

Dose Assessment during Pregnancy in Chest PA Examination

Ri-Won Woo,¹ Yong-In Cho,¹ Jung-Hoon Kim^{2,*}

¹Department of Radiology, Dongnam Institute of Radiological & Medical Science Cancer Center

²Department of Radiological Science, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

Received: August 12, 2020. Revised: October 20, 2020. Accepted: October 31, 2020

ABSTRACT

One of the causes of death for pregnant female is embolism, when a chest PA examination is performed. In addition, due to small doses, the examinations are performed for the purpose of preparing for pre-delivery emergency surgery or basic examination for pregnant female. Evaluating fetal doses through actual measurements is subject to ethical problems, Monte Carlo simulations assesses the organ and fetal doses of pregnant females according to week of pregnancy. The results of the simulations showed that the fetal dose decreased according to weeks of pregnancy and it showed a dose of about 0.1 mGy. The higher the density and thickness of the shielding material, the better the shielding effect. In addition, the dose reduction effect for each shielding material is between 40 and 98%. Afterwards, it is deemed necessary to study the reduction of fetal doses through various shielding characteristics and methods.

Keywords: X-ray, Fetal dose, Pregnant, Shield, Mcnpx

I . INTRODUCTION

색전증은 임산부 사망의 주요 원인이며 미국의 경우 모성 사망의 14.9%를 차지한다.^[1] 이 중 폐 색전증은 9.3%이며, 임산부에게 폐 색전증이 의심될 때, 컴퓨터단층촬영(Computed Tomography, CT), 폐 신틸그라피(Lung scintigraphy) 등의 검사를 수행한다. 하지만 최적의 진단 방법은 아직 명확히 정립되지 않았으며,^[2] 폐 색전증 진단을 위한 첫 번째 영상검사로는 흉부 X선 검사가 가장 적절하다고 알려져 있다.^[3]

이외에도 분만 전 응급 상황을 대비하기 위해 흉부 X선 검사를 수행하여 수술 전 후의 환자 상태를 비교하거나, 임신 중 임산부의 건강상태를 확인하기 위해 검사가 수행된다. 하지만, 검사를 시행하는 대다수의 임산부들은 방사선 노출에 대한 막연한 불안감을 가지고 있다.^[4] 국제방사선방호위원회(ICRP, International Commission on Radiological

Protection)가 발표한 ICRP report 84(2000)에 따르면, 적절하게 수행된 진단 절차에서의 태아선량은 태아사망, 기형, 정신지체 등의 위험성을 증가시키지 않으며,^[4] 영국 보건국(Health Protection Agency)에서는 흉부 X선 검사 시 0.01 - 0.001 mGy의 태아선량에 노출된다고 보고하였다.^[5] 하지만 이는 지역간, 인종간 차이나 검사 조건 등이 고려되지 않았으며, 태아뿐만 아니라 임산부가 받는 선량에 대한 연구 또한 미비한 실정이다.

국내의 임산부와 태아선량에 관한 연구는 W. R. Kim의 연구가 있으나,^[6] 연구에 사용된 팬텀 모델은 임산부의 장기 및 태아의 물성이 연부조직으로만 이루어져 있기 때문에, 보수적으로 태아선량을 접근하기에는 다소 어려움이 있다. 따라서 사전연구에서 ICRP report 89(2002)를 토대로 물성정보를 반영한 팬텀을 제작하였고,^[7] 이를 통해 본 연구에서는 첫째, 임산부의 흉부 후전방향 검사(Chest PA)에 대한 모의모사를 수행하고자 한다. 둘째, 검사

* Corresponding Author: Jung-Hoon Kim

E-mail: donald@cup.ac.kr

Tel: +82-51-510-0583

시 노출되는 태아선량 저감화를 위한 방안을 제안하고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 몬테카를로 전산모사

본 연구에서는 실측하기 어려운 환경에 대한 문제해결에 적합한 몬테카를로 전산모사를 수행하였으며, 범용코드로 사용되는 것 중 MCNPX(Monte Carlo N-Particle Transport code, ver. 2.5.0, USA)를 이용했다.

1.1 진단용 방사선 발생장치

진단용 방사선 발생장치에 대한 모델링을 위해 Philips사의 Digital Diagnost 4.1(Philips, Netherlands)에서 사용되는 X선관을 선정하였다.^[8] X선관의 구조는 텅스텐 양극(Anode angle 13°), 관내 필터는 2.6 mmAl을 사용하며 이를 토대로 X선관을 모델링하였다. 흉부 후전방향 검사 시 X선 검사 조건은 식품의약품안전처에서 제공하는 표준촬영 조건인 관전압 110 kVp, 관전류 8 mAs, 촬영거리(FFD) 180 cm, 조사야 14 × 17 inch을 고려하였다.^[9]

1.2 임신부 팬텀 모델

모의 피폭체는 기존의 M. Cristy 등의 연구^[10,11]를 바탕으로 제작된 MIRD형 팬텀 중에서, 선행연구를 바탕으로 재구성한 팬텀 모델을 사용하였다.^[7] 이는 기존의 임신부 팬텀에 ICRP report 89 등^[12-16]에서 제시한 조직 성분을 바탕으로 구성하였다.

임산부 하복부 및 태아 표현에서 태아 피부는 매우 얇고 결합층 등이 형성되어 있지 않기 때문에 Fig. 1과 같이 태아를 구성하였다.^[11] 태아 연조직의 경우, Ziegler 등의 연구를^[13] 바탕으로 임신 주수에 따라 밀도와 성분을 달리하여 구성하였다.

1.3 방사선 차폐물질

흉부 후전방향 검사 시 산란선 차폐를 위해 임신부의 하복부를 중심으로 50 × 60 cm 크기의 차폐체를 모사하였으며, 0.25, 0.5, 1.0 mm 두께별 차폐체를 구성하였다. 차폐체의 물성은 기존에 사용되는 납(Pb), 텅스텐(W), 비스무스(Bi)를 중심으로, 주석(Sn) - 안티몬(Sb) - 요오드(I) - 고무(Rubber) 혼합물, 텅스텐(W) - 주석(Sn) - 바륨(Ba) - EPVC(Emulsion Polyvinyl Chloride) 혼합물을 사용하여 태아선량 저감화 방안을 모색하였다.^[17,18] 차폐체 물성 정보는 Table 1과 같다.

2. 실험방법

2.1 X선 스펙트럼 분석

흉부 후전방향 검사 시 임신부와 태아의 선량평가를 위해, 모델링된 X선관에서 흉부 후전방향 검사의 표준촬영조건인 110 kVp에 대한 X선 스펙트럼을 획득하였다. 획득한 X선 스펙트럼은 IPEM(Institute of Physics and Engineering in Medicine)에서 제공하는 SRS-78(Spectrum Processor)프로그램을 이용하여 동일한 조건 내 스펙트럼을 확인하였다.^[19]

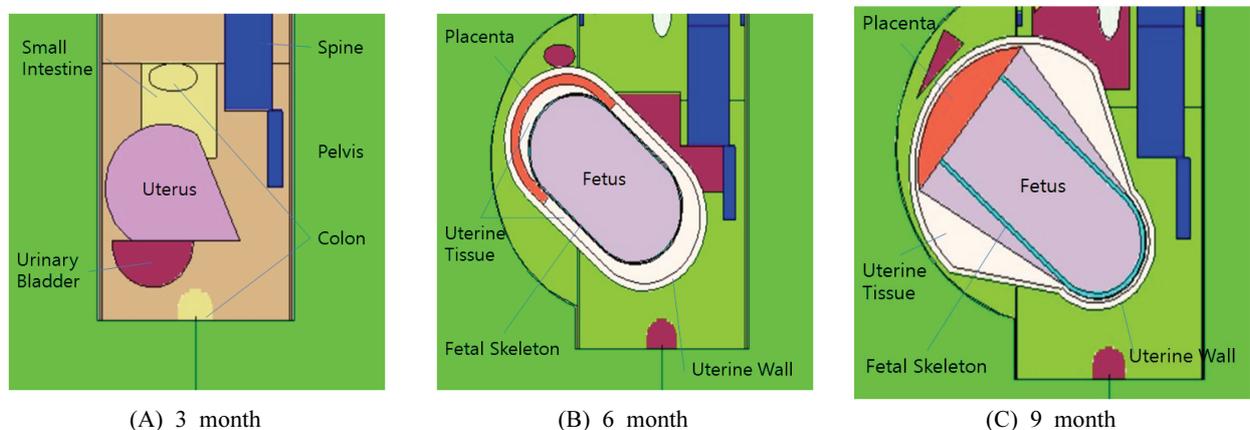


Fig. 1. Cross-section of pregnant female's lower abdomen.

Table 1. Composition of radiation shielding materials (Materials / Composition / Density)

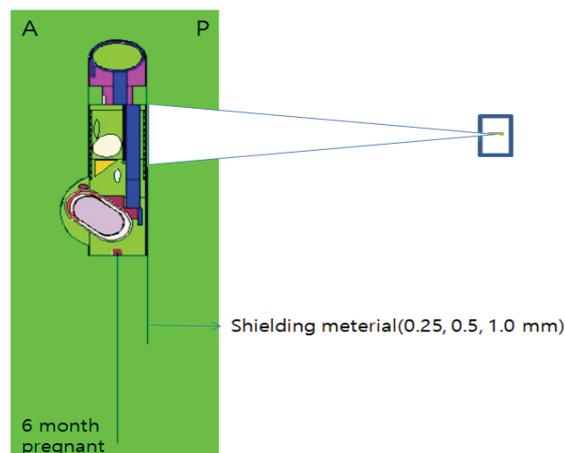
Materials	Composition	Density(g/cm ³)
Lead	Pb	11.35
Tungsten	W	19.25
Bismuth	Bi	9.75
Non-lead shield 1	Sn-Sb-I-Rubber mixture	3.20
Non-lead shield 2	W-Sn-Ba-EPVC mixture	4.65

MCNPX code의 경우, 발생된 전자 1개당 발생된 에너지 분포를 나타내므로 정규화(Normalization)과정을 수행한 후, 평균 에너지 및 특성 X선 에너지 영역을 비교 분석하였다.

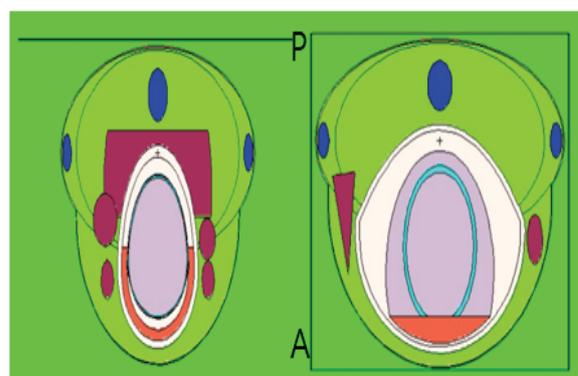
2.2 흉부 후전방향 검사 시 임신부와 태아에 대한 선량 평가

첫 번째, 흉부 후전방향 검사 시 임신 주 수에 따른 임신부와 태아 선량을 분석하고자, 모델링한 임신부 팬텀 모델을 기준으로 FFD 180 cm 위치에 선원 발생지점을 지정하였으며, 흉부 조사야(14 × 17 inch)를 고려하여 방사형으로 조사했다. 모의실험 내 결과의 신뢰성 확보를 위해 반복횟수(nps)는 5 × 10⁷번 시행하였으며, 3% 이하의 불확도(uncertainty)를 나타내었다. 또한 흡수선량 계산에 사용되는 F6 Tally(MeV/g)를 사용하여, 장기선량 및 태아선량을 측정하였다.

두 번째, 흉부 후전방향 검사 시 임신부의 복부 차폐체 사용에 따른 선량분석을 수행하고자, 앞서 모사한 차폐체의 물성(납, 텅스텐, 비스무스, Non-lead shield 1; Sn - Sb - I - Rubber, Non-lead shield 2; W - Sn - Ba - EPVC)의 변화와 두께(0.25 mm, 0.5 mm, 1.0 mm)에 따른 선량평가를 통해 차폐효과를 분석하였다. 이후, 임신부의 복부를 차폐하는 방법에 따른 차폐효과를 평가하고자 선원이 입사되는 방향인 임신부의 복부 후면의 단면 차폐와 복부를 완전히 둘러싸는 전체 차폐 방법에 Fig 2와 같이 구성하였고 이에 따른 차폐 효율을 비교하였다.



(A) Cross-section of shielded Chest PA examination.



(B) Cross-section of single and full shielding

Fig. 2. Cross-section of shielding method

선량 측정 장기로는 관심 영역에 위치한 폐(Lung)와 복부 차폐로 인한 차폐효율을 확인할 수 있는 소화기 장기를 비롯한 복부 장기(위, 간, 이자, 지라, 콩팥, 부신, 소장, 대장, 부신), 산란선의 영향을 확인하기 위한 피부, 관심 지점과 근처의 장기(태아, 태아 뼈, 태반, 난소, 자궁)를 선정하여 선량을 평가하였다.

III. RESULT

1. X선 스펙트럼 분석

흉부 후전방향 검사에 대한 선원향 설정을 위해 MCNPX code를 통해 X선 스펙트럼을 획득하였으며, 동일한 조건 내 SRS-78과 비교 분석했다. 그 결과는 Table 2와 같으며, 평균 에너지의 상대오차는

Table 2. Comparison of X-ray spectrum (unit: keV)

	SRS-78	MCNPX
Mean Energy	42.63	40.64
Characteristic X-ray	58, 59.5, 67, 69	58.2, 59.7, 67.7, 69.7

4.7%, 특성 X선 발생구간의 경우 1 % 내외의 오차를 나타내었다.

2. 흉부 후전방향 검사 시 임신부의 선량 평가

2.1 임신 주 수에 따른 선량평가

첫 번째, 흉부 후전방향 검사에서 임신 주 수에 따른 임신부의 장기선량 및 태아선량을 평가했다. 임신부의 장기선량 평가 결과, Fig. 3과 같이 콩팥(Kidneys)에서 평균 0.55 mGy로 가장 높은 선량이 나타났으며, 검사목적 부위인 폐(Lungs)는 임신 전 기간 0.36 mGy로 평가되었다. 그 외 복부 장기인 소장에서는 6개월에서 선량이 0.28 mGy로 증가되었다가 9개월에 0.18 mGy로 감소하는 경향을 보였다.

태아(Fetus)선량의 경우, 6개월에 0.1 mGy, 9개월에 0.07 mGy, 태반(Placenta)은 6개월에 0.04 mGy, 9개월에 0.02 mGy으로 임신 주 수에 따라 선량이 감소하는 양상을 보였다. 그에 반해 태아 뼈는 6개월에 0.21 mGy, 9개월에 0.24 mGy로 임신 주 수에 따라 선량이 증가되었다.

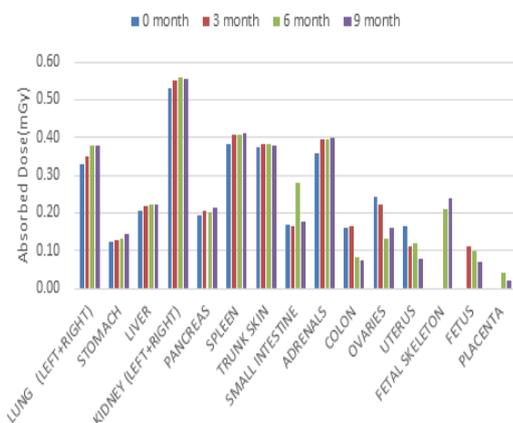


Fig. 3. Organ and fetal dose on pregnancy in Chest PA X-ray Examination.

2.2 차폐체의 종류 및 두께에 따른 선량평가

흉부 후전방향 검사 시 임신부의 복부 차폐체 사용에 따른 장기선량 평가를 수행하였다. 차폐 물질로는 Table 2와 같이 임상에서 사용되고 있는 Pb, Bi, W과 납이 함유되지 않은 차폐 물질인 NL (Non-lead) shield 1(Sn - Sb - I - Rubber 혼합물)과 NL shield 2(W - Sn - Ba - EPVC 혼합물)를 사용하였으며, 두께별 차폐효율을 산정하였다.

그 결과, 0.25 mm 두께에서 물성에 따른 차폐 효율은 Fig. 4와 같다. 임신부 복부에서 임신 전 기간 차폐로 인한 선량 감소 효과가 가장 큰 장기로는 콩팥으로 나타났으며, NL shield 1 사용 시 48%, NL shield 2 56%, Bi 77%, Pb 80%, W 88%로 나타났다. 가장 효과가 낮은 장기는 피부(Trunk skin)였으며, NL shield 1 사용 시 24%, NL shield 2는 35%, Bi 47%, Pb 48%, W 52%로 나타내었다. 태아의 경우, NL shield 1 사용 시 40%, NL shield 2는 45%, Bi 68%, Pb 72%, W 86%의 차폐효율을 나타내었다. 0.5 mm, 1.0 mm 차폐체의 결과 또한 0.25 mm와 일치하는 경향성을 나타냈다.

차폐체의 물성 두께에 따른 차폐효율은 Table 3와 같다. 차폐체의 두께가 증가함에 따라 차폐 효율이 비례하는 결과를 보였으며, 차폐물성에 따른 차폐효율은 재질의 밀도에 비례하여 W가 가장 높게 나타났다. 이후 Pb, Bi, NL shield 2, NL shield 1의 순서로 점차 효율이 낮아지는 경향을 보였다.

2.3 임신부의 차폐체 형태에 따른 차폐효율 평가

흉부 후전방향 검사 시 임신부의 복부 차폐체의 형태에 따른 차폐효율을 분석하고자, 입사방향에 대한 단면 차폐와 복부 전체 차폐에 대한 효율을 비교 분석하였다. 그 결과, Fig. 5와 같이 0.5 mm 두께 임신 6개월에서의 차폐 선량을 기준으로 대다수의 장기에서 단면 및 전체 차폐의 효율이 3% 이내로 나타냈으나, 태반에서는 전체 차폐가 단면 차폐보다 임신 6개월에서 약 6%, 9개월에서 약 10% 더 높은 차폐 효율을 보였다. 0.25 mm, 1.0 mm의 차폐두께 결과도 차폐 유사한 경향성을 나타내었다.

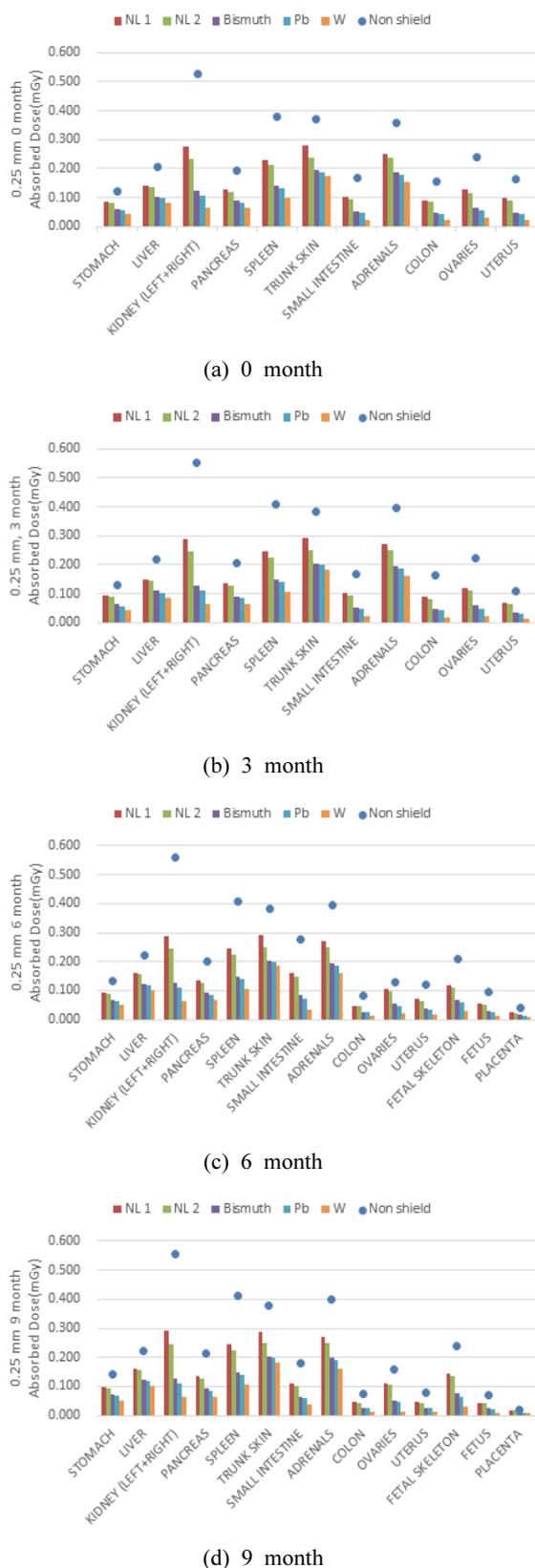


Fig. 4. 0.25 mm Shielded organ and fetal dose.

Table 3. Efficiency by type and thickness of shielding

	Thick-ness (mm)	NL 1	NL 2	Bi	Pb	W
Kidney	0.25	48%	56%	77%	80%	88%
	0.5	68%	75%	89%	90%	95%
	1	84%	89%	95%	95%	96%
Trunk skin	0.25	24%	35%	47%	48%	52%
	0.5	38%	45%	52%	53%	55%
	1	49%	52%	55%	55%	56%
Fetus	0.25	40%	45%	68%	72%	86%
	0.5	60%	67%	85%	88%	96%
	1	78%	86%	94%	96%	98%
Fetal Skeleton	0.25	42%	45%	68%	72%	86%
	0.5	61%	68%	85%	88%	95%
	1	79%	87%	95%	96%	97%
Placenta	0.25	26%	32%	51%	55%	71%
	0.5	45%	53%	68%	71%	80%
	1	61%	70%	78%	79%	81%

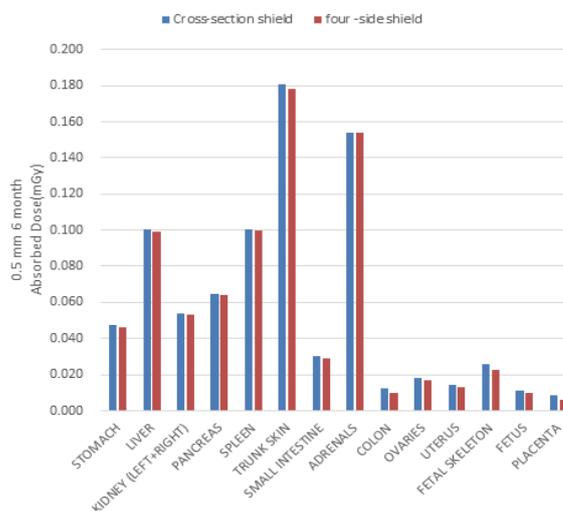


Fig. 5. Comparison of organ dose according to the method of shielding the abdomen in pregnant female.

IV. DISCUSSION

진단 방사선 검사 시 임산부와 태아의 방사선량에 대해 실제 평가하는 것은 현실적으로 어려우며, 윤리적 문제가 따른다. 이에 본 연구는 몬테카를로

전산모사를 통해 흉부 후전방향 검사 시 임신부의 장기선량과 태아선량을 평가하고, 이를 저감하기 위한 차폐 연구를 수행하고자 하였다.

본 연구에서 소장의 경우 임신 6개월에서 선량이 크게 증가하였는데, 이는 태아가 발달함에 따라 소장의 위치의 이동에 기인한 것으로 판단되며, 9개월의 경우 선량이 다시 감소하는 것은 태아와 태반의 발달로 인해 산란선 흡수가 커진 것으로 사료된다.

흉부 후전방향 검사 시 태아는 0.01 mGy 이하의 선량을 받는다고 알려져 있으나,^[5] 본 연구의 결과에 따르면 임신 6개월 0.1 mGy, 9개월 0.07 mGy로 기존의 연구보다 높은 선량이 확인되었다. 또한 W. R. Kim의 연구와 비교할 때,^[6] 6개월 0.002 mGy, 9개월 0.0025 mGy로 다소 상반된 결과를 나타내었다. 이는 모의실험 내 실험 조건에서 선량(mAs)과 거리(FFD)의 차이, 본 연구에서 사용된 임신부 팬텀 모델에서 태아의 밀도가 상대적으로 낮고, 구성물질의 원자번호가 높기 때문인 것으로 사료된다. 또한 태아 뼈의 경우 두 연구 모두 태아선량 대비 2 ~ 3배 이상 높은 선량분포를 나타내어 유사한 경향을 보였고, 또한 임신 주 수에 따라 선량이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 태아의 성장으로 인해 피부와 장기의 깊이가 줄어들어 태아 뼈 선량이 다소 증가한다는 W. R. Kim의 연구와 상응한 결과로 판단된다.^[6]

복부 차폐에 대한 연구에서는, 복부 장기 중 콩팥에서 가장 높은 차폐효율을 나타내었다. 이는 선원의 입사방향 표면부에 근접하기 때문에 산란선 차폐에 높은 효율을 나타낸 것으로 사료된다. 태아 선량의 경우, 0.25 mm 차폐체에 따라 최소 40 ~ 86%의 차폐효율을 나타내었고, 차폐체의 두께와 물성의 밀도에 따라 차폐 효율이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 다른 장기에 비해 태아에서 조금 더 높은 차폐효과를 보인 이유는, 복부 전면부에 위치한 태아, 태아 뼈, 태반의 경우, 타 장기에 비해 후전방향으로 입사되는 1차선과 산란선의 비율이 차폐체에 의해 더 많이 감쇠된 결과일 것으로 분석된다. M. Kazempour의 연구에서 제시한 무납 차폐체의 경우, 1차선에 대한 차폐효율은 납보다 우수하다고 알려져 있지만,^[18] 태아 산란선 방호를 위

한 측면에서는 단일 재질보다 효율이 낮은 것으로 평가되었다. 따라서 흉부 후전방향 검사 시 두껍고 밀도가 높은 복부 차폐체 사용하면, 산란선에 대한 유효한 차폐효과를 나타낼 것으로 분석된다. 또한 복부 차폐방법에 대한 연구에서, 단면 차폐와 전체 차폐의 선량 감소율은 태반을 제외한 장기에서 약 3% 미만의 효율 차이를 나타내었으며, 차폐체의 무게와 경제적인 측면에서 단면 차폐로도 충분한 선량감소효과를 나타낼 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구를 통해 흉부 후전방향 검사 시 임신부의 장기선량 및 태아선량 수준에 대해 추정하였으며, 특히 태아는 방사선 감수성이 높은 특성상 보수적인 선량평가가 필요할 것으로 사료된다. 또한 추후 다양한 연구를 통해 태아선량에 대한 명확한 기준 설정이 필요할 것으로 사료되며, 흉부 후전방향 검사 뿐만 아니라 다양한 방사선 검사에서 태아 선량 저감화 방법에 대한 연구가 필요 할 것으로 판단된다.

V. CONCLUSION

몬테카를로 전산모사를 통해 흉부 후전방향 검사 시 임신부의 장기선량 및 태아선량을 평가하고, 차폐체 사용 시 저감효과에 대해 분석하였다. 흉부 후전방향 검사 시 임신부는 콩팥 0.55 mGy, 폐 0.36 mGy, 태아는 최대 0.1 mGy 수준의 선량에 노출되었다. 또한 차폐체 사용에 따라서 태아의 경우, 차폐 재질 별 최소 40%, 최대 98% 유효한 선량감소 효과를 나타낸다는 것을 확인하였다. 이에 따라 태아의 방사선 방호를 위해 사용 가능한 범위 내 높은 밀도의 차폐체와 0.5 mm 이상의 두께를 이용한 방사선 차폐는 태아선량 저감화에 도움 될 수 있을 것으로 판단된다.

Reference

- [1] A. A. Creanga, C. J. Berg, C. Syverson, K. Seed, F. C. Bruce, W. M. Callaghan, "Pregnancy-Related Mortality in the United States, 2006-2010", *Obstetrics & Gynecology*, Vol. 125, No. 1, pp. 5-12, 2015. <http://dx.doi.org/10.1097/AOG.0000000000000564>
- [2] S. V. Konstantinides, S. Barco, M. Lankeit, G. Meyer, "Management of Pulmonary Embolism",

- Journal of the American College of Cardiology, Vol. 67, No. 8, pp. 976-990, 2016.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2015.11.061>
- [3] J. Kirsch, R. K. J. Brown, T. S. Henry, C. Javidan-Nejad, C. Jokerst, P. R. Julsrud, J. P. Kanne, C. M. Kramer, J. A. Leipsic, K. K. Panchal, J. G. Ravenel, A. B. Shah, T. L. Mohammed, P. K. Woodard, S. Abbara, "ACR Appropriateness Criteria® Acute Chest Pain—Suspected Pulmonary Embolism", Journal of the American College of Radiology, Vol. 14, No. 5, pp. S2-S12, 2017.
<http://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.02.027>
- [4] J. Valentin, "Pregnancy and Medical Radiation", ICRP(International Commission on Radiological Protection) Publication 84, Annals of the ICRP, Vol. 30, No. 1, 2000.
- [5] B. F. Wall, J. R. Meara, C. R. Muirhead, R. F. Bury, M. Murray, "Protection of Pregnant Patients during Diagnostic Medical Exposures to Ionising Radiation: Advice from the Health Protection Agency, The Royal College of Radiologists and the College of Radiographers", Health Protection Agency, 2009.
- [6] W. R. Kim, "Construction of Pregnant Female Phantoms and Assessment of Radiation Doses to Fetus and Mother Due to Diagnostic X-ray Examinations", Master's thesis, Department of nuclear engineering, Han Yang University, 2001.
- [7] R. W. Woo, Y. I. Cho, J. H. Kim, "Dose Assessment during Pregnancy in Abdominal X-ray Examinations", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol 14, No. 3, pp 261-270, 2020.
- [8] Philips Healthcare, "Create a premium DR room like no other, Digital radiography solutions specifications (Release 4.1)", Philips. 2014.
- [9] National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, "Standard imaging techniques for imaging medical examinations", Radiation Safety Management Series No. 38, 2014.
- [10] M. Cristy, K. F. Eckerman, "Mathematical Phantoms for Use in Reassessment of Radiation Dose to Japanese Atomic-Bomb Survivors", Oak Ridge National Laboratory Report ORNL/TM-9487, 1985.
- [11] M. G. Stabin, E. E. Watson, M. Cristy, J. C. Ryman, K. F. Eckerman, J. L. Davis, D. Marshall, M. K. Gehlen, "Mathematical Models and Specific Absorbed Fractions of Photon Energy in Nonpregnant Adult Female and at the End of Each Trimester of Pregnancy", Office of Scientific and Technical Information(OSTI), 1995.
<http://dx.doi.org/10.2172/91944>
- [12] J. Valentin, "Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection: reference values", ICRP(International Commission on Radiological Protection) Publication 89, Annals of the ICRP, Vol. 32, No. 3-4, 2002.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0146-6453\(03\)00002-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0146-6453(03)00002-2)
- [13] E. E. Ziegler, A. M. O'Donnell, S. E. Nelson, S. J. Fomon, "Body Composition of the reference fetus", Growth, Vol. 40, No. 4, pp. 329-41, 1976.
- [14] T. W. Sadler, *Largmans Medical Embryology*, 12th Ed., Lippincott Williams & Wilins, 2012
- [15] F. A. Duck, *Physical Properties of Tissues: A comprehensive Reference Book*, Academic Press, 2013.
- [16] D. R. White, R. V. Griffith, and I. J. Wilson, "ICRU Report 46: Photon, Electron, Proton and Neutron Interaction Data for Body Tissues", Journal of the International Commission on Radiation Units and Measurements, Vol. os24, No. 1, 1992.
- [17] T. J. Choi, Y. K. Oh, J. H. Kim, O. B. Kim, "Development of Lead Free Shielding Material for Diagnostic Radiation Beams", Korean Journal of Medical Physics, Vol. 21, No. 2, pp. 232-237, 2010
- [18] M. Kazempour, M. Saeedimoghadam, F. Shekoohi Shooli, N. Shokrpour, "Assessment of the Radiation Attenuation Properties of Several Lead Free Composites by Monte Carlo Simulation", Journal of Biomedical Physics and Engineering, Vol. 5, No. 2, pp. 67-76, 2015.
- [19] K. Cranley, B. J. Gilmore, G. W. A. Fogarty, "Catalogue of Diagnostic X-ray Spectra and Other Data", IPEM Report 78, The Institute of Physics and Engineering in Medicine, 1997.

흉부 후전방향 검사 시 임신부의 선량 평가

우리원,¹ 조용인,¹ 김정훈^{2,*}

¹동남권원자력의학원 영상의학과

²부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과

요 약

임산부의 사망 원인으로 색전증이 발생하며, 이를 검사하기 위해 흉부 방사선 검사를 수행한다. 이외에도 분만 전 응급 수술을 대비하거나 기본 진단 등의 목적으로 검사가 수행된다. 실제 측정을 통해 태아 선량을 평가하는 것은 윤리적 문제가 따르기 때문에, 사전연구로 제작된 팬텀을 통해 흉부 후전방향 검사에서 임신 주 수에 따른 임신부의 장기선량 및 태아선량을 평가하였다. 모의실험 결과 임신 주 수에 따라 태아선량은 감소하였으며, 약 0.1 mGy의 선량을 나타내었다. 차폐를 사용할 때, 차폐 물성으로 밀도가 높고, 두께가 두꺼울수록 차폐 효과가 우수하며 차폐 물성과 두께에 따라 40 ~ 98% 선량이 감소하였다. 또한 완전차폐보다 단면차폐로도 태아선량을 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이후 다양한 차폐물성과 방법 등을 통해 태아선량을 줄일 수 있는 연구가 필요한 것으로 사료된다.

중심단어: 흉부 X선, 태아선량, 임신부, 차폐, Mcnpx

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	우리원	동남권원자력의학원 영상의학과	방사선사
(공동저자)	조용인	동남권원자력의학원 영상의학과	방사선사
(교신저자)	김정훈	부산가톨릭대학교 방사선학과	교수