

소아(10세) 흉부 방사선촬영에서의 두경부 방사선 방어기구 개발 및 평가

이준호*, 임현수*, 이승열†

*충남대학교 의공학교실, †식품의약품안전처

2015년 3월 27일 접수 / 2015년 4월 27일 1차 수정 / 2015년 5월 25일 2차 수정 / 2015년 6월 4일 채택

최근 의료기관에서의 진단방사선검사 빈도는 2011년 2억 2천만건, 연간 일인당 피폭선량은 1.4 mSv로 2007년 대비 각 51%, 35% 증가하였다. 여기서 흉부촬영건수는 일반촬영 중 가장 높은 빈도인 27.59%로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 흉부 방사선 촬영 시 영상관독에 불필요한 신체부위를 차폐하여 피폭선량을 최소화 시키는 차폐기구를 개발하고, 그 유용성 평가를 위해 국제 표준 소아(10세) 팬텀과 유리선량계를 사용하여 기구 사용 전, 후의 입사표면선량(entrance surface dose; ESD)과 장기의 흡수선량 차를 측정하였다. 또한 몬테카를로 시뮬레이션 기반 프로그램(PCXMC 2.0.1)을 이용하여 유효선량을 산출하였고 암발생의 생애귀속위험도(lifetime attributable risk of cancer incidence; LAR)를 비교하여 그 감소율을 간접적으로 평가하였다. 방어기구를 사용할 때, 입사표면선량(감소율)은 비강 0.55 μSv (74.06%), 갑상선 1.43 μSv (95.15%), 식도 6.35 μSv (78.42%)로 평균 86.36% 감소되었고, 심부선량(감소율)은 경추 1.23 μSv (89.73%), 침샘 0.5 μSv (92.31%), 식도 3.85 μSv (59.39%), 갑상선 2.02 μSv (73.53%) 흉추 5.68 μSv (54.01%) 로 평균 72.30%로 감소되어 차폐기구의 유용성을 확인할 수 있었다. 또한, 유효선량은 착용 전 8.33 μGy 에서 착용 후 7.35 μGy로 11.76% 감소하였고, LAR 평가에서는 갑상선 암은 10세 소아 백만 명당 남아 0.14명(95.12%), 여아 0.77명(95.16%), 모든 암은 남아 0.14명(11.70%), 여아 0.25명(11.70%)의 감소(감소율)를 확인할 수 있었다. 진단방사선검사는 질병과 치료 등 건강을 위해 꼭 필요한 검사이지만, 가능한 진단에 불필요한 부위에 이러한 차폐기구를 적극적으로 사용하여 ALARA 개념에 입각한 의료방사선 최적화를 도모해야 할 것이다.

중심어 : Entrance surface dose (ESD), Lifetime attributable risk (LAR), PCXMC 2.0.1 방사선 방어기구, 흉부방사선검사, 소아 방사선

1. 서론

미국 방사선방어추진심의회(National Council on Radiation Protection and Measurements; NCRP) 보고서에 의하면 1980년대 미국 국민 일 인당 받는 방사선 유효선량은 3.6 mSv이었으며, 그 중 약 15%인 0.53 mSv가 의료방사선에 의한 것이었다(NCRP 2009). 하지만 최근 2006년에는 유효선량이 6.2 mSv로 증가하였으며, 그 중 약 절반인 3.0 mSv가 의료 피폭에 기인하였다[1,2]. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) 2008 보고서에 따르면 1988년의 전 세계 진단용 의료방사선 검사횟수는 17.4억 회에서 2008년 36.6억 회로 약 2배 이상 증가하였으며, 국내의 경우에도 의료 방사선 사용빈도는 2007년 1억 6천만 건, 2008년 1억 8천만 건, 2009년 1억 9천만 건, 2010년 2억 1천만 건, 2011년 2억 2천만 건으로 그 빈도가 점차 증가하고 있으며, 우리나라 국민 일인당 연간

진단용 방사선 피폭량은 2007년 0.93 mSv에서, 2008년 1.06 mSv, 2009년 1.17 mSv, 2010년 1.28 mSv, 2011년 1.4 mSv로 5년간 약 51% 증가한 것으로 나타나고 있다 [3,4]. 또한 2011년 기준 전체 진단용 방사선 검사 건수에서 일반촬영이 차지하는 비율은 78%에 이르렀고(식품의약품안전처 보도자료, CT 환자 방사선 피폭량 기록, 관리사업 전국 실시, 2014), 전체 방사선 검사 횟수 173,000,509건, 흉부 방사선 검사 횟수 47,725,952건[5] 중 소아(6세 ~ 10세)는 635,415건을 차지하였다[3].

흉부 방사선 검사는 X선 발견 이후로 가장 널리 임상에서 진단에 사용되는 검사로서 환자선량의 지표가 되는 검사이기도 하며[6] 다른 검사에 비해 입사표면선량(entrance surface dose; ESD)이 높은 편은 아니지만[4] 촬영 빈도를 생각했을 때 유의할만한 수치를 나타낸다. 특별한 질병에 감염되지 않더라도 정기 검진 등의 검사에 포함되어 대부분의 일반인이 1년에 1회에서 2회 정도는 필연적인 의료피폭을 받게 된다는 사실이 이를 뒷받침 해주고 있다(정명진. 방사선 보건 뉴스레터. 흉부 X선 검사에서의 진단참고준위 확립, 2008).

소아 흉부 방사선 촬영은 각종 질환에서의 진단상태

책임저자 : 임현수, hslim@cnu.ac.kr
대전광역시 중구 문화로 266

를 확인하기 위하여 시행하는 것으로 일반적인 다른 방사선 검사에 비해 높은 수의 촬영 빈도를 나타내고 있다. 하지만 소아는 활발한 세포 분열을 하고 있어 방사선에 더 민감하며, 성인에 비하여 남은 생애가 길어 잠복기를 거쳐 암 발생이 나타날 가능성이 더 높고, 추후의 성장, 성인이 된 이후 외상, 질병, 건강검진 등으로 여러 차례 방사선에 더 피폭될 기회가 많아 성인기에 노출과 비교할 때 일생동안 유해한 효과가 나타날 위험성이 증가할 수 있어 검사의 정당화와 촬영기술의 최적화가 더욱 절실히 요구된다[3].

소아 진단용 방사선 검사는 그 특성 상, 검사자의 숙련도에 따라 적정 조사야의 크기가 각기 다르며, 정확히 원하는 부위에만 방사선을 조사할 수 없고, 검사 시 다루기 어려운 소아라는 점 때문에 방사선 조사야를 최적화 시키기 어렵다. 이러한 이유로 흉부 방사선촬영에 있어 관심영역에 조사되는 선량 이외의 피폭을 최소화하려는 노력을 적극적으로 해야 할 것이다. 선행논문[7]에 따르면 흉부 후전방향 촬영의 경우 수광계(image receptor) 위치에서의 산란선은 663 ± 3.4 mR/h 로 측정되는 것을 확인할 수 있고, 방사선 촬영 대상이 소아라는 점을 감안하면, 관심영역 밖의 경계부위 및 산란선의 영향이 미치는 부분도 고려해야 하며 조사야 조절 이외에도 적절한 보조기구를 활용하여 적극적인 방사선 방어에 나설 필요가 있다. 이에 따라 흉부 방사선촬영에서 피폭되는 부분을 International Commission on Radiological Protection (ICRP) publication 103 의 조직가중계수[8]에 입각하여 고려하면, 흉외기도, 식도, 갑상선, 침샘 등을 좀 더 적극적으로 방사선 방어를 할 필요가 있음을 알 수 있다. 본 연구에서는 기존의 의료방사선 보호기구와는 다르게 산란선과 1차선을 동시에 방어 목표로 하여 흉부 방사선 검사 시 관독 부위에 영향을 미치지 않으면서 그 외의 장기들의 피폭을 방지할 수 있는 기구를 개발하였고, 검사 중 받을 수 있는 불필요한 1차선과 산란선 방어의 유용성을 평가하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 방어기구 제작

본 연구에서는 환자의 두경부를 감싸며, 필요에 따라 식도를 선택하여 차폐할 수 있는 두경부 방어기구를 개발하였다. 방어기구는 사용자의 목의 둘레를 따라 착용하는 제1 두경부 커버와 선택적으로 식도를 방어할 수 있는 제2 식도커버로 구성되며, 높이 16.5 cm, 길이 48.5 cm, 연당량은 0.5 mmPb 이다. 식도 부분은 담당 의사의 판단에 따라 위치조절 및 부분 차폐선택이 가능할 수 있도록 제작하였다(Fig. 1).

2.2 팬텀 및 방사선 조사 장치

소아 선량의 분석은 아동의 키와 몸무게가 연령에 따라 차이가 크기 때문에 매우 어렵다[4]. 따라서 10세 표준 연령의 환자를 모사하기 위하여 CIRS사의 Pediatric

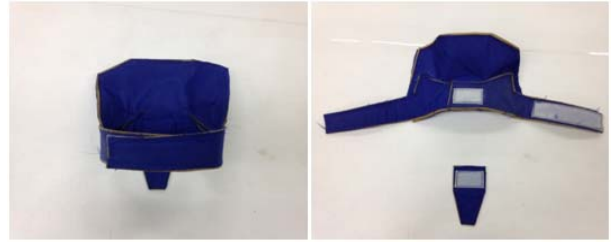


Fig. 1. Head and neck protector.



Fig. 2. Glass dosimeter used for patient dose measurement.



Fig. 3. Standard system for X-ray.

Ten Year Old Phantom, Model 706-D(height : 140 cm, weight : 32 kg, thorax dimension : 17 cm × 20 cm)를 사용하였다.

측정에 사용된 촬영 조건은 식품의약품안전평가원에서 발간된 소아(10세) 영상의학검사에서의 환자선량 권고기준 마련을 위한 연구[3]에 기재된 영상 질 평가에 따른 최적화 조건을 참고하여 SID 180 cm, 관전압 96 kVp, 관전류-시간 곱 1.6 mAs(조사시간 1.92 ms), 조사야 36 cm × 36 cm의 조건을 사용하였으며, 필터는 0.1 Cu + 1 Al, 8:1 그리드의 Philips Medical System DR 장치가 사용되었다.

2.3 유리선량계 및 선량판독장치

유리선량계 GD-352M은 실효에너지 150 keV이하의 저에너지를 보정하기 위해 Sn 재질의 필터를 내장한 것으로 진단방사선 분야의 선량평가에 이용되고 있으며(Fig. 2), 교정절차에 따라 방사선을 표준 조사하고 교정하여 사용하였다. 선량측정판독을 위하여 열처리 재생장치, pre-heating 장치를 사용하였으며, 조사가 끝난 유리선량계는 선량안정화를 위해 pre-heating 장치에서 70℃, 30분간 pre-heating을 실시하고, 선량측정판독기(FGD-1000, ASAHI Techno Glass Corporation)를 사용하여 선량값을 판독하였다. 선량측정판독기의 교정에는 국제표준화기구(International Standard Organization; ISO)에서 기준 X-ray의 선질을 국제적으로 통일시키기 위하여 ISO4037-1에서 제시한 기준 X-ray 규격을 확보한



Fig. 4. Diagram of patient dose measurement.

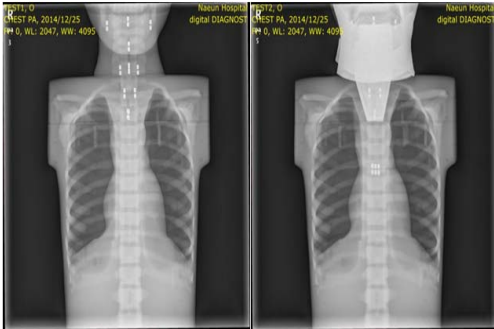


Fig. 5. Comparison of unshielding and shielding radiographic image.

MGC40 X-ray generator를 이용하여 선원과 유리선량계의 거리 1 m 에서 6 mGy로 조사하여 관독기를 교정하였다(Fig. 3). 그 결과 소자 변동율은 1% 이내이고, 표준 조사에 의한 관독장치 성능은 5% 이내의 안전성을 유지하는 것으로 나타났다.

2.4 선량측정 및 장기선량과 유효선량

ESD 및 심부선량 측정을 위한 선량 조사는 보조기구 착용 전, 후로 나누어 실제 촬영조건과 동일하게 진행하였으며, ESD의 경우 비강 및 갑상선, 식도의 후면에 3개씩의 유리선량계를 부착하여 조사하였다(Fig. 4). 심부선량의 경우 12개 관심부분에 1개의 유리선량계를 삽입하여 각 5회씩 조사하여 영상을 얻었다(Fig. 5). 각 촬영의 첫 번째 조사에는 팬텀의 중심선이 위치하는 곳에 3개의 유리선량계를 부착하여 조사시킨 후, 관독장치 FGD-1000을 사용하여 흡수선량을 산출하였다. 또한 실험에 사용된 조건을 PCXMC 2.0.1에 적용시켜 장기선량을 산출하였으며(Fig. 6), 장기선량에 ICRP publication 103의 조직가중계수를 적용시켜 유효선량을 산출하였다.

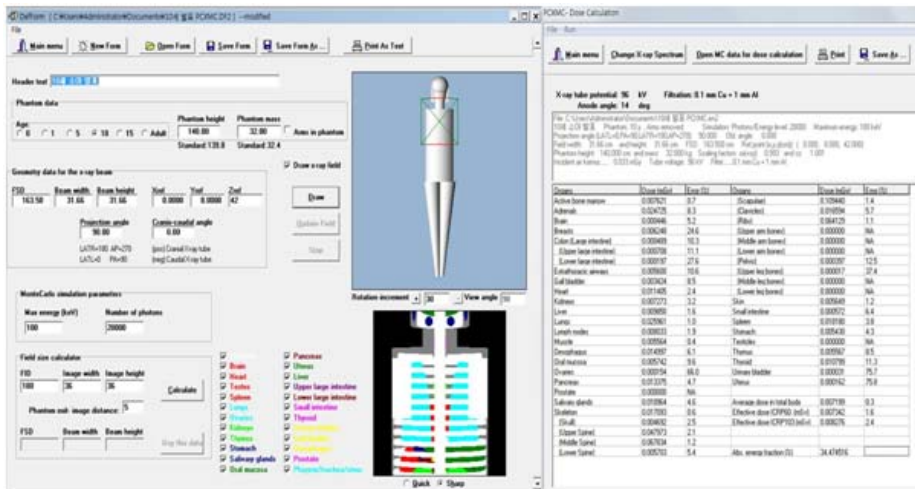


Fig. 6. Image of PCXMC 2.0.1.

2.5 암 발생 생애 귀속 위험(lifetime attributable risk of cancer incidence; LAR) 산출

암 발생 생애귀속위험 평가는 미국의 전리방사선 생물학적 효과 위원회의 7차 보고서(Biological Effects of Ionizing Radiation committee VII; BEIR VII)를 활용하였다.

BEIR VII 보고서는 100 mSv의 선량으로 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo simulation)에서 결정된 실제 장기선량과 암 발생에 대한 생물학적 자료를 활용하여 생애귀속위험을 계산하였다. 예를 들어 LAR은 0.1 Gy (100 mGy) 조사 시 인구 100,000명 당 암 발생명 수를

나타내며, 본 연구에서 다른 10세 대장에 해당하는 값은 241이다. 만약 10세 남아가 0.01 Gy (10 mGy) 를 대장에 받았다면, 대장암으로 진단되는 생애 위험 추측은 $(0.01/0.1) * 241 = 24.1$ 명 per 100,000명 (약 4,000 명 중 1명) 이다.

본 연구에서 LAR의 평가는 갑상선과 경부 주변의 장기를 고려하여 ESD를 사용하였으며, all solid, leukemia, all cancers의 경우 몬테카를로 시뮬레이션에서 산출된 장기선량을 조직가중계수에 적용하여 구한 유효선량에 대입하여, 인구 1,000,000명으로 환산하여 계산하였다[9].

Table 1. Results of ESD Measurement.

	Unshielding (μGy)	Shielding (μGy)	Reduced dose (μGy)	Reduction ratio (%)
Nasal cavity	2.12	0.55	1.57	74.06
Thyroid	29.50	1.43	28.07	95.15
Oesophagus	29.43	6.35	23.08	78.42
Average	20.35	2.78	17.57	86.36

Table 2. Results of Depth Dose Measurement.

	Unshielding (μGy)	Shielding (μGy)	Reduced dose (μGy)	Reduction ratio (%)
Upper spine	11.98	1.23	10.75	89.73
Salivary glands	6.50	0.50	6.00	92.31
Oesophagus	9.48	3.85	5.63	59.39
Thyroid	7.63	2.02	5.61	73.53
Middle spine	12.35	5.68	6.67	54.01
Average	9.59	2.66	6.93	72.30

Table 3. PCXMC 2.0,1 Calculation and Protection Gear Wearing Results.

Organ:	Unshielding		Shielding	
	Absorbed dose(μGy)	Effective dose(μSv)	Absorbed dose(μGy)	Effective dose(μSv)
Salivary glands	10.9640	0.1096	0.4960	0.0050
Thyroid	10.7990	0.4320	2.0170	0.0807
Oesophagus	14.9970	0.5999	3.8500	0.1540
Upper spine	47.9730	0.0320	1.2250	0.0008
Middle spine	67.8340	0.0452	5.6830	0.0038
Others	390.4700	7.1100	390.4700	7.1100
Total	543.0370	8.3287	403.7410	7.3542

Table 4. Comparison of Unshielding and Shielding.

	Cancer site	Thyroid	All solid	Leukemia	All cancer
Males	LAR	50	1325	120	1445
	Unshielding	0.1475	1.1036	0.0994	1.2035
	Shielding	0.0072	0.9744	0.0883	1.0627
	Reduced LAR	0.1403	0.1292	0.0111	0.1408
Females	LAR	275	2525	86	2611
	Unshielding	0.8113	2.1030	0.0716	2.1746
	Shielding	0.0393	1.8569	0.0633	1.9202
	Reduced LAR	0.772	0.2461	0.0084	0.2544

NOTE: Number of cases per 1,000,000 persons exposed to a single dose of 0.1 Gy.

3. 결과 및 논의

3.1 차폐 보조기구의 착용 전, 후의 ESD 및 심부선량의 차이

방어용 기구 착용 전과 후의 ESD 차이는 비강 1.57 μGy (74.06%), 갑상선 28.07 μGy (95.15%), 식도 23.08 μGy (78.42%)의 감소가 나타났으며(Table 1), 심부선량은 경추 10.75 μGy (89.73%), 침샘 6.00 μGy (92.31%), 식도 5.63 μGy (59.39%), 갑상선 5.61 μGy (73.53%),

흉추 6.67 μGy (54.01%)가 감소함을 알 수 있었다 (Table 2). 방어기구의 착용 후 ESD는 평균 86.36%, 심부선량은 72.30%의 감소를 보였다. 참고로 흉부 중심선의 선량은 32.41 μGy 였으며, 자연선량은 5.65 μGy 로 측정되었다.

3.2 PCXMC 2.0.1을 이용하여 산출된 장기선량과 유효 선량

PCXMC 2.0.1을 이용하여 장기선량을 산출하였고, 여

기에 심부선량 측정값을 적용시켜 주요 부위의 감소율을 계산한 결과 침샘 10.47 μGy (95.48%), 갑상선 8.78 μGy (81.32%), 식도 11.15 μGy (74.33%), 경추 46.75 μGy (97.45%), 흉추 62.15 μGy (91.62%)의 흡수선량 감소를 보였다. 또한 1회 흉부 검사로 인한 착용 전, 후의 장기선량의 차이는 착용 전 543.04 μGy 에서 착용 후 403.74 μGy 로 25.65% 감소하였고, 유효선량은 착용 전 8.33 μGy 에서 착용 후 7.35 μGy 로 11.70% 감소하였다 (Table 3).

3.3 ESD 및 PCXMC 2.0.1을 이용한 LAR의 산출 결과

인구 백만 명당 갑상선의 LAR은 ESD를 사용하고 고형암, 백혈병 등 모든 암에 대한 LAR은 유효선량을 정량화하기 위하여 PCXMC 2.0.1 및 유리선량계로 측정된 선량 값을 이용하여 산출하였다(Table 4).

LAR을 적용 시킨 결과 인구 백만명당 남아의 갑상선 암 발생은 0.1475명에서 0.0072명으로 95.12%의 감소를 보였으며, 여아는 0.8113명에서 0.0393명으로 95.16%의 감소를 보였다. 인구 백만 명당 남아의 모든 고형암의 발생은 1.1036명에서 0.9744명으로 11.71%의 감소를 보였으며, 여아는 2.1030명에서 1.8569명으로 11.70%의 감소를 보였다. 인구 백만 명당 남아의 백혈병 발생은 0.0994명에서 0.0883명으로 11.17%의 감소를 보였으며, 여아는 0.0716명에서 0.0633명으로 11.59%의 감소를 보였다. 인구 백만 명당 남아의 모든 암 발생은 1.2035명에서 1.0627명으로 11.70%의 감소를 보였으며, 여아는 2.1746명에서 1.9202명으로 11.70%의 감소를 보였다.

본 연구에서는 물리적인 선량 측정과 더불어 PCXMC 2.0.1을 이용하여 장기선량을 계산하였다. PCXMC 2.0.1은 임상에서 방사선 검사(radiography and fluoroscopy) 시 환자의 기관선량과 유효선량을 계산하기 위해 Radiation and Nuclear Safety Authority in Finland (STUK)에서 연구목적으로 개발되어 보급되었다.

PCXMC 2.0.1 모델은 실제 인체에 비해 많은 구조가 단순화 되어 오차가 발생할 수 있지만 이 프로그램은 표준화된 크기의 소아와 어른 환자를 선택하여 방사선 검사부위를 조정할 수 있고, ICRP publication 103(2007)에서 제시한 장기들은 물론 기타 조직을 포함한 29개 기관과 조직의 선량을 계산할 수 있다. 또한, ICRP publication 60(1991) 및 ICRP publication 103(2007)의 조직가중계수를 장기선량에 적용하여 계산하기 때문에 계산에 무리가 없을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 방사선 방어기구 착용 전과 후를 비교하기 위하여 유리선량계를 이용하여 ESD 및 심부선량을 측정하였고, PCXMC 2.0.1을 이용하여 장기선량을 산출한 후 조직가중계수를 가중하여 유효선량을 산출하였다 [10]. 또한 BEIR VII 모델은 가장 포괄적인 최신의 평가 도구로 암 발생 위험평가에 많이 활용되고 있기 때문에 암 발생과 위험성 평가를 위하여 사용하였다[9]. BEIR VII lifetime risk 모델은 인구 10만 명이 100 mSv 피폭의 결과로 생길 수 있는 암 발생 건수를 수치로 평가하였다. 평균적으로 성별과 연령분포가 비슷한 전체 미국

민 집단으로 가정하면, BEIR VII 모형은 100 mSv의 선량이 대략 100명 중 1명에서 암(고형암, 백혈병)을 유발한다고 예측하였다. 이 모델에서 제시한 LAR을 유효선량과 곱하여 실제 임상에서의 LAR로 산출할 수 있다. 따라서 본 연구에서 LAR을 평가하기 위해 사용한 유리선량계와 PCXMC 2.0.1의 흡수선량에 전환계수를 곱하여 구한 유효선량과 BEIR VII 모델을 근거로 산출한 LAR은 신뢰성이 있다고 볼 수 있다[11].

4. 결론 및 고찰

최근 들어 진단용 방사선 발생장치의 사용이 증가함에 따라 소아 흉부 방사선 촬영 역시 증가하고 있으며, 이에 따라 환자에 대한 방사선 위험도 증가하고 있다. 환자가 어릴수록 방사선에 대한 민감도가 높아 위험도가 크기 때문에 소아방사선촬영에서는 아무리 작은 피폭이라도 최소화하려는 노력이 필요하다[12]. 즉 환자가 소아이기 때문에 불필요한 피폭은 경감시켜야 하며, 적극적으로 방사선을 방어하여 소아 환자에 대한 방사선 위험도를 최소화 하여야 한다.

본 연구에서는 흉부 방사선촬영에서 방사선 피폭을 감소시키는 보조기구를 개발, 활용하여 흉부방사선 검사 시 관심영역 이외의 부분에 조사되는 ESD 및 심부선량을 평가하였다. 실험 결과 보조기구 사용 전보다 보조기구의 사용 후 ESD는 최저 74.06%에서 최고 95.15%, 평균 86.36%, 심부선량은 최저 54.01%에서 최고 92.31%, 평균 72.30%가 감소함을 알 수 있었다. PCXMC 2.0.1을 이용하여 산출된 값에 LAR을 적용한 결과 갑상선 암은 남아 95.12%, 여아 95.16%, 모든 암은 남, 여아 모두 11.70%의 감소를 확인할 수 있었다.

실제 임상에서는 기계적인 이유 혹은 방사선 검사자의 무관심 등으로 인해 본 연구에서 사용된 표준 검사 조건보다 과하게 사용될 수도 있고, 반대로 표준 조사 조건보다 낮은 조건 및 작은 조사야로 적은 선량이 조사될 수 있기 때문에 본 연구 결과에서 도출된 유효선량 차이를 모든 소아 흉부 방사선 검사에 대입하여 일반화 시키기에는 무리가 있다. 그러나 관심영역 이외의 부분에 조사되는 선량으로 인한 위해성을 평가하고 그로 인한 LAR을 정량화 함으로써 흉부 방사선 검사 시 두경부 보호를 위한 적극적인 보조기구 활용 효과 및 필요성을 알 수 있었다.

이러한 연구결과를 바탕으로 소아의 흉부 방사선 검사 시 본 기구를 적극 활용할 경우, 불필요한 피폭을 감소시켜 소아들의 잠재적인 발암율을 감소시킬 수 있으리라 기대된다.

또한 이 연구를 기반으로 하여 흉부 전산화단층촬영 검사 시 두경부 및 하복부 피폭저감 보조기구를 개발에 기초자료로 활용되고, 영상을 판독하는데 지장을 주지 않는 범위에서, 직, 간접적으로 영향을 미치는 방사선에 대한 다양한 종류의 피폭 저감 보조기구를 개발에 기여할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Jo DH, Kim JR, Han SJ, Jang GH, Lee BH, Kim GH, Han SE. The study on regulatory framework to optimize medical exposure. Ministry of Education and Science Technology. 2011.
2. NCRP. Ionizing radiation exposure of the population of the United States. National Council on Radiation Protection and Measurements. NCRP Report No. 160. 2009.
3. Kim HS, Park SM, Lee SY, Baek SM, Chae SY, Park JH, Jeong IS, Kim JH, Son MJ, Shin JH, Park SY, Lee JH, Kim JR. Development of the diagnostic reference level of pediatric radiography (10 years old). Ministry of Food and Drug Safety. 2014.
4. UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2008 Report Vol I. 2010.
5. Kim GP, Lee JY. Radiation exposure of Korean population from medical diagnostic examinations. Ministry of Food and Drug Safety. 2013.
6. Yu GH. Development of guideline and estimation on the patient dose in chest radiography. Korea Food and Drug Administration. 2006.
7. Jo PG. Distribution of the scatter ray on chest X-ray examinations. Journal of Korea Contents Association. 2012;12(7):258.
8. ICRP. ICRP publication 103 : 2007 Recommendations of the international commission on radiological protection. Oxford; Pergamon Press. Annals of the ICRP 37(2-4). 2007.
9. National research council of the National academies. Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation. Washington DC; National Academies Press. BEIR VII phase 2. 2006.
10. Kang YH, Kim BS, Park JS. Radiation dose and estimate of lifetime attributable risk of cancer from coronary angiography and percutaneous coronary intervention. Journal of Radiological Science and Technology. 2010;33(3):218.
11. Gang YH, Park JS. Radiation dose and lifetime attributable risk of cancer estimates in 64-slice multidetector computed tomography. Journal of Korea Contents Association. 2011;11(4):250.
12. Seong DU. Radiation exposure in diagnostic areas: issues and countermeasures. Journal of the Korean Medical Association. 2011;54(12):1247.

The Evaluation and Development of Head and Neck Radiation Protective Device for Chest Radiography in 10 Years Children

Jun Ho Lee*, Hyun Soo Lim*, and Seung Yeol Lee†

*Department of Biomedical Engineering, College of Medical, Chungnam National University

†Ministry of Food and Drug Safety

Abstract - The frequency of diagnostic radiation examinations in medical institutions has recently increased to 220 million cases in 2011, and the annual exposure dose per capita was 1.4 mSv, 51% and 35% respectively, compared to those in 2007. The number of chest radiography was found to be 27.59% of them, the highest frequency of normal radiography. In this study, we developed a shielding device to minimize radiation exposure by shielding areas of the body which are unnecessary for image interpretation, during the chest radiography. And in order to verify its usefulness, we also measured the difference in entrance surface dose (ESD) and the absorbed dose, before and after using the device, by using an international standard pediatric (10 years) phantom and a glass dosimeter. In addition, we calculated the effective dose by using a Monte Carlo simulation-based program (PCXMC 2,0,1) and evaluated the reduction ratio indirectly by comparing lifetime attributable risk of cancer incidence (LAR). When using the protective device, the ESD decreased by 86.36% on average, nasal cavity 0.55 μ Sv (74.06%), thyroid 1.43 μ Sv (95.15%), oesophagus 6.35 μ Sv (78.42%) respectively, and the depth dose decreased by 72.30% on average, the cervical spine(upper spine) 1.23 μ Sv (89.73%), salivary gland 0.5 μ Sv (92.31%), oesophagus 3.85 μ Sv (59.39%), thyroid 2.02 μ Sv (73.53%), thoracic vertebrae(middle spine) 5.68 μ Sv (54.01%) respectively, so that we could verify the usefulness of the shielding mechanism. In addition, the effective dose decreased by 11.76% from 8.33 μ Gy to 7.35 μ Gy, before and after wearing the device, and in LAR assessment, we found that thyroid cancer decreased to male 0.14 people (95.12%) and female 0.77 people (95.16%) per one million 10-year old children, and general cancers decreased to male 0.14 people (11.70%) and female 0.25 people (11.70%). Although diagnostic radiation examinations are necessary for healthcare such as the treatment of diseases, based on the ALARA concept, we should strive to optimize medical radiation by using this shielding device actively in the areas of the body unnecessary for the diagnosis.

Keywords : Entrance surface dose (ESD), Lifetime attributable risk (LAR), PCXMC 2,0,1 Shielding device, Chest radiography