 피폭선량 차폐효과를 산정하기 위해, 각 선원별 차폐두께(5 ~ 60 mm)에 따른 인체 장기별 피폭선량 분포를 측정하고, 차폐기구 미사용 시 선량 분포를 기준으로 하여 차폐두께에 따른 차폐효율을 평가하였다.

그 결과, 일반적으로 핵의학 분야 내 가장 많이 사용되는 ^{99m}Tc 선원의 경우, 5 mm 차폐기구 사용 시 인체 장기에 따라 최소 97.15~최대 99.96%, 10 mm 사용 시 99.09~99.97%의 차폐효율을 보였다. ²⁰¹Tl 선원의 경우, 5 mm

차폐기구 사용 시 인체 장기에 따라 최소 97.13~최대 99.95%, 10 mm 사용 시 98.76~99.97%, 15 mm 사용 시 99.53~99.97%의 차폐효율을 나타내었다(Fig. 3).

¹²³I 선원의 경우, 5 mm 차폐기구 사용 시 인체의 장기에 따라 최소 95.05~최대 97.66%, 10 mm 사용 시 97.80~99.01%, 15 mm 사용 시 99.08~99.57%의 차폐효율을 나타냈다. PET/CT 검사 시 일반적으로 사용되는 ¹⁸F 선원의 경우, 5 mm 차폐기구 사용 시 인체의 장기에 따라 최소 51.41~최대 62.69%, 10 mm 사용 시 77.63~86.71%, 15 mm 사용 시 89.93~95.24%, 20 mm 사용 시 94.63~98.25%, 25 mm 사용 시 96.18~99.35%, 30 mm 사용 시 97.18~99.75%, 35 mm 사용 시 97.86~99.89%, 40 mm 사용 시 98.44~99.94%, 45 mm 사용 시 98.85~99.98%, 50 mm 사용 시 99.18~99.98%의 차폐효율을 보였다(Fig. 4).

⁶⁷Ga 선원의 경우, 5 mm 차폐기구 사용 시 인체의 장기에 따라 최소 91.56~최대 94.67%, 10 mm 사용 시 96.75~98.91%, 15 mm 사용 시 97.99~99.58%, 20 mm 사용 시 98.70~99.77%, 25 mm 사용 시 99.13~99.84%의 차폐효율을 보였다. ¹¹¹In 선원의 경우, 5 mm 차폐기구 사용

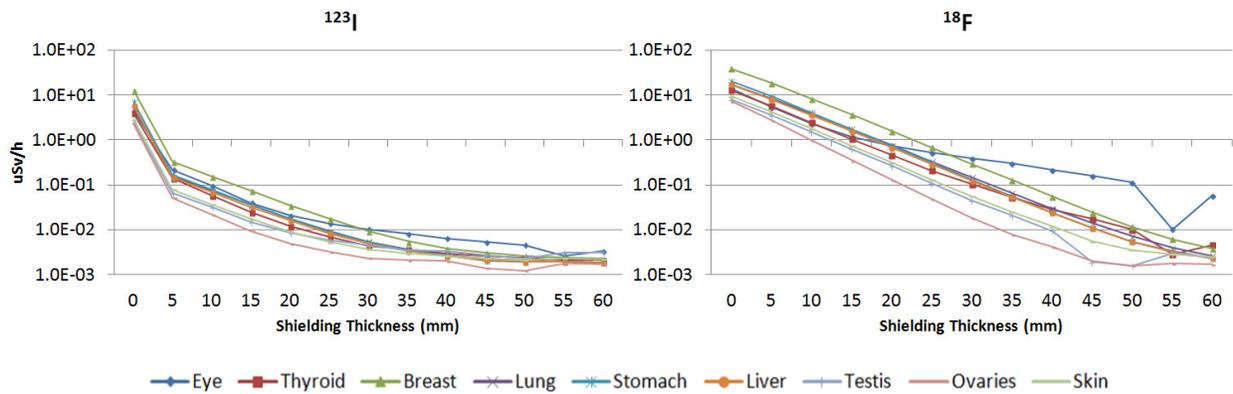


Fig. 4 Organ dose distribution according to thickness of L-block shield when handling ^{123}I , ^{18}F

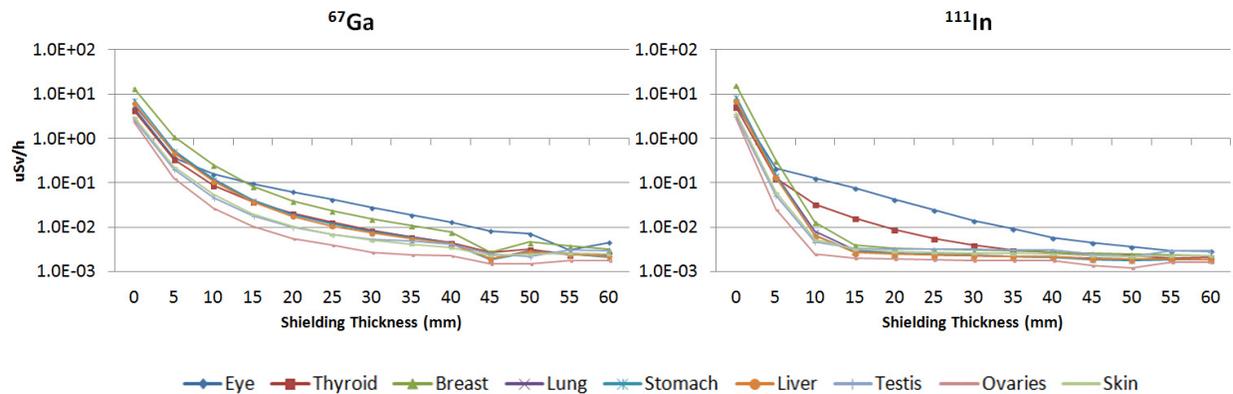


Fig. 5 Organ dose distribution according to thickness of L-block shield when handling ^{67}Ga , ^{111}In

시 인체의 장기에 따라 최소 96.30~최대 99.12%, 10 mm 사용 시 99.79~99.92%, 15 mm 사용 시 98.68~99.98%, 20 mm 사용 시 99.27~99.98%의 차폐효율을 나타냈다 (Fig. 5).

위의 결과에 따라 방사성동위원소 취급 시 L-block 차폐두께에 따른 인체 장기별 차폐효율은 선원에서 방출하는 감마선 에너지에 반비례한 경향을 나타내었고, 선원별 L-block 차폐기구의 적정두께는 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 선원의 경우 약 10 mm, ^{201}Tl 은 15 mm, ^{123}I 은 15 mm, ^{18}F 는 50 mm, ^{67}Ga 은 25 mm, ^{111}In 20 mm로 분석되었다.

IV. 고찰

현재 핵의학종사자의 개인피폭선량 관리는 과거 ICRU에서 제시한 심부선량 $H_p(10)$ 이외 종사자의 사지, 눈, 그 외 다른 조직이나 장기에 대해서는 구분된 관리가 이뤄지지 않으며, 이로 인해 종사자로 하여금 노출되는 장기 피폭에 대

해서 정확히 인지하지 못하고 업무를 수행하고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 핵의학 분야 내 선원 취급 상황 내 인체 장기별 선량분포 경향성을 평가하고자 하였으며, 이러한 방사선 피폭을 저감하기 위해 상용화된 L-block 차폐기구의 두께에 따른 선량감소효과를 산정하고자 하였다. 본 연구의 결과에 따르면, 핵의학 종사자의 인체 장기 중 위, 폐, 유방의 경우, 모의실험 내 모델링된 선원과의 거리가 그 외 장기보다 인접하여 상대적으로 높은 선량분포를 나타낸 것으로 생각되며, ICRP 60, 103 권고 내 조직가중치를 통해 변환된 유효선량 분포는 각 권고에서 제시하는 장기에 따른 위험계수(risk factor)의 변화로 인해 장기별로 다른 양상을 나타낸 것으로 고려된다. 이는 ICRP 60 권고 이후 ICRP에서 새로운 조직가중치 개발을 위해 코호트 연구를 통한 역학적 자료, 여러 인구에 적용된 명목위험계수 외 몇 가지 단계를 거쳐 ICRP 103 권고 내 확률론적 영향의 위해에 대한 조정된 명목위험계수에 근거하여 제시되었으므로⁹⁾, 조직에 대한 위해를 평가하기에 합리적인 방법일 것으로 사료된다. 또한 피폭선량 저감화를 위한 L-block 차폐기구의 두께에

다른 선량분포는 차폐두께 증가에 따라 지수함수 분포로 감소되는 경향을 나타내었으며, 방사선원별 선량감소효과는 방출하는 감마선 에너지에 비례하여 투과된 광자 및 산란선의 비율 증가로 인해 차폐효과는 상대적으로 낮은 결과를 나타낸 것으로 분석된다.

김영선 등⁶⁾, 조용인 등⁹⁾의 연구에 따르면, 의료기관에 따라 사용되고 있는 차폐기구의 종류 및 형태가 다양하며, 종사자간에도 차폐기구 사용에 대한 인식이 낮은 것으로 보고 있다. 또한 핵의학 종사자의 피폭선량 연구에서는 능동형 선량계 혹은 보조 선량계 등의 실측 장비를 통해 선량 평가 및 차폐 연구에 이용되어 왔으나¹⁰⁾, 이러한 방법의 경우 측정당시의 환경, 방향 및 에너지 의존성 등 결과에 영향을 미치는 외부적인 변수가 많다고 알려져 있다¹¹⁾. 이러한 이유로 몬테카를로 기법을 이용한 방법은 여러 가지 입자 수송, 차폐설계 등 유용한 도구로서 평가되고 있으며¹²⁾, 실측하기 어려운 부분에 대한 가상공간 내 모델링이 가능하다는 장점이 있다. 그러나, 모의실험에 앞서 실험 모델링에 대한 정확한 기하학적 모사는 결과에 대한 신뢰성 확보를 위해 중요한 부분이며, 이러한 차이로 인하여 실제 선량값에 대한 오차가 발생할 수 있다.

본 연구에서는 모의실험을 통해 핵의학 업무환경 내 진단용 선원 취급 시 노출되는 인체 장기에 대한 선량분포와 L-block 차폐두께에 따른 선량감소효과를 산정함으로써, 실측을 통해 획득하기 어려운 정보를 알 수 있다는 것에 의미가 있다. 본 연구의 결과에 따라 취급하는 선원에 맞는 적정두께 이상의 L-block 차폐기구를 사용한다면 핵의학 종사자의 피폭선량 저감화에 도움 될 것이라 판단된다.

최근 국제적으로 눈의 수정체에 대한 다양한 역학조사 결과들이 보고됨에 따라 ICRP에서는 수정체에 대한 등가선량 한도를 ICRP pub. 103 권고에 비해 약 7.5배 정도 하향 조정할 것을 제안하고 있으며, 수정체에 대한 관리와 필요성이 강조되고 있는 추세이다¹³⁾. 이처럼 세부적인 장기 이외 눈의 피폭에 대해서도 정확하게 파악하지 못하고 업무를 수행하고 있는 실정이며, 추후 종사자의 눈에 대한 피폭선량 측정연구와 이를 방호할 수 있는 안구 차폐기구(eyewear protector)에 사용 시 선량감소에 대한 연구 또한 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

핵의학 분야 내 진단용 방사성동위원소 취급 시 종사자의 장기 선량은 선원의 위치에 근접할수록, 취급하는 방사선원

의 에너지에 비례하여 높은 선량분포를 나타내었다. 이에 따라 핵의학 종사자로 하여금 방사선원 취급 시 노출되는 인체 장기에 대한 피폭정도에 대해 정확히 인지하여야 할 것이며, ^{99m}Tc 선원의 경우 약 10 mm, ²⁰¹Tl은 15 mm, ¹²³I은 15 mm, ¹⁸F는 50 mm, ⁶⁷Ga은 25 mm, ¹¹¹In 20 mm 두께 이상의 적절한 L-block 두께의 차폐기구 사용을 통해 종사자의 피폭선량 최적화를 위해 노력해야 한다. 그러나, 현실적으로 각 방사선원별 각기 다른 차폐기구를 사용하기에는 업무상 번거로움과 차폐기구 구비를 위한 경제적인 측면에서의 어려움이 발생할 수 있다. 이에 따라 각 의료기관 환경에 맞는 적정 두께의 차폐기구 사용을 통해 종사자의 피폭을 합리적으로 달성할 수 있는 한 낮게 유지해야 할 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. Chang-Seon Lim, Se-Heon Kim : A Study on the Radiation Dose Managements in the Nuclear Medicine Department, 10(7), 1760-1765, 2009
2. Nuclear Safety and Security Commission : 2014-69. Regulation on evaluation and management of personal exposure dose.
3. Mattsson S., and M. Soderberg : Dose Quantities and Units for Radiation Protection, Springer Berlin Heidelberg, 7-18, 2013
4. Yong-In Cho, Chang-Soo Kim, Se-Sik Kang, Jung-hoon Kim et al. : Shielding Analysis of the Material and Thickness of Syringe Shield on the Radionuclide, Journal of Korea Contents Association, 15(7), 282-288, 2015
5. Jun chul Park, Sung jae Pyo : Study of External Radiation Expose Dose on Hands of Nuclear Medicine Workers, Journal of Korean Society of Radiological Technology, 35(2), 141-149, 2012
6. Yeong Seon Kim, Myeong Deok Seo, Wan Kyu Lee et al. : The Usefulness Evaluation of Radiation Shielding Devices in PET Scan Procedures, Korea Society of Nuclear medicine Technology, 14(2), 65-76, 2010
7. LANL : User's manual version 2.5.0. Los Alamos National Laboratory, LA-CP-05-0369, 2005
8. Myung Chul Lee: Radioisotope nuclide information,

- Korean Association for Radiation Application, 2010
9. International Commission on Radiological Protection : The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, Ann. ICRP 37, 2007
 10. Yong-In Cho, Soo-Young Ye, Jung-Hoon Kim : Evaluation of the Apron Effectiveness during Handling Radiopharmaceuticals in PET/CT Work Environment, 38(3), 187-194, 2015
 11. Carnicer, A., Ginjaume, M., Duch, M.A., et al. : The use of different types of thermoluminescent dosimeters to measure extremity doses in nuclear medicine, Radiation Measurements, 46(12), 1835-1838, 2011
 12. Blunck Ch., Becker F., Urban M., : Simulation of Beta Radiator Handling Procedures in Nuclear Medicine by Means of a Movable Hand Phantom, Radiation Protection Dosimetry, 144(1-4), 497-500, 2011
 13. International Communication on Radiological Protection, Statement on Tissue Reactions, June 2011

•Abstract

Organ Dose Assessment of Nuclear Medicine Practitioners Using L-Block Shielding Device for Handling Diagnostic Radioisotopes

Se-Sik Kang¹⁾·Yong-In Cho²⁾·Jung-Hoon Kim¹⁾

¹⁾Dep. of Radiological Science, College of Health Science, Catholic University of Pusan

²⁾Dept. of Diagnostic Radiology, Dongnam Institute of Radiological & Medical Science

In the case of nuclear medicine practitioners in medical institutions, a wide range of exposure dose to individual workers can be found, depending on the type of source, the amount of radioactivity, and the use of shielding devices in handling radioactive isotopes. In this regard, this study evaluated the organ dose on practitioners as well as the dose reduction effect of the L-block shielding device in handling the diagnostic radiation source through the simulation based on the Monte Carlo method. As a result, the distribution of organ dose was found to be higher as the position of the radiation source was closer to the handling position of a practitioner, and the effective dose distribution was different according to the ICRP tissue weight. Furthermore, the dose reduction effect according to the L-block thickness tended to decrease, which showed the exponential distribution, as the shielding thickness increased. The dose reduction effect according to each radiation source showed a low shielding effect in proportion to the emitted gamma ray energy level.

Key Words : Simulation, L-block shield, MIRD phantom, Dose assessment