

Correlation Analysis of between Patient and Equipment Factors and Radiation Dose in Chest Low Dose and Abdominal Non-contrast CT

Jina Shim¹, Youngjin Lee^{2,*}

¹Department of Radiology, Severance hospital

²Department of Radiological Science, College of Health Science, Gachon University

Received: March 31, 2021. Revised: April 21, 2021. Accepted: April 30, 2021.

ABSTRACT

This paper is to establish a basis for a dose reduction strategy by confirming correlations with the factors that may affect the radiation dose based on the dose records in low-dose chest CT and abdominal non-contrast CT. In order to find out the causes of unnecessary exposure, the correlation between seven factors (age, gender, height, weight, BMI, patient status [inpatient and outpatient], and use of dose modulation) and CT dose were identified. Logistic regression was used as the statistical analysis for correlation verification. In the low dose chest CT, as the higher values of height and BMI and dose modulation off were associated with lowering the risk exceeding Diagnostic Reference Levels(DRL) (odds ration<1, p<0.05). However, as woman compared to man and the higher values of weight were associated with highering the risk exceeding DRL (odds ration>1, p<0.05). In the abdomen CT, as dose modulation off were associated with lowering the risk exceeding DRL (odds ration<1, p<0.05). Therefore It is necessary to conduct research on the relationship between various factors affecting radiation exposure and patient radiation dose for reducing the dose.

Keywords: Low-dose chest CT, Abdominal non-contrast CT, Dose management program, Diagnostic reference levels, Dose modulation, Dose reduction

I. INTRODUCTION

전산화단층촬영(Computed Tomography, CT)에서 다양한 어플리케이션의 발전을 통해 질병의 예방 및 진단, 관리에도 많은 변화가 생겼다. 이러한 변화를 통해 CT 검사로 얻는 긍정적인 영향도 있으나 그와 동시에 환자의 의료방사선 피폭량도 점차 증가하고 있다. 2000년에 UN방사선영향과학위원회(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR)가 의료 수준이 양호한 27개 국가를 대상으로 조사하여 발표한 바에 따르면, 전체 영상의학 검사 중 CT 검사는 6%에 불과하지만 환자가 받는 방사선량에서는 무려 41%를 차지한다.

우리나라의 경우 1990년대 129대의 CT장비가 2006년에 1,629대로 증가하면서 검사 건수 또한 2005년에 200만건 이상으로 증가하였다. 이러한 결과는 환자가 받는 방사선량에서 큰 비중을 차지하는 CT 검사 건수의 증가로 인해 이에 비례하여 환자의 피폭량도 지속적으로 증가해 왔음을 시사한다.

이렇게 진단 영역에서 환자 선량 노출에 대한 관심이 높아짐에 따라 국제 원자력 기구(International Atomic Energy Agency, IAEA)와 미국의 국립 보건원(National Institutes of Health, NIH) 등에서도 환자 피폭량 기록 및 추적의 중요성을 인지하고 지속적인 선량 관리를 통해 환자의 선량을 감소시키고자 노력하고 있다. 이러한 관리가 가능한 이유는 선량 기록을 통해 방대한 선량 정보를 쉽게 취합할

* Corresponding Author: Youngjin Lee
Address: 191 Hambangmea-ro, Yeonsu-gu, Incheon, Korea

E-mail: yj20@gachon.ac.kr

Tel: +82-32-820-4362

수 있으며 분석이 용이한 데이터로 가공할 수 있기 때문이다. 현재도 다수의 의료기관에서 선량 관리 프로그램을 도입하였으며, 선량 관리 프로그램을 통해 어떻게 선량 관리를 할 것인지에 대해 관심을 가지고 있다. 특히 의료 방사선은 환자의 질병 진단이나 치료가 목적이기 때문에 환자가 얻는 이익이 손해보다 크다면 선량 사용에 대한 정당성이 확보되므로 피폭량의 한계가 없기 때문에 더욱 선량 관리가 중요하다. 국제 방사선 방어 위원회 (International Commission on Radiological Protection, ICRP)에서도 이에 대한 필요성을 인식하고 환자 선량 관리를 위한 정당성 확보 및 최적화에 대한 가이드라인을 마련하였고, 이러한 추세에 따라 우리나라에서도 진단 영역에서의 환자 피폭 위해도 평가, 안전관리 강화 등 분야에 대해 꾸준히 관심을 높이고 있다. 2017년에는 식품의약품안전평가원에서 ‘전산화단층촬영(CT)에서의 진단참고수준 가이드라인’을 발간하여 우리나라의 실정에 맞는 진단참고수준 (Diagnostic Reference Levels, DRL)을 설정함으로써 더욱 세부적인 관리를 위해 노력하고 있음을 알 수 있다.

본원에서는 2012년에 처음 선량 관리 프로그램을 도입하였으며 이를 통해 환자의 선량 추적 및 관리를 위해 노력하고 있다. 이 논문에서는 ‘전산화단층촬영 (CT)에서의 진단참고수준 가이드라인’을 기준으로 삼아 본원에서 도입한 선량 관리 프로그램을 통해 흉부와 복부 CT 검사에서의 선량 감소 방안의 근거를 마련하고자 하였으며, 선량에 영향을 미치는 다수 요인을 분석하여 상관관계를 찾고자 하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구 대상 및 사용 장비

연구 대상은 2018년 1월부터 3월까지 흉부 저선량 CT, 복부 비조영 CT를 검사한 환자 2328명이다. 연구 대상자 중 남성은 1265명, 여성은 1063명이며, 평균 연령은 63.38±15.118세이다.

선량 분석에 사용된 장비는 총 8대로, SIEMENS Scanner (SOMATOM Definition Flash, SOMATOM

sensation 64, Somatom Definition AS; Siemens, Germany) 3대, GE Scanner (Revolution CT, Discovery CT 750 HD, Light Speed VCT XT, Revolution Evo; GE Healthcare, Waukesha, WI) 4대, Philips (Brilliance iCT Elite, Philips Healthcare, USA) 1대이다. 선량 정보 획득에 사용된 방사선선량모니터링시스템은 병원정보시스템에 저장되어 있는 환자 정보, 검사나 처방 정보, 연동된 X-ray 장비에서 획득된 선량 정보 등을 종합함으로써 환자의 피폭 선량을 개별적으로 관리할 수 있다. 또한 선량 데이터를 검사, 연령 별 등 다양한 기준으로 수집하고 이를 크기순으로 정렬하여 75% 준위 값인 DRL 값을 제시하며, 이에 따라 공식적으로 지정된 문턱값 선량을 초과하는 고선량 환자를 표시함으로써 체계적이고 예방적인 선량 관리를 가능하게 한다. 이 논문에서는 선량관리 프로그램에 저장되어 있는 정보 중 각 검사에 따른 환자의 나이, 성별, BMI, 키, 몸무게, 검사 장비 및 Dose Length Product (DLP) 정보를 얻었다.

2. 상관관계 분석

흉부 저선량 CT와 복부 비조영 CT 검사를 대상으로 다양한 인자에 따라 선량을 분석하였다. 특히 조영 검사는 환자의 진단명에 따라 한 부위라 하더라도 phase의 수가 달라 선량을 평가하기 어려운 경우가 있기 때문에, phase가 하나인 비조영 검사만을 평가한 것이다. 선량에 영향을 주는 환자 인자를 나이와 성별, 키, 몸무게, BMI, 환자 상태(입원, 외래) 총 6가지로 나누었으며, 장비 인자는 dose modulation 사용 유무로 나누어 선량 데이터를 분석하였다.

식품의약품안전평가원에서 2017년에 발간한 ‘전산화단층촬영 (CT)에서의 진단참고수준 가이드라인’에 제시된 각 검사별 DRL은 저선량 흉부 검사가 101 mGy·cm, 복부 비조영 검사 461 mGy·cm이다. 여기서 제시된 기준값을 바탕으로 하여 각 검사에 해당하는 DRL 값의 기준을 설정함으로써, Fig. 1과 같이 선량과 환자 인자 6가지, 장비 인자 1가지 총 7가지와의 상관관계를 분석하였다. 이때 모든 환자의 선량 데이터를 분석한 것이 아니라, DLP 값이 각 검사에 해당하는 DRL 기준 값을 초

과한 환자의 데이터만을 분석하였다. 본원에서 검사한 영상의 선량 값인 DLP 값이 흉부 저선량 CT, 복부 비조영 CT 검사 별로 제시된 DRL 기준 값을 넘는 환자데이터 (DRL 초과군) 중에서 환자 인자 및 장비 인자와의 상관관계를 확인하기 위해 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 측정 데이터의 통계학적 검정을 위해서 SPSS 21.0 (SPSS Inc, Chicago, USA)을 사용하였다.

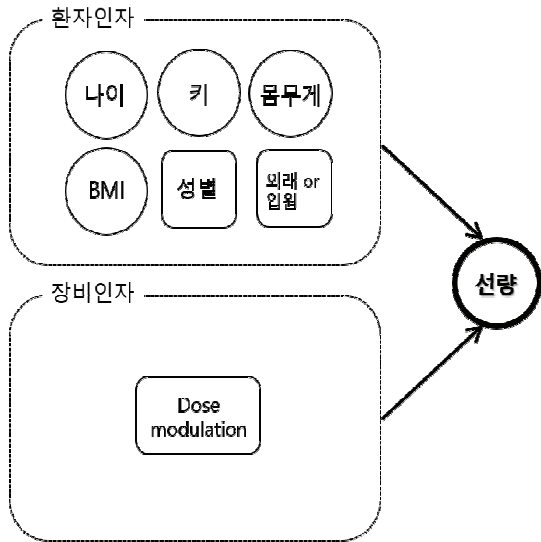


Fig. 1. The diagram of the correlation between seven factors (age, gender, height, weight, BMI, patient status (inpatient and outpatient), and use of dose modulation) and CT dose.

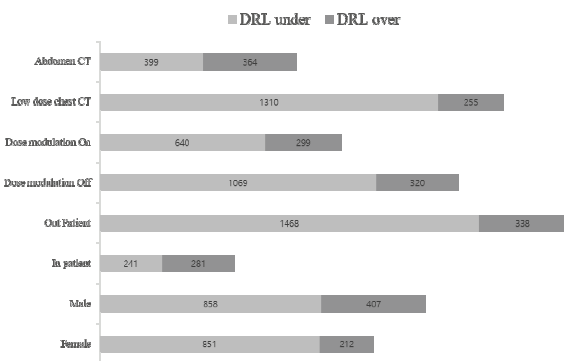


Fig. 2. The graph of frequency analysis according to DRL over/under than the DRL criteria of DLP in variables such as type of examination, dose modulation, patient hospitalization and outpatient status, and sex.

III. RESULT

1. 빈도분석

2018년 1월부터 3월까지 환자 2328명의 선량 데이터를 바탕으로 식품의약품안전평가원에서 제시한 DRL 값을 기준으로 성별, 환자의 입원 및 외래 상태, dose modulation 활성화 여부, 검사 종류에 따른 빈도 분석은 Fig. 2와 같다. 또한 Fig. 3과 같이 식품의약품안전평가원에서 제시한 DRL 값을 기준으로 나이, 키, BMI, 몸무게의 평균값을 나타내었다. DRL 초과군은 총 619명으로 약 26%의 비율을 차지하였다. DRL 초과군의 평균 나이는 65.5 ± 14.5 세였다. 성별에서는 남성이 17%, 여성이 12% 비율로 나타났으며 환자의 상태는 입원환자가 12%, 외래환자가 15%의 비율을 보였다. 장비 인자인 dose modulation을 활성화 했을 경우, DRL 초과 군에서 13%를 차지하였다. 복부 CT 검사에서는 16%의 비율로 DRL 기준치를 초과하였으며, 이는 흉부 저선량 CT 검사에서 기준치를 초과한 비율인 11%보다 높은 값이다.

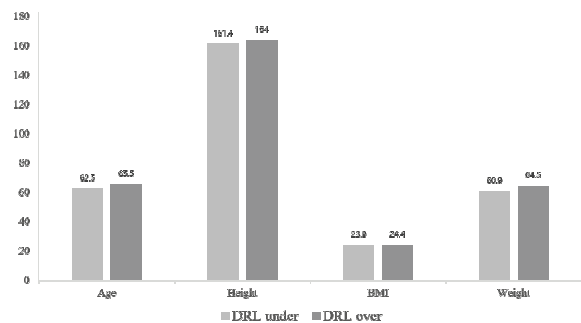


Fig. 3. The graph of average value according to DRL over/under than the DRL criteria of DLP in variables such as age height, BMI, weight.

2. 선량과 7개 인자 간의 상관관계분석

흉부 저선량 CT, 복부 비조영 CT 검사 별로 제시된 DRL 기준 값을 넘는 환자데이터 (DRL 초과군) 중에서 환자 인자 및 장비 인자와의 상관관계를 확인하기 위해 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 흉부 저선량 CT 검사에서는 성별, 키, BMI, 몸

무게, dose modulation 활성화 유무 인자의 경우 $p < 0.05$ 수준에서 DRL 기준치 초과와 유의한 차이를 보였다. 그 영향력은 odds ratio = 2.436, 0.916, 0.986, 1.032, 0.005 로, 키가 클수록, BMI 가 높을수록, dose modulation을 활성화한 경우에 DRL 기준치의 초과 위험률이 낮아지는 것으로 나타났다 (odds ratio < 1 , $p < 0.05$). 또한 성별이 여성인 경우와 몸무게가 큰 경우에 DRL 기준치의 초과 위험률이 높아진다는 것을 확인하였다 (odds ratio > 1 , $p < 0.05$). 복부 비조영 CT 검사에서는 몸무게, dose modulation 활성화 유무의 경우 $p < 0.05$ 수준에서 DRL 기준치 초과와 유의한 차이를 보였다. 몸무게, dose modulation 활성화 유무의 영향력은 odds ratio = 0.863, 0.042 로, 몸무게가 큰 경우와 dose modulation이 비활성화 상태일 경우에 DRL 기준치의 초과 위험률이 낮아지는 것으로 나타났다 (odds ratio < 1 , $p < 0.05$).

IV. DISCUSSION

본 논문에서는 선량과 환자 인자의 상관관계를 분석함에 있어 환자 인자를 6가지로 나누어 평가하였다. 환자 인자 중 하나인 BMI와 선량의 상관관계에 대해서는 그 유의미한 관계에 대해 이미 많은 선행 연구가 진행된 바 있다^[5-7]. 특히 dose modulation을 활성화하였을 때는 정해진 영상의 질에 따라 scout에서 감약의 정도를 계산하여 방사선량을 결정하기 때문에 환자의 BMI는 방사선 선량과 상관관계가 있다는 사실을 알 수 있다^[7]. 또한 키와 몸무게는 BMI를 구성하는 인자이기 때문에 앞선 연구들을 통해 방사선 선량과의 상관관계가 있다고 추측하는 것이 논리적이라고 예상하였다. 나이를 선량에 영향을 주는 요인으로 설정한 이유는 나이에 따라 체지방의 변화가 생기므로 이에 따라 나이와 선량과의 상관관계 또한 충분히 있을 수 있다고 예상하였기 때문이다^[8]. 성별을 선량에 영향을 주는 요인으로 설정한 이유는 성별에 따라 체지방, 근육량 등이 달라지며 기본적인 체격의 차이가 방사선 선량과 상관관계가 있을 것이라 판단하였기 때문이다. 마지막으로 환자 상태(입원, 외래)의 경우는 입원환자와 응급실 환자는 여러 의료 장비가 몸에 부착되어 있어 이러한 장비가 scout에 포함될 시 dose

modulation을 활성화한 검사에서 선량에 영향을 줄 수 있을 것이라고 판단하였기 때문이다.

흉부 저선량 CT 검사에서 성별이 여성일 경우가 남성일 경우에 비해 DRL 기준치의 초과 위험률이 높아지는 것을 확인하였다. 이전에 연구된 바에 의하면 대체적으로 여성에 비해 남성에서 평균 DLP가 높게 측정되었지만, 이 논문에서는 기준 DRL을 초과하는 범위에서의 값을 비교하였으므로 여성이 남성에 비해 DRL 초과 위험률이 더 증가하는 다른 결과를 확인하였다^[9]. 흉부는 방사선 감약이 적은 공기로 차 있는 해부학적 부위로서 몸무게의 크기에 따른 영향보다, 남성에 비해 여성이 유방으로 인해 방사선 감약이 더 클 수 있어 이와 같은 결과가 나왔을 것이라 예상한다. 몸무게 요인에서는 몸무게가 클수록 DRL 기준치의 초과 위험률이 높아졌다. 보통 몸무게가 클수록 방사선 감약이 커져 생기는 영상의 질 저하를 보완하기 위해 더 많은 선량이 조사되기 때문이다^[10]. 키 요인에서는 키가 클수록 DRL 기준치를 초과할 위험률이 낮아지는 것을 확인하였다. 이 논문에서 CT 선량의 기준이 된 DLP 값은 스캔 길이의 영향을 많이 받기 때문에 키와 DRL 기준치 초과 위험률이 비례 관계를 나타낼 것이라고 예상하였지만, 키의 증가폭에 비해 폐의 길이는 크게 차이가 없어 키가 크다고 해서 스캔 범위가 크게 증가하는 것은 아니기 때문에 DLP의 초과가 나타나지 않은 것으로 추측할 수 있다.

U. Bhatti, et al.^[11]에 따르면 167.4cm 이상의 남성에서 vital capacity는 3.0 ± 0.5 L, 167.4cm 이하의 남성에서는 2.9 ± 0.4 L이다. 이는 키가 클수록 스캔 범위가 기준 DRL을 초과할 정도로 크지 않다는 것을 나타낸다. Dose modulation을 비활성화했을 경우에는 활성화했을 때에 비해 DRL 기준치 초과 위험률이 낮아졌다. 본원에서 흉부 저선량 CT 검사한 검사실을 제외한 나머지 검사실에서 dose modulation을 비활성화하고 검사하고 있다. 따라서 이번 결과를 통해 흉부 저선량 CT 검사에서 dose modulation을 비활성화하여 검사하는 본원의 상황이 DRL 기준치를 초과하지 않도록 적절하게 사용하고 있음을 알 수 있었다.

복부 비조영 CT 검사에서는 몸무게가 클수록, 또 dose modulation을 비활성화했을 경우에 DRL 기준치 초과 위험률이 낮아졌다. 복부 비조영 CT 검사는 한 검사실을 제외한 나머지 검사실에서는 dose modulation을 활성화하여 검사한다. Dose modulation을 비활성화하는 경우가 활성화했을 때에 비해 DRL 기준치를 초과할 확률이 낮기 때문에, 현재 본원에서는 dose modulation이 부적절하게 사용되고 있음을 알 수 있었다. Dose modulation 활성화로 인해 환자가 얻는 선량적 이득이 있다는 연구 결과가 보고된 것은 사실이나, 적절하게 사용하지 못하면 오히려 선량에서 불이익을 받을 수도 있다^[12-14]. 또한 몸무게가 클수록 DRL 초과 위험률이 낮다는 결과는 환자의 몸무게로 인한 DRL 기준치 초과 현상이 나타난 것이 아니라, 환자 인자가 아닌 환경적인 요소로 인해 dose modulation이 부적절하게 사용되었기 때문이라는 것을 확인할 수 있었다. 이전 연구에서 검사 범위 안에 밀도가 높은 물질이 포함됨으로써 불필요한 선량이 조사됨이 밝혀진 바 있다^[12]. 특히 응급실에서 dose modulation 활성화로 인한 DRL 초과 비율이 92%를 차지하는 것을 통해, 응급실 복부 비조영 CT에서 dose modulation 사용에 대한 보완이 필요하다는 사실을 알 수 있다. 이는 응급실에서 복부 CT를 검사 할 때 응급환자의 경우 스캔 범위 안에 손과 의료기기가 포함되는 경우가 있기 때문이다. 이때 dose modulation이 활성화 상태였기 때문에 영상의 질을 유지하기 위해 관전류가 필요 이상으로 나갔다. 이 결과를 바탕으로 응급실 환자의 복부 CT 검사 시 dose modulation을 사용할 때 손을 모두 올리고 몸에 의료장비를 제거하며, 특히 밀도가 높은 물질이 스캔 범위에 포함되지 않게 검사를 진행할 수 있다. 그러나 응급환자의 경우 이와 같은 검사 상황이 불가능할 때에는 dose modulation을 비활성화하고 검사를 진행한다는 선량 감소 방안을 마련할 수 있다.

본 논문의 첫 번째 한계점은 비조영 검사만을 비교한 점이다. 조영 검사의 경우 질병이나 목적에 따라 phase의 수가 달라 DRL 초과와 각 요인들 간의 상관관계 분석이 어려워 제외하였다. 그렇기 때문에 본 논문의 결과를 조영 검사로 확대하기 위해

서, 본 논문에서 제시한 선량 감소 방안을 적용 시 영상의 질에 대한 임상적인 합의가 필요할 것으로 보인다. 두 번째 한계점은 선량에 미치는 인자를 더욱 구체적으로 세분화하지 못한 점이다. 특히 장비 인자에서 선량에 크게 영향을 미치는 관전압이나 dose modulation 비활성화 시 관전류에 따른 DRL 초과와의 상관관계를 고려하지 못하였다. 세 번째 한계점은 CT 선량을 CTDI volume 값을 사용하지 못하고 DLP 값으로만 사용했다는 점이다. 이러한 두 한계점은 선량 모니터링 시스템에서 관련 정보를 수집하는 데 따르는 제한으로 인한 것이었다. 따라서 이는 선량 모니터링 시스템의 지속적 발전을 통해 보완될 수 있을 것이다.

V. CONCLUSION

본 연구를 통해 DRL 초과군과 환자 및 장비의 7개 요인에 대한 상관관계를 확인하고 이를 통한 선량감소 방안을 제안하였다. 본 논문은 흉부 저선량 CT와 복부 비조영 CT 검사 별 DRL이 초과된 환자 군에서 선량과 7가지 인자 간의 상관관계를 구한 것이기 때문에 전체 환자군을 대상으로 진행된 기존 연구와는 다른 결과들이 나타났다. 본원에서 선량 관리 프로그램을 통해 데이터를 손쉽게 가공함으로써 환자의 전반적인 선량관리뿐만 아니라 선량 고위험군 환자에 대한 세심한 선량관리를 할 수 있었기 때문에, 보다 환자에게 선량적 도움을 줄 수 있는 결과를 얻을 수 있었다. 이처럼 방사선 피폭에 영향을 주는 다양한 요인에 대한 연구를 통해 선량을 낮추는 노력이 필요할 것으로 사료된다.

Reference

- [1] E. S. Amis Jr, P. F. Butler, K. E. Applegate, S. B. Birnbaum, L. F. Brateman, J. M. Hevezi, F. A. Mettler, R. L. Morin, M. J. Pentecost, G. G. Smith, K. J. Strauss, R. K. Zeman, "American College of Radiology white paper on radiation dose in medicine," *Journal of the American College of Radiology*, Vol. 4, No. 5, pp. 272-484, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2007.03.002>
- [2] M. S. Pearce, J. A. Salotti, M. P. Little, K. McHugh, C. Lee, K. P. Kim, N. L. Howe, C. M.

- Ronckers, P. Rajaraman, A. W. Craft, L. Parker, A. B. de González, "Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study," *The Lancet*, Vol. 380, No. 9840, pp. 499-505, 2012. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(12\)60815-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)60815-0)
- [3] J. D. Mathews, A. V. Forsythe, Z. Brady, M. W. Butler, S. K. Goergen, G. B. Byrnes, G. G. Giles, A. B. Wallace, P. R. Anderson, T. A. Guiver, P. McGale, T. M. Cain, J. G. Dowty, A. D. Bickerstaffe, S. C. Darby, "Cancer risk in 680,000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians," *BMJ*, Vol. 346, pp. f2360, 2013. <https://doi.org/10.1136/bmj.f2360>
- [4] D. J. Brenner, E. J. Hall, "Computed tomography—an increasing source of radiation exposure," *New England Journal of Medicine*, Vol. 357, No. 22, pp. 2277-2284, 2007. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMra072149>
- [5] J. Boos, R. S. Lanzman, A. Meineke, P. Heusch, L. M. Sawicki, G. Antoch, P. Kröpila, "Dose monitoring using the DICOM structured report: assessment of the relationship between cumulative radiation exposure and BMI in abdominal CT," *Clinical Radiology*, Vol. 70, No. 2, pp. 176-182, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2014.11.002>
- [6] A. Shah, P. Das, E. Subkovas, A. N. Buch, M. Rees, C. Bellamy, "Radiation dose during coronary angiogram: relation to body mass index," *Heart, Lung and Circulation*, Vol. 24, No. 1, pp. 21-25, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hlc.2014.05.018>
- [7] W. Tan, S. Zhan, S. Yang, Y. Shuohui, R. Cheng, H. Zhan, "Reduction of radiation dose in the spiral CT scan of the lumbar spine by the combined use of body mass index (BMI) and automatic exposure control (AEC)," *Journal of X-ray science and technology*, Vol. 22, No. 6, pp. 697-706, 2014. <http://dx.doi.org/10.3233/XST-140455>
- [8] A. Hayes, E. Gearon, K. Backholer, A. Bauman, A. Peeters, "Age-specific changes in BMI and BMI distribution among Australian adults using cross-sectional surveys from 1980 to 2008," *International Journal of Obesity*, Vol. 39, No. 8, pp. 1209-1216, 2015. <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2015.50>
- [9] Y. Inoue, K. Nagahara, N. Hayakawa, H. Hanawa, H. Hata, "Monitoring dose-length product in computed tomography of the chest considering sex and body weight," *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 171, No. 3, pp. 375-381, 2016. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncv401>
- [10] G. R. Iball, D. Tout, "Computed tomography automatic exposure control techniques in 18F-FDG oncology PET-CT scanning," *Nuclear Medicine Communications*, Vol. 35, No. 4, pp. 372-381, 2014. <https://doi.org/10.1097/mnm.000000000000064>
- [11] U. Bhatti, K. Rani, M. Q. Memom, "Variation in lung volumes and capacities among young males in relation to height," *Journal of Ayub Medical College Abbottabad*, Vol. 26, No. 2, pp. 200-202, 2014.
- [12] J. W. Lambert, S. Kumar, J. S. Chen, Z. J. Wang, R. G. Gould, B. M. Yeh, "Investigating the CT localizer radiograph: acquisition parameters, patient centring and their combined influence on radiation dose," *The British journal of radiology*, Vol. 88, No. 1048, pp. 20140730, 2015. <http://dx.doi.org/10.1259/bjr.20140730>
- [13] K. Matsubara, K. Koshida, K. Ichikawa, M. Suzuki, T. Takata, T. Yamamoto, O. Matsui, "Misoperation of CT automatic tube current modulation systems with inappropriate patient centering: phantom studies," *American Journal of Roentgenology*, Vol. 192, No. 4, pp. 862-865, 2009. <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.08.1472>
- [14] T. Toth, Z. Ge, M. P. Daly, "The influence of patient centering on CT dose and image noise," *Medical Physics*, Vol. 34, No. 7, pp. 3093-3101, 2007. <https://doi.org/10.1118/1.2748113>

흉부 저선량 및 복부 비조영 CT 검사에서 환자 및 장비 인자와 선량과의 상관관계 분석

심지나¹, 이영진^{2,*}

¹세브란스병원 영상의학과

²가천대학교 보건과학대학 방사선학과

요 약

본 논문에서는 흉부 저선량 CT와 복부 비조영 CT에서 선량기록을 바탕으로 환자선량에 영향을 줄 수 있는 요인과 상관관계를 확인하여 실질적인 선량 감소 방안의 근거를 마련하고자 하였다. 흉부 저선량 CT와 복부 비조영 CT 검사 시 불필요하게 피폭이 발생하는 원인을 찾기 위해 7가지 요인(나이, 성별, 키, 몸무게, BMI, 환자 상태 (입원, 외래), dose modulation 활성화 유무)과 CT 선량과의 상관관계를 확인하였다. 상관관계 확인을 위해 사용된 통계기법으로는 로지스틱 회귀분석을 사용하였다. 흉부 저선량 CT 검사에서는 키가 클수록, BMI가 높을수록, dose modulation을 비활성화한 경우에 진단참고수준 (diagnostic reference level, DRL) 기준치의 초과 위험률이 낮아졌다 (odds ratio<1; p<0.05). 또한 여성의 경우와 몸무게가 클수록 DRL 기준치의 초과 위험률이 높아졌다 (odds ratio>1; p<0.05). 복부 비조영 CT 검사에서는 몸무게가 클수록, dose modulation을 비활성화한 경우에 DRL 기준치의 초과 위험률이 낮아졌다 (odds ratio<1; p<0.05). 이처럼 방사선 피폭에 영향을 주는 다양한 요인에 대한 연구를 수행하여 환자 선량과의 연관성을 찾고 이에 따른 선량을 낮추는 노력이 필요할 것으로 사료된다.

중심단어: 흉부 저선량 CT, 복부 비조영 CT, 선량관리 프로그램, 진단참고수준, dose modulation, 선량감소

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	심지나	세브란스 병원 영상의학과	방사선사
(교신저자)	이영진	가천대학교 보건과학대학 방사선학과	부교수