A Study on the Difference of Scattered Rays with or Without Gonadal Shielding During Chest Computed Tomography

Jong Hyeok Kwak[1], Gyeong Rip Kim[4], Hyun Chul Sung[2], Seung Won Kim[3], Geun Sung Song[4], Min Gyeong Choi[1], Sang Weon Lee[4,*]

[1]Department of Radiology, Pusan National University Yang-san Hospital
[2]Department of Radiology, Pusan National University Hospital
[3]Dapartment of Nursing, Koje University
[4]Department of Neurosurgery, Pusan National University Yang-san Hospital

Received: March 18, 2021. Revised: April 21, 2021. Accepted: April 30, 2021.

ABSTRACT

This study is a study on the difference in dose according to the presence or absence of gonadal shielding of scattered rays generated during chest computed tomography examination, and the scattered dose of the examination site was measured by placing the RadEye G-10 device in the center of the phantom. When the gonads are not shielded, the scattering lines of the whole, both sides, posterior and gonads are measured and Xenolite nolead Apron (0.35 mm PB), Xenolite nolead Apron (front 0.35 mm PB Mix back 0.25 mm PB, Skirt overlap), Half Apron After shielding with (0.5 mm PB), each scattered dose was measured. During chest computed tomography, the scattered dose of the test site was measured at 272 μSv, and when not shielded with Apron, the average total was 43 μSv, left 81 μSv, right part 82 μSv, posterior part 38.8 μSv, and Gonad part 16 μSv. Became. Xenolite nolead Apron shielded only the upper part and measured all 11.2 μSv, left part 43.1 μSv, right part 45.3 μSv, posterior part 12 μSv and Gonad part 5.2 μSv. Xenolite nolead Apron (Skirt overlap) covered the Pelvis area 360 ° and the dose was measured to be 5.6 μSv in the whole, 22.4 μSv in the left, 15.7 μSv in the right side, 6 μSv in the posterior part, and 3.2 μSv in the Gonad part. Xenolite nolead Apron (Skirt overlap) covered the Pelvis area 360 ° and the dose was measured to be 5.6 μSv in the whole, 22.4 μSv in the left, 15.7 μSv in the right side, 6 μSv in the posterior part, and 3.2 μSv in the Gonad part. When measuring only the upper part with Half Apron, the total measurement was 10.7 μSv, the left part 42.6 μSv, the right part 40.6 μSv, the posterior part 11.3 μSv, and the Gonad part 4.7 μSv. The method of 360° shielding of the pelvic area showed a dose reduction of more than 80%, and a dose reduction effect of more than 70% was shown when all shielding was performed. In all computerized tomography examinations, research to reduce the exposure dose and various shielding devices were used. It is believed that continuous research on the technique is needed.

Keywords: Chest computed tomography, Scatter Ray, Gonad shielding

I. INTRODUCTION

컴퓨터단층촬영(CT: Computed tomography)은 다중 절편 단층 촬영(Multi-detector computed tomography)의 보편화로 빠른 영상 획득 속도와 Z-축 해상력의 향상으로 인해 다양한 임상적 적용이 증가하고 있다. 건강보험심사평가원에 따르면 우리나라의 총 CT 검사 건수는 2002년도 150만 건 대비 2007년도 328만 건으로 2배 이상 증가하였으며 매년 꾸준히 증가하고 있는 추세이며 그 중 흉부 CT 검사 건수도 2003년 54,531건에서 2007년에는 129,421건으로 2.4배 증가하였다[1].

* Corresponding Author: Sang Weon Lee E-mail: sangweonLee@pusan.ac.kr Tel: +82-55-360-2126
Address: 20, Geumo-ro, Mulgeum-eup, Yangsan-si, Gyeongsangnam-do, Republic of Korea

CT 장비의 지속적인 발달로 인하여 짧아진 검사 시간과 훨씬 빨라진 영상 획득과 처리능력, 우수한 분해능, 3차원적인 영상을 획득하고 가능하게 함으로써 CT 검사는 진단에 있어서 필수적인 검사 중 하나가 되었다. 진단에 있어서 CT 검사는 환자에게 상대적으로 높은 선량을 수반하는데 Mettler 등의 최근 미국 논문에 의하면 CT 검사는 모든 X-선 검사의 11%에 달하고 집단 선량의 67%를 차지한다고 하였다[2].

CT 검사 영역에서 조직선량에 관한 보고는 흉부 CT 검사로 인한 유방, 심장, 폐 등 흉부에 국한된 장기들에 흡수되는 선량이나 복부 CT 검사로 인한 간, 난소, 신장, 방광, 자궁 등 복부에 국한된 장기들에 흡수되는, 다시 말해 검사 영역에 포함된 조직의 흡수 선량만을 중시하는 것이 사실이다[3].

환자의 피폭을 줄이고자 CT 검사범위의 제한, 환자의 크기와 모양 등을 고려하여 방사선량을 자동으로 조절하면서 검사가 가능한 자동 노출 제어장치(Automatic exposure control, AEC), Eclipse Collimator 또는 Adaptive Dose Shield를 적용에 따른 overscanning에 의한 불필요한 피폭선량 감소를 위한 프로그램이 발달하고 있다. 방사선 감수성이 높은 안구, 갑상선 및 유방 등 장기의 표면 선량을 감소시키기 위한 비스무스(bismuth)사용과 CT 영상을 재구성을 하는데 있어서 영상의 질 저하 없이 선량을 감소할 수 있는 소프트 프로그램인 ASIR(adaptive statistical iterative reconstruction)와 IRIS(iterative reconstruction of image space) 등이 사용되어 피폭을 줄이기 위해 노력하고 있다. 하지만 이런 노력 모두 검사 영역에 포함된 조직의 흡수 선량을 감소시키기 위해 장치나 도구들이 사용되고 있다. 현재 모든 CT 검사 시 검사 부위 외에 발생하는 산란선에 대하여 다른 장기의 피폭은 전혀 고려하지 못하고 있는 현실이다[4].

본 연구에서는 Chest CT 검사 시 발생하는 산란선에 의해 감수성 높은 장기인 Gonad 부위의 차폐 전후의 평균 선량에 대해 알아보았다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구대상 및 방법

CT 장비는 MDCT 128 channel dual source; Somatom Definition Flash (Siemens medical system: Germany)를 사용하였다. 검사에 따른 선량 측정을 위해 Rando phantom(model RAN-110, Churchin associate LTD, USA)과 RadEye G-10(측정 범위 : 0.05 μSv/h ~ 100 mSv/h, 에너지 범위 : 50 KeV ~ 1.3 MeV, Thermo)를 사용하였다. Gonad 차폐를 위해서 Xenolite nolead Apron(0.35 mm Pb at 100 kVp, USA), Xenolite nolead Apron(front 0.35 mm Pb Mix Back 0.25 mm Pb at 100 kVp, Skirt overlap, USA), Half Apron(0.5 mm Pb at 100 kVp)을 사용하였다.

(a) (b) (c) (d) (e)

Fig. 1. (a) Rad Eye G-10, (b) Rando phantom, (c) Xenolite no lead Apron, (d) Xenolite no lead Apron (Skirt overlap), (e) Half Apron.

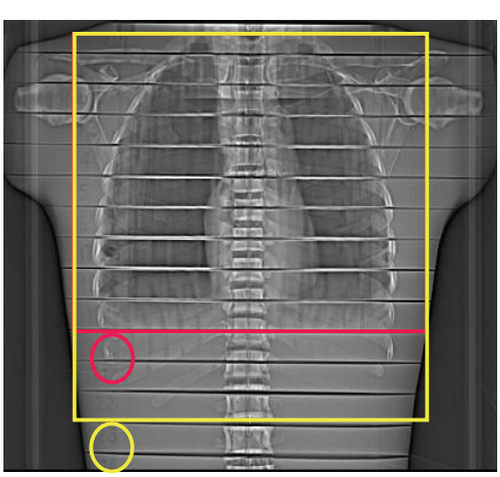

Fig. 2. Topo scan range ① HRCT ② Chest.

2. 검사장비

경상남도 양산에 위치하고 있는 Y 대학병원에서 사용하고 있는 Chest Protocol로 Rando phantom을 스캔하였다. 조건 및 스캔 범위는 HRCT 시 조건은 120 kVp, 100 mA, Scan Time : 0.5 sec, Slice : 1.0 mm Acq : 2×1.0 mm, Feed : 8.0 mm이고 스캔 범위는 폐 첨부에서 횡경막(249 mm)까지 conventional 스캔하였으며, Chest 검사 시 조건은 120 kVp, 110 mA, Scan Time : 3.43 sec, Slice : 5.0 mm Acq 128×0.6 mm, Pitch : 1.5로 스캔 범위는 폐첨부에서 부신(327 mm)까지 helical 스캔하였다. 먼저 Chest CT 검사 시 검사 부위의 누적 선량 측정을 위해 Rando phantom의 가슴 가운데에 Rad Eye G-10 선량계를 위치시킨 후 5회에 걸쳐 평균 누적 선량을 측정하였다. Rando phantom의 전부, 양쪽 측 부, 후부, Gonad 부위에 각각 RadEye G-10 선량계를 위치시킨 후 똑같은 스캔 범위로 HRCT와 Chest 검사 시 산란선에 의한 누적 선량을 각각 5회씩 측정하였다. 위와 같은 방법으로 차폐하지 않았을 경우와 납 치마로 차폐 후 선량을 측정하였다.

III. RESULT

1. 연구 결과

Chest CT 검사 시 검사 부위의 누적 선량을 측정했을 때 평균 272 μSv가 측정되었고 같은 Scan Range로 각각 선량을 측정하였다.

Table. 1에서 보이듯이 Apron으로 차폐하지 않았을 시에 평균 Ⓐ 43 μSv, Ⓑ 81 μSv,Ⓒ 82 μSv, Ⓓ 38.8 μSv, Ⓔ 16 μSv로 측정되었다. Xenolite nolead Apron(0.35 mm Pb)으로 위쪽 부분만 차폐하고 측정 했을 때 Ⓐ 11.2 μSv, Ⓑ43.1 μSv,Ⓒ 45.3 μSv, Ⓓ 12 μSv, Ⓔ 5.2 μSv로 측정되었다. Xenolite nolead Apron(Skirt overlap)-(front 0.35 mm Pb Mix Back 0.25 mm Pb)으로 Pelvis 부위를 360° 감싼 후 선량을 측정하였을 때 Ⓐ 5.6 μSv, Ⓑ 22.4 μSv,Ⓒ 15.7 μSv, Ⓓ 6 μSv, Ⓔ 3.2 μSv로 측정되었다. Half Apron(0.5 mm Pb)으로 위쪽만 차폐하고 측정했을 때 Ⓐ 10.7 μSv, Ⓑ 42.6 μSv,Ⓒ 40.6 μSv, Ⓓ 11.3 μSv, Ⓔ 4.7 μSv로 측정되었다. Table. 2.에서 보이는 바와 같이 Gonad 부위인 Ⓐ, Ⓔ부분에서의 평균 차폐율은 70%가 넘으며 최대 87%까지 선량 감소 효과가 나타났다.

Table. 1. average accumulated dose (Unit : μSv)

	None shield	Xenolite nolead Apron	Xenolite nolead Apron (Skirt overlap)	Half Apron
Ⓐ	43	11.2	5.6	10.7
Ⓑ	81	43.1	22.4	30.6
Ⓒ	82	45.3	15.7	33.6
Ⓓ	38.8	12	6	11.3
Ⓔ	16	5.2	3.2	4.7
Mean	61.20	27.90	12.43	21.55

Table. 2. Dose decrease rate (Unit : %)

	Xenolite nolead Apron	Xenolite nolead Apron (Skirt overlap)	Half Apron
Ⓐ	74.4	87	76.7
Ⓑ	59.2	72.4	62.3
Ⓒ	57	80.9	59.1
Ⓓ	69.1	84.6	71
Ⓔ	68.8	81	68.7
Mean	64.93	81.22	67.28

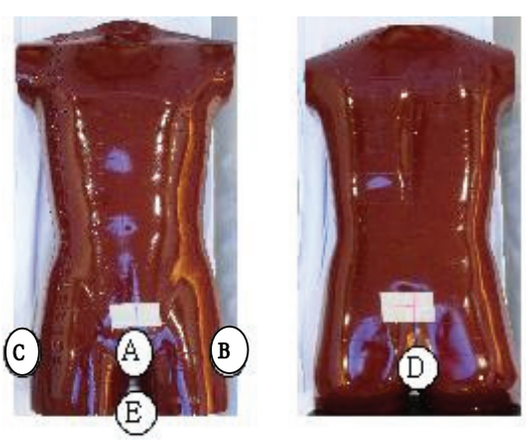

Fig. 3. Dosimetry location in the phantom.

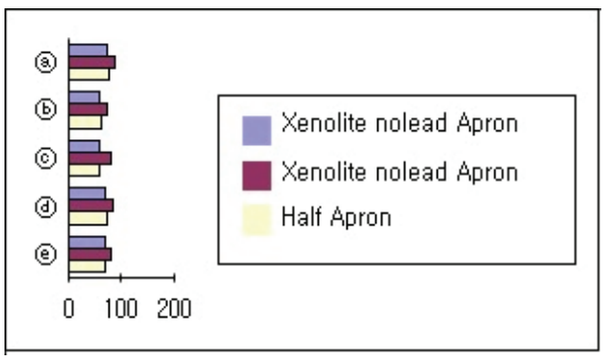

Fig. 4. Dose decrease rate graph.

Table. 3은 ICRP 103에서 생식선의 조직가중치가 새롭게 변경 되었지만 방사선에 노출 되었을 때에 민감도나 위험도에서는 변함이 없다. 가능한 방사선 피폭을 줄임으로서 방사선 피폭으로 인한 확률적 영향과 비확률적 영향의 발생을 줄일 수 줄일 수 있다고 생각한다. CT 검사 시 산란선이 발생하고 이로 인한 피폭은 “피폭의 최소화” 혹은 “임상적 유용성”이란 가치에 가려 정확한 수치의 피폭 정도를 인지하는데 미흡함이 많았다[7].

Table. 3 New recommendations Tissue Weight ICRP 103

Organization	W_T	ΣW_T
Bone marrow (red), colon, lung, stomach, breast, residual tissue*	0.12	0.72
gonad	0.08	0.08
Bladder, esophagus, liver, thyroid	0.04	0.16
Bone surface, brain, salivary glands, skin	0.01	0.04

* Remnant tissues (14 in total, 13 in each gender): adrenal gland, extrathoracic airway area, gallbladder, heart, kidney, lymph node, muscle, oral mucosa, pancreas, prostate, small intestine, spleen, thymus, uterus/cervix.

IV. DISCUSSION

방사선 피폭의 생물학적 영향은 결정적 영향과 확률적 영향으로 나뉘며, 결정적 영향은 세포 죽음에 의한 것으로 특정 부위마다 정해진 문턱 선량이 있어서 이를 초과하면 효과가 나타난다. 그런데, CT를 포함하여 진단목적으로 사용되는 방사선 검사는 대부분 문턱 선량에 미치지 않기 때문에 결정적 영향은 진단 방사선 영역에서는 거의 발생하지 않는다. 반면에 확률적 영향은 방사선 검사에 의한 주된 생물학적 영향으로 암 발생 및 유전적 영향과 관련되어 있으며 발생 확률은 방사선 피폭으로 인해 흡수된 방사선량에 의존한다[5]. 방사선 피폭의 확률적 영향에 대한 과학적인 근거는 대부분 일본의 원폭 생존자들의 장기 추적검사에 기초한 것으로 이 연구에 의하면 50 mSv 이하의 낮은 방사선 피폭에 의해서도 유방암, 결장암, 갑상샘암, 폐암의 발생 위험이 증가하고 1945년에 50~150 mSv의 유효 선량(effective dose)의 방사선 피폭을 받은 사람들이 70~80대에 이르러 암 사망률이 일반인에 비해 증가함을 증명하였다[2]. CT 검사가 임상적으로 광범위하게 쓰이고 몇 번의 CT 검사로 50~150 mSv의 방사선을 받을 수 있으며, 한 명의 환자에서 반복적으로 시행되는 경우가 흔하다는 점을 고려하면 이러한 위험도는 상당한 의미를 지닌다고 볼 수 있다[6].

진단 방사선 분야에서는 저 선량을 사용하는 경우 확률적 영향으로 나타내고 있으며 LNT(Linear - Non-Threshold) 모델을 방사선 방어에 적용하고 있다. 따라서 어떤 효과를 나타내는 문턱 선량이 없으므로 환자가 받는 선량을 저감 하는 것이 중요하다[8].

방사선이 유전자에 닿으면 유전자를 구성하고 있는 원자와 원자 사이의 결합을 끊어 버리는 작용이 일어나고 이를 유전자 손상(radiation-induced DNA-damage)이라고 한다. 그러나 이러한 유전자 손상은 노출된 방사선량이 적은 경우에는 비교적 단시간에 복구(copy and DNA repair)된다. 방사선량이 많고 유전자 손상이 동시에 많이 일어나는 경우에는 모든 손상이 제대로 복구되지 않고 그 중 일부가 잘못 복구될 수도 있다[2].

유전자는 아주 긴 분자로 2개의 사슬로 연결되어 있다. 한 쪽의 사슬만 절단된 경우는 바르게 복구된다. 두 개의 사슬도 한 곳만 절단되면 문제없다. 그러나 두 개의 사슬이 여러 군데 동시에 절단되면 유전자 전체의 연결에서 떨어져 나가거나 원래와 반대로 연결되어 복구되지 못하고 문제가 발생한다. 그러한 일이 일어나면 세포가 사멸되거나 기능에 변화가 생긴다. 그리고 극히 드물게 암 유전자

가 생기거나 암 억제 유전자의 손상이 일어날 수 있다. 2004년 Berrington de Gonzalez와 Darby가 Lancet[9]에 영국을 비롯한 15개의 나라 자료를 바탕으로 하여 진단용 엑스선 검사가 암 발생에 미치는 영향을 추정한 논문을 발표하였다. 영국에서 75세까지 발생하는 cumulative cancer risk의 약 0.6%가 진단용 방사선 피폭과 연관될 수 있다고 발표하였다. 이는 한 해에 약 700 예의 암 발생을 의미한다. 그 외 다른 13개국에서의 비율은 0.6에서 1.8% 수준이고, 일본의 경우 가장 높아 3% 정도이다. 이는 각국의 방사선 검사의 빈도와 관련이 있다고 생각된다. Sodickson 등의 보고에 따르면 한 병원에서의 31,462의 환자를 22년 동안 추적하였을 때 33%의 환자가 5차례 이상 CT 검사를 시행 받았고, 이 중 15%가 100 mSv 이상의 유효 선량을 받았다. 이들에서 0.7%의 암 발생이 기대된다고 하였다[9].

지금은 거의 시행하지 않지만 과거 50~70년대까지는 pelvimetry와 fetal position을 검사하기 위한 obstetric abdominal radiography를 빈번히 시행하였다. 이 데이터를 이용하여 태내에서 방사선을 조사받은 아이들에게서 암이 발생하는 확률이 조사받은 방사선량과 밀접한 연관이 있다는 것이 여러 연구를 통해 알려지게 되었다. 이러한 연구의 결과를 종합하여 내린 결론은 다음과 같다. 자궁 내에서 10 mGy 이상의 방사선을 조사받은 태아의 경우 소아암의 발생이 증가하고, 6% per Gy의 excess risk를 보인다[10]. 소아의 특성상, 소아 방사선 검사에서 복강 내의 지방이 적고 장기도 작기 때문에 일반적으로 영상의 대조도가 떨어지는 경향을 보이는데, 영상의 화질을 지나치게 높이기 위해 유효선량을 증가하지 않도록 주의가 요구된다. 또한 소아의 경우에는 방사선 민감성이 성인보다 10~20배 정도 높고 장기가 성장하고 남아있는 여생이 길며, 여러 차례 검사를 할 가능성이 높으므로 방사선에 의한 암 발생률이 더 높다고 보고하고 있다[11].

본 연구의 제한점으로는 실험에서 Rad Eye G-10 검출기 대신에 유리 선량계를 사용하여 Phantom과 더욱 밀착시켜서 실험을 시행했다면 조금 더 명확한 결과가 도출 해낼 수 있다는 점이다. 이 실험에서 Xenolite nolead Apron(Skirt overlap)의 차폐율이 평균 80% 이상으로 산란선의 차폐가 월등했다. 하지만 검사 전 환자의 허리 쪽에 Apron을 두른 후 검사함으로써 환자는 번거로움을 느낄 수 있다. Xenolite nolead Apron, Half Apron은 Phantom이 누워있는 상태에서 위쪽만 차폐해 양 측부와 후부의 차폐가 완벽하게 되지 않았음에도 불구하고 60% 이상의 차폐율을 보였다. 두 Apron의 평균 누적 선량이 1 μSv도 차이가 나지 않음은 산란선이 0.35 mm Pb의 Apron에 의해서 차폐가 됨을 의미한다. 위의 두 Apron은 검사 전 환자에게 설명과 동의를 얻음으로써 환자가 느낄 수 있는 불편함을 줄일 수 있다고 생각된다.

V. CONCLUSION

CT 검사는 다른 일반 X-ray 검사와 비교했을 때 진단영역이 월등히 높고 많은 영상학적인 정보를 제공하지만 방사선으로 인한 피폭과 산란선에 노출될 가능성이 매우 높다. Chest CT 검사 시 산란선에 의한 gonad 부위의 누적 선량은 많지 않았지만, Apron으로 Pelvis 부위 차폐 시의 선량은 최대 87%까지 경감 할 수 있었다. 이는 소아 아동 및 영아 유아의 방사선 민감성을 고려할 때 더욱더 차폐의 중요성과 필요성이 강조된다. CT 검사를 이용한 모든 검사에 있어 피폭선량 경감을 위한 연구와 차폐 가능한 장비를 활용하는 다양한 기법에 관한 지속적인 연구가 필요하리라 사료 된다.

Acknowledgement

본 연구는 2020년 양산부산대학교병원 임상 연구비 지원으로 이루어졌음

Reference

[1] S. Y. Park, H. S. Bang, Y. C. Nam, D. G. Han, "Effect on Dose Reduction and Image Quality of Using Bismuth Breast Shield and Adaptive Statistical Iterative Reconstruction in Female Chest CT", Korean Society of Computed Tomographic Technology, Vol. 13, No. 2, pp. 55-66, 2011.

[2] F. A. Jr Mettler, P. W. Wiest, J. A. Locken, C. A. Kelsey, "CT scanning: patterns of use and dose",

Journal of Radiological Protection, Vol. 20, No. 4, pp. 353-362, 2000.
http://dx.doi.org/10.1088/0952-4746/20/4/301

[3] S. H. Bang, M. C. Kim, D. G. Han, "The Dose Evaluation of Breast, Gonad and Image Quality in Abdomen CT Examination: Variation of Beam Collimation and Pitch", Korean Society of Computed Tomographic Technology, Vol. 13, No. 2, pp. 55-66, 2011.

[4] Varut Vardhanabhuti, Robert J. Loader, Grant R. Mitchell, Richard D. Riordan, Carl A. Roobottom, "Image quality assessment of standard- and low-dose chest CT using filtered back projection, adaptive statistical iterative reconstruction, and novel model-based iterative reconstruction algorithms", American Journal of Roentgenology, Vol. 200, No. 3, pp. 545-597, 2013.
http://dx.doi.org/10.2214/AJR.12.9424

[5] *Guidelines for the reference level of diagnosis in computed tomography*, Korea Disease Control and Prevention Agency, 2017.

[6] Donald A Pierce, Dale L. Preston, "Radiation-Related Cancer Risks at Low Doses among Atomic Bomb Survivors", Radiation Research, Vol. 154, No. 2, pp. 178-186, 2000.
http://dx.doi.org/10.1667/0033-7587(2000)154[0178:RRCRAL]2.0.CO;2

[7] D. J. Brenner, C. D. Elliston, E. J. Hall, W. E. Berdon, "Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT", American Journal of Roentgenology, Vol. 176, No. 2, pp. 289-296, 2001.
http://dx.doi.org/10.2214/ajr.176.2.1760289

[8] Elizabeth K. Cahoon, Rui Zhang, Steven L. Simon, André Bouville, Ruth M. Pfeiffer, "Projected Cancer Risks to Residents of New Mexico from Exposure to Trinity Radioactive Fallout", Health Physics Society, Vol. 119, No. 4, pp. 478-493, 2020.
http://dx.doi.org/10.1097/HP.0000000000001333

[9] de González Amy Berrington, Darby Sarah, "Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries", Lancet Vol. 363, No. 9406, pp. 345-351, 2004.
http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(04)15433-0

[10] A. D. Elster, "Recurrent CT, Cumulative Radiation Exposure, and Associated Radiation-induced Cancer Risks from CT of Adults", Yearbook of Diagnostic Radiology, Vol. 2010, pp. 193-195, 2010.
http://dx.doi.org/10.1016/S0098-1672(10)79124-4

[11] R. Doll, R. Wakeford, "Risk of childhood cancer from fetal irradiation", The British Journal of Radiology, Vol. 70, No. 835, pp. 770-771, 1997.
https://doi.org/10.1259/bjr.70.830.9135438

흉부 전산화 단층 촬영 검사 시 발생하는 생식선 차폐 유무에 따른 산란 선량 차이에 관한 연구

곽종혁[1], 김경립[4], 성현철[2], 김승원[3], 송근성[4], 최민경[1], 이상원[4,*]

[1]양산부산대학교병원 영상의학과
[2]부산대학교병원 영상의학과
[3]거제대학교 간호학과
[4]양산부산대학교병원 신경외과

요 약

생식선 차폐를 하지 않았을 때 전부, 양 측부, 후부, 생식선 부위의 산란선을 측정하고 Xenolite nolead Apron(0.35 mm Pb), Xenolite nolead Apron(front 0.35 mm Pb Mix back 0.25 mm Pb, Skirt overlap), Half Apron(0.5 mm Pb)로 차폐 후 각각의 산란 선량을 측정하였다. 흉부 전산화 단층촬영 검사 시 검사 부위의 산란 선량은 272 μSv가 측정되었고, Apron으로 차폐하지 않았을 시에 평균 전부 43 μSv, 좌측부 81 μSv, 우측부 82 μSv, 후부 38.8 μSv, Gonad 부위 16 μSv로 측정되었다. Xenolite nolead Apron으로 위쪽 부분만 차폐하고 측정했을 전부 11.2 μSv, 좌측부 43.1 μSv, 우측부 45.3 μSv, 후부 12 μSv, Gonad 부위 5.2 μSv로 측정되었다. Xenolite nolead Apron(Skirt overlap)으로 Pelvis 부위를 360° 감싼 후 선량을 측정하였을 때 전부 5.6 μSv, 좌측부 22.4 μSv, 우측부 15.7 μSv, 후부 6 μSv, Gonad 부위 3.2 μSv로 측정되었다. Xenolite nolead Apron(Skirt overlap)으로 Pelvis 부위를 360° 감싼 후 선량을 측정하였을 때 전부 5.6 μSv, 좌측부 22.4 μSv, 우측부 15.7 μSv, 후부 6 μSv, Gonad 위 3.2 μSv로 측정되었다. Half Apron으로 위쪽만 차폐하고 측정했을 때에는 전부 10.7 μSv, 좌측부 42.6 μSv, 우측부 40.6 μSv, 후부 11.3 μSv, Gonad부위 4.7 μSv로 측정되었다. 골반 부위를 360° 차폐하는 방법이 80% 이상 선량 감소를 보였고, 전부 차폐 시 70% 이상의 선량 감소 효과를 보였으며 모든 전산화 단층 촬영 검사에 있어 피폭선량 경감을 위한 연구와 차폐 가능한 장비를 활용하는 다양한 기법에 관한 지속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

중심단어: 흉부 전산화 단층촬영, 산란선, 생식선 차폐

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	곽종혁	양산부산대학교병원 영상의학과	방사선사
	김경립	양산부산대학교병원 신경외과	의학물리사
	성현철	부산대학교병원 영상의학과	간호사
(공동저자)	김승원	거제대학교 간호학과	초빙교수
	송근성	양산부산대학교병원 신경외과	교수
	최민경	양산부산대학교병원 영상의학과	방사선사
(교신저자)	이상원	양산부산대학교병원 신경외과	교수