

Sensitivity Analysis of Critical Findings Other than Lung Cancer in Low-Dose CT Using "S" Modifier

Hyeon-Jin Kim*

Department of Radiological science, Kaya University

Received: April 26, 2023. Revised: June 15, 2023. Accepted: June 30, 2023.

ABSTRACT

Based on Lung CT Screening Reporting and Data System (Lung-RADS), which has been used to standardize reading for lung cancer screening since November 2016, the types and frequency of "S" modifier findings other than lung cancer were analyzed. As a result of this study, 360 cases (35.19%) of "S" modifier were found in 1,023 subjects, and the most frequent diseases were coronary calcification and emphysema, 145 (14.17%) of coronary calcification and 138 (13.49%) of emphysema, indicating that the discovery rate was very high compared to other findings. In addition, it was found to be highly associated with the duration of smoking, and in the case of coronary calcification, 9 cases (5.73%) were found in the non-smokers group A, 23 cases (11.44%) within 10 years of smoking, 39 cases (13.68%) in the C group within 20 years of smoking, and 31% of the E group over 30 years of smoking. In addition to coronary calcification and emphysema, abnormal findings of pneumonia, lung epilepsy, and mediastinal disease were also found to be $p < 0.05$ as a result of the analysis of the association with the smoking period, indicating that the smoking period was affected.

Keywords: Low dose CT, "S" modifier, Extrapulmonary disease

I. INTRODUCTION

흉부 CT 프로토콜은 매우 다양하다. 대표적인 프로토콜에는 표준 촬영(Standard lung CT), HRCT(High Resolution CT), 저선량 CT(Low dose CT)가 있다. 표준 촬영은 흉부 병변의 감별을 위한 기본 CT이고, HRCT는 폐실질의 고해상도 영상이 목적이며 저선량 CT는 폐암의 스크리닝이 목적이다^[1].

2011년 시행된 미국의 NLST(National Lung Screening Trial) 결과에 따르면 저선량 CT는 폐암의 선별검사에 대해 높은 유용성을 나타낸다고 하였다^[2]. 이후 다양한 국가에서 관련 연구가 활발히 진행되어 현재는 저선량 CT를 이용한 폐암 검진이 폐암 관련 사망률을 줄일 수 있다고 정립되어 있다^[3]. 국내에서도 국립암센터를 중심으로 근거 기반 연구를 통한 폐암 검진 권고안이 제시되었고^[4], 전

국 단위의 시범사업을 거쳐 2019년 말부터 저선량 CT를 이용한 국가 폐암 검진 사업이 시작되었다^[5]. 그 결과 저선량 CT를 이용한 검사 건수는 계속 증가하고 있고 검진목적 이외에도 폐기종 등의 만성 폐쇄성폐질환 및 폐실질 관찰에도 저선량 CT를 이용하는 빈도가 높아지고 있다^[6,7].

폐암 검진의 대상군은 흡연량이 많은 검진자로서 폐암 외 폐 질환, 심혈관 질환, 폐암 외 악성 신생물에 대한 위험도가 상대적으로 높다고 알려져 있다^[8]. 이것은 NLST 연구에 참여한 검진자들의 사망원인을 추적 조사한 결과에서도 확인할 수 있는데 심혈관 질환(24.8%)이 가장 높은 사망원인이며, 다음으로 폐암(24.1%), 폐암 외 악성 신생물(22.3%), 호흡기 질환(10.4%)의 순으로 나타났다^[9]. 따라서 저선량 CT를 이용한 검사 시 폐암뿐만 아니라 폐암 외 질환에 대한 특이도와 민감도도 매우 중요하

다 할 수 있다.

2017년 발표된 오재구, 백상현 등의 연구에 따르면 저선량 CT 검사를 시행하는 282개 기관 중 저선량 CT 검사 시 절편 두께를 1.5 mm 이하로 촬영하는 기관은 29곳(10.3%)이었으며 검사 시 평균 CTDIvol(volume CT dose index)을 묻는 문항에 대한 답변으로 CTDIvol 뿐 아니라 mGy, mSv, mAs 등의 다양한 단위로 응답하여 정량화된 결과를 얻지 못하였다^[10]. 이것은 저선량 CT 검사 결과에 대한 특이도와 민감도에 부정적 영향을 줄 수 있는 연구 결과로 해석된다.

따라서 본 연구는 국가 폐암 검진의 저선량 흉부 CT 관리지침에 따른 표준 프로토콜을 적용하여 영상의 특이도와 민감도를 저하하는 요인을 제거하였다. 또한 표준 프로토콜을 적용한 환자의 판독 결과를 후향적으로 분석하여 폐암 외 중요 소견들을 살펴보았다. 이를 통하여 저선량 CT 검사의 적용을 폐암 검진에 한정하지 않고 확장할 수 있는 범위를 알고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구 대상

본 연구는 2022년 1월~12월까지 부산지역 일개 의료기관을 내원한 종합검진 및 국가 암 검진 수검자 중 저선량 CT 검사를 시행한 환자 1,023명을 대상으로 연구를 진행하였다. 자료 수집은 PACS로 전송된 판독문을 후향적으로 조사하였으며 조사 시행 전 대상자에게 자료 수집과 관련한 연구목적과 방법을 설명하고 동의서를 얻은 후 조사를 진행하였다.

2. 연구 방법

본 연구에 이용된 장비는 GE(USA)사의 Optima 660이며 검사 시 이용된 프로토콜은 Table 1에 나타내었다. 프로토콜의 설정은 국가 폐암 검진의 저선량 흉부 CT 관리지침을 참고^[11,12]하여 표준체중 수검자의 평균 유효 선량이 CTDI_{vol} 3 mGy 이하가 되도록 만들어졌으며 BMI ≤ 30인 경우 100 kVp, mAs ≤ 40으로 검사하였고 BMI ≥ 30인 경우 120

kVp, mAs ≤60으로 검사를 진행하였다.

Table 1. The scan parameters in low dose chest CT

Parameters	Conditions
kVp	100 - 120
mAs	40 - 60
Gantry rotation speed(sec)	0.5
slice thickness/interval(mm)	1.5 / 1.5
Algorithm	high frequency algorithm
ASIR (%)	40

3. 자료 분석

본 연구는 SPSS WIN 22.0 프로그램을 이용하여 분석하였으며 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하였고 폐암 이외에 부수적으로 발견되는 "S" modifier 소견들의 상관관계는 Pearson 상관분석과 t-검정을 시행하였다. 유의수준은 p<0.05로 설정하였다. 영상의 질 확인을 위하여 2019년 개정된 특수 의료장비 품질관리 지침의 저선량 CT의 평가 기준표에 따라 영상의학과 의사 2명과 10년 이상 CT실에서 근무한 방사선사 2명이 5점 리커트 척도를 이용하여 정성적 분석을 시행하였다. 평가 기준표는 Table 2와 같다.

Table 2. Clinical Image Evaluation Table for Low-Dose Chest

Evaluation Items	Evaluation contents	Reference score				
		1	2	3	4	5
Artifact	1. No moving artifacts					
	2. No Streaking artifacts					
	3. No artifacts obstructing reading					
	4. No artifacts caused by the device					
Resolution & Contrast	1. Can distinguish end lung vessels					
	2. Subsegmental bronchus appears					
	3. Interlobar fissure observed					
	4. Mediastinal structures are classified					
	5. Major blood vessels are clearly visible					
	6. Distinguish the surrounding tissues well					

III. RESULT

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구 대상자들의 일반적 특성을 분석하여

Table 3에 나타내었다. A 그룹은 비흡연자 및 금연한지 15년 이상인 사람이며, B~E 그룹은 흡연자로 B 그룹은 흡연 10년 이내, C 그룹 20년 이내, D 그룹 30년 이내, E 그룹은 30년 이상으로 분류하였다. 전체 1,023명 중 비흡연자는 157명(15.35%)이고 흡연자는 866명(84.65%)으로 흡연자의 비율이 높게 나타났으며, 흡연자 중 여성은 178명(20.55%), 남성은 688명(79.45%)으로 남성의 비율이 더 높게 나타났다. 흡연과 성별의 연관성 분석 결과 유의확률 0.000으로 성별과 흡연은 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. A그룹의 연령 평균은 46.9 ± 10.2 , B 그룹의 연령 평균은 41.5 ± 17.5 , C 그룹의 연령 평균은 43.4 ± 16.7 , D 그룹의 연령 평균은 50.1 ± 12.6 , E 그룹의 연령 평균은 56.7 ± 11.6 로 나타났고 유의확률 0.039로 흡연 기간과 연령은 유의한 차이가 있음을 알 수 있다. A그룹의 체질량 지수 평균은 25.1 ± 2.9 , B 그룹의 체질량 지수 평균은 27.5 ± 3.6 , C 그룹의 체질량 지수 평균은 27.8 ± 3.3 , D 그룹의 체질량 지수 평균은 26.4 ± 3.8 , E 그룹의 체질량 지수 평균은 25.9 ± 3.7 로 나타났고 유의확률 0.212로 흡연과 체질량 지수는 유의한 차이가 없음을 알 수 있었다.

Table 3. Patient Characteristics

Group	n	No. of female/male	Age(year)	BMI
A	157	83/74	46.9 ± 10.2	25.1 ± 2.9
B	201	49/152	41.5 ± 17.5	27.5 ± 3.6
C	285	62/223	43.4 ± 16.7	27.8 ± 3.3
D	232	41/191	50.1 ± 12.6	26.4 ± 3.8
E	148	26/122	56.7 ± 11.6	25.9 ± 3.7
Total	1023	261/762		
p-value		.000***	.039*	.212

*; p<0.05, **; p<0.01, ***; p<0.001

2. 저선량 CT의 영상 질 평가 결과

본 연구에 이용된 영상의 프로토콜 및 품질의 적정성 평가를 위하여 1,023명의 영상 중 무작위로 50명의 영상을 선정한 후 인공물과 해상도 및 대조도 관련 항목만을 정성적으로 평가하였다. 각 문항

당 5점 리커트 척도를 활용하였으며 인공물은 4개 문항 20점 만점, 해상력 및 대조도는 6개 문항 30점 만점으로 환산하여 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 인공물과 관련된 만족도 결과 4명의 평가자 평균 점수는 18.48 ± 0.38 이었으며 해상도 및 대조도에 대한 평가 평균 점수는 26.68 ± 0.71 로 나타났고 두 항목 모두 평가자 간의 결과에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 4. Qualitative evaluation results

Item	Observer*				Avg.	SD	P
	1	2	3	4			
Artifact	18.5	18.7	19.2	17.5	18.48	0.38	.012*
Res.& Cont.	27.0	25.5	26.4	27.8	26.68	0.71	.044*

*; p<0.05, **; p<0.01, ***; p<0.001

3. “S” modifier 소견 분석

본 연구 대상자들의 판독 결과지를 바탕으로 폐암 이외에 부수적으로 발견되는 “S” modifier 소견들을 분석하여 Table 5에 나타내었다. 비흡연자 그룹인 A 그룹은 전체 157명이며 “S” modifier 소견으로 관상동맥 석회화 9건(5.73%), 폐기종 4건(2.55%), 폐 간질의 이상소견 1건(0.64%), 폐 외의 이상소견(악성 신생물 제외) 2건(1.27%)으로 총 16건(10.19%)의 “S” modifier 소견을 확인하였다. 흡연 10년 이내인 B 그룹은 전체 201명이며 “S” modifier 소견으로 관상동맥 석회화 23건(11.44%), 폐기종 19건(9.45%), 폐렴 3건(1.49%), 폐결핵 1건(0.50%), 폐 간질의 이상소견 8건(3.98%)으로 총 54건(26.86%)의 “S” modifier 소견을 확인하였다. 흡연 10년 이상 20년 미만의 C 그룹은 전체 285명이며 “S” modifier 소견으로 관상동맥 석회화 39건(13.68%), 폐기종 28건(9.82%), 폐렴 2건(0.70%), 결핵 1건(0.35%), 폐 간질의 이상소견 8건(2.81%), 다량의 흉수 및 심낭 삼출 1건(0.35%), 중격동 질환 1건(0.35%)으로 총 80건(28.07%)의 “S” modifier 소견을 확인하였다. 흡연 20년 이상 30년 미만의 D 그룹은 전체 232명이며 “S” modifier 소견으로 관상동맥 석회화 43건(18.53%), 폐기종 57건(24.57%), 폐렴 6건(2.59%), 결핵 1건(0.43%), 폐 외 악성 소견 2

건(0.86%), 폐 간질의 이상소견 11건(4.74%), 다량의 흉수 및 심낭 삼출 1건(0.43%), 폐 이외 이상소견(악성 신생물 제외) 3건(1.29%)으로 총 125건(57.43%)의 "S" modifier 소견을 확인하였다. 흡연 30년 이상인 E 그룹은 전체 148명이며 "S" modifier 소견으로 관상동맥 석회화 31건(20.94%), 폐기종 30건(20.27%), 폐렴 3건(2.02%), 폐 외 악성 소견 1건(0.68%), 폐 간질의 이상소견 16건(10.81%), 5.5 cm 이상의 흉부대동맥류 1건(0.68%), 종격동 질환 2건(1.35%), 폐 이외 이상소견(악성 신생물 제외) 1건(0.68%)으로 총 85건(57.43%)의 "S" modifier 소견을 확인하였다.

분석 결과 저선량 CT를 통해 가장 흔하게 관찰되는 질환은 관상동맥 석회화와 폐기종으로 관상동맥 석회화는 전체 1,023명의 환자 중 145건

(14.17%), 폐기종은 138건(13.49%)으로 나타나 다른 소견들에 비해 발견 비율이 매우 높음을 알 수 있다. 또한 이 질환들은 흡연 기간과 연관성이 매우 높은 것으로 확인되었다. 특히 관상동맥 석회화의 경우 비흡연자인 A 그룹에서는 발견 비율이 9건(5.73%), 흡연 10년 이내의 B그룹은 23건(11.44%), 흡연 20년 이내의 C 그룹은 39건(13.68%), 흡연 30년 이내의 D그룹은 43건(18.53%), 흡연 30년 이상의 E그룹은 31건(20.94%)로 나타나 흡연력이 증가할수록 관상동맥 석회화의 발생 확률이 증가함을 알 수 있다. 관상동맥 석회화와 폐기종 이외에도 폐렴 및 폐 간질의 이상소견, 종격동 질환도 흡연 기간과의 연관성 분석 결과 $p<0.05$ 로 나타나 흡연 기간에 영향을 받음을 알 수 있었다.

Table 5. Analysis of "S" modifier findings by group

[unit: n(%)]

	A Group	B Group	C Group	D Group	E Group	Total	p value
n	157	201	285	232	148	1,023	
Coronary artery calcification	9 (5.73)	23 (11.44)	39 (13.68)	43 (18.53)	31 (20.94)	145 (14.17)	.000***
Emphysema	4 (2.55)	19 (9.45)	28 (9.82)	57 (24.57)	30 (20.27)	138 (13.49)	.000***
Pneumonia	0 (0.00)	3 (1.49)	2 (0.70)	6 (2.59)	3 (2.02)	14 (1.37)	.017*
pulmonary tuberculosis	0 (0.00)	1 (0.50)	1 (0.35)	1 (0.43)	0 (0.00)	3 (0.29)	.957
Extrapulmonary malignancy	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.86)	1 (0.68)	3 (0.29)	.466
Interstitial lung abnormality	1 (0.64)	8 (3.98)	8 (2.81)	11 (4.74)	16 (10.81)	44 (4.30)	.000***
Large pleural&Pericardial effusion	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.35)	1 (0.43)	0 (0.00)	2 (0.20)	.712
Aneurysmal dilatation of thoracic aorta (≥ 5.5 cm)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.68)	1 (0.10)	.818
Mediastinal lesions	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.35)	1 (0.43)	2 (1.35)	4 (0.39)	.023*
Nonmalignant extrathoracic findings	2 (1.27)	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (1.29)	1 (0.68)	6 (0.59)	.136
Total	16 (10.19)	54(26.86)	80 (28.07)	125 (53.87)	85 (57.43)	360 (35.19)	

*; $p<0.05$, **; $p<0.01$, ***; $p<0.001$

IV. DISCUSSION

의학의 발달과 방사선 장치의 발전으로 방사선

의 이용은 계속 증가하여 왔다. 방사선 이용의 증가는 긍정적인 효과와 함께 방사선 장애를 수반하게 되었으며, 이에 따라 방사선에 대한 방어가 증

요한 과제로 대두되었다^[13]. 임상에서 사용되는 방사선 검사에 대한 선량 한계치는 존재하지 않는다. 하지만 모든 방사선 검사에서는 검사로 인해 환자가 얻을 수 있는 이점과 위험성을 고려하여 정당성과 최적화가 정립되어야 하고 가능한 최소의 방사선으로 최적의 임상 정보를 얻을 수 있도록 하는 ALARA(As Low As Reasonably Achievable)의 원칙이 준수되어야 한다^[14].

저선량 흉부 CT를 1회 검사할 때 노출되는 피폭 선량은 CT 장비와 촬영법에 따라 다를 수 있지만 0.6 - 1.5 mSv 정도이다. PET-CT의 피폭 선량은 약 14mSv이며 지구상의 자연 방사선 연평균 피폭량은 약 2.4 mSv 정도이다^[15]. 따라서 저선량 CT를 이용한 폐암 선별검사는 CT 검사에 대한 정당성과 영상의 최적화를 모두 고려한 검사 방법이라 할 수 있다. 더해서 NLST 연구 결과를 통해 저선량 CT는 가장 효과적인 폐암 선별검사법으로 입증되었다. 그러나 선량의 감소가 영상의 질에 영향을 미친다는 것은 부정할 수 없다. 그러므로 저선량 CT를 이용하기 위해서는 영상의 품질을 저하하지 않는 범위의 알맞은 프로토콜의 사용이 반드시 수반되어야 한다. 그러나 앞서 언급된 오재구, 백상현 등의 연구 결과에서 살펴보았듯이 임상에서 사용되는 저선량 CT의 프로토콜은 매우 다양하며 선량에도 차이가 있다. 따라서 본 연구는 프로토콜로 인한 질적 저하와 특이도, 민감도의 영향을 줄이고자 국가 폐암 검진의 저선량 흉부 CT 관리지침에 따라 CTDIvol 3 mGy 이하로 프로토콜을 설정하고 검사를 진행하였다. 또한 사용된 프로토콜의 유용성을 평가하고자 영상의학과 의사와 10년 이상 CT실에서 근무한 방사선사 각 2명이 영상의 품질에 대한 정성적 평가를 시행하였다. 그 결과 인공물과 관련된 만족도는 20점 만점에 평균 18.48 ± 0.38 이었으며 해상도 및 대조도에 대한 평가는 30점 만점에 평균 26.68 ± 0.71 로 나타났다. 이것은 표준체중 수검자의 X선 유효 선량이 CTDIvol 3 mGy 이하로 설정된 프로토콜에서도 만족도 높은 영상을 얻을 수 있음을 나타낸다.

저선량 CT는 폐암 검진이 주목적이다. 따라서 폐암 이외의 소견을 관찰하고자 할 때는 표준 촬영이

주로 이용된다. 그러나 폐암 검진의 대상군은 흡연량이 많고 흡연 기간이 긴 경우가 다수이므로 흡연과 관련된 여러 가지 질환들에 노출되어 있어 폐암 외 중요 소견들에 대한 민감도 및 특이도 또한 높아야 한다. 따라서 본 연구에서는 적절한 프로토콜을 이용한 저선량 CT에서 확인할 수 있는 폐암 외 중요 소견들을 분석하여 저선량 CT의 검사 범위를 폐암 검진에 제한 두지 않고 유용성이 높은 질환의 범위를 확인하고자 하였다.

본 연구 결과 전체 1,023명의 대상자에서 360건 (35.19%)의 "S" modifier 소견이 나타났다. 이것은 표준 프로토콜을 사용한 저선량 CT는 폐암의 선별 검사뿐 아니라 그 외 질환들에 대한 민감도 또한 높음을 나타낸다. 360건의 "S" modifier 소견 중 145건 (14.17%)에서 관상동맥 석회화를 확인할 수 있었으며 흡연 기간과 관상동맥 석회화의 연관성도 확인할 수 있었다. 그러나 저선량 CT를 이용한 폐암 검진자의 3/4 정도에서 관상동맥 석회화가 발견되었고 검진자의 50.6%와 39.4%에서 각각 폐기종과 기관지 벽 비후가 보였다는 선행연구 결과^[16]와는 차이가 있었으며 폐암 CT 검진자의 1.4~2.0%에서 갑상샘 결절이 발견된다는 선행연구 결과^[17,18]와도 차이가 있었다. 갑상샘 결절의 발견과 관련한 연구 결과에서 차이가 나는 이유는 본 연구를 진행한 기관에서는 저선량 CT의 경우 검사 범위를 폐의 첨부에서 폐 기저부까지 포함하여 검사하는데 이때 갑상샘은 검사 범위에 포함되지 않기 때문에 결과에서 차이가 나타난 것으로 생각된다. 따라서 폐 주변부의 질환들까지 관찰하고자 한다면 적절한 검사 범위의 조정이 필요할 것이다. 관상동맥 석회화 및 폐기종과 기관지 벽 비후가 관찰된 비율이 선행연구와 차이를 보이는 것은 대상자의 범위를 저선량 CT 검사를 시행한 전체 대상자로 선별하여 시행하여 결과의 차이가 나타난 것으로 생각된다. 따라서 폐암의 선별검사와 동일한 대상자로 선정된 추가 연구가 필요하리라 생각된다. 그리고 일반적인 폐 CT에서 발견되는 다양한 "S" modifier 소견과 비교한 정확한 민감도와 특이도의 평가도 추가적으로 필요하리라 사료된다.

V. CONCLUSION

저선량 CT를 이용한 폐암 검진은 그 효과가 입증되면서 활용도가 점차 높아지고 있으며 폐암의 진단 이외에도 다양한 부위에 적용할 수 있도록 연구들이 진행되고 있다. 그러나 특정 질환에 대한 저선량 CT의 유용성은 평가되어 졌으나 포괄적으로 저선량 CT를 통해 관찰 가능한 폐암 외 중요 소견에 대한 연구는 미흡하다. 따라서 본 연구는 환자의 피폭선량 및 영상의 화질에 큰 영향을 미치는 프로토콜이 임상에서 표준화되지 못하고 다양하게 사용되어 화질 및 선량에 영향을 주고 있으므로 이를 보완하고자 하였다. 폐암 검진의 저선량 흉부 CT 관리지침에 따라 CTDIvol 3 mGy 이하로 프로토콜을 설정하여 검사를 진행하였고 프로토콜의 적정성을 평가하기 위하여 화질 평가를 시행하였다. 또한 폐암 검진 대상자들이 폐 결절 이외에도 흡연으로 인한 다양한 질환에 높은 유병율을 나타내는데 중점을 두고 저선량 CT를 통해 높은 빈도로 관찰되는 질환들을 살펴보고자 Lung-RADS의 "S" modifier 소견을 분석하였다. 가장 높은 빈도로 관찰된 소견은 관상동맥 석회화 및 폐기종이며 다음으로 폐 간질의 이상소견의 비율이 높게 나타났다. 이것들은 모두 흡연과 연관성이 높은 질환이며 연구 결과에서도 흡연 기간과 질환의 연관성을 확인할 수 있었다. 그밖에 폐 외의 악성질환이나 악성은 아니나 폐 외에 생기는 질환들이 관찰되기도 하였다. 따라서 표준 프로토콜을 사용한 저선량 CT는 폐암 검진뿐 아니라 폐암 외 질환에서도 유용성이 높은 것으로 판단되며 영상의 품질과 선량을 고려했을 때 석회화 및 폐기종 및 폐 간질 등의 질환에서는 표준 흉부 CT를 대체하는 검사법으로도 이용 가능 할 것으로 생각된다. 다만 저선량 CT와 표준 흉부 CT는 기본적으로 선량의 차이뿐 아니라 검사 범위에서도 차이가 있으므로 갑상샘 등을 관찰하고자 할 때는 검사 범위를 잘 조정해야 할 것으로 사료된다.

Reference

- [1] W. J. Lee, B. S. Choi, Y. S. Park, J. R. Sun, S. H. Bae, "Application of Low-Dose CT for Screening of Lung Disease", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 32, No. 2, pp. 129-140, 2009.
- [2] National Lung Screening Trial Research Team; D. R. Aberle, A. M. Adams, Ch. D. Berg, W. C. Black, J. D. Clapp, R. M. Fagerstrom, I. F. Gareen, C. Gatsonis, P. M. Marcus, J. D. Sicks, "Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening", *The New England journal of medicine*, Vol. 365, No. 5, pp. 395-409, 2011. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1102873>
- [3] H. J. de Koning, C. M. van der Aalst, P. A. de Jong, E. T. Scholten, K. Nackaerts, M. A. Heuvelmans, J. W. J. Lammers, C. Weenink, U. Yousaf-Khan, N. Horeweg, S. van 't Westeinde, M. Prokop, W. P. Mali, F. A. A. Mohamed Hoesein, P. M. A. van Ooijen, J. G. J. V. Aerts, M. A. den Bakker, E. Thunnissen, J. Verschakelen, R. Vliegthart, J. E. Walter, K. ten Haaf, H. J. M. Groen, M. Oudkerk, "Reduced lung-cancer mortality with volume CT screening in a randomized trial", *The New England journal of medicine*, Vol. 382, pp. 503-513, 2020. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1911793>
- [4] Y. Kim, "Evidence of National Lung Cancer Screening Program in Korea", *Korean Journal of Health Promotion*, Vol. 19, No. 4, pp. 161-165, 2019. <https://doi.org/10.15384/kjhp.2019.19.4.161>
- [5] J. T. Lim, J. H. Lee, Y. Kim, H. Y. Kim, J. M. Goo, C. T. Lee, S. H. Jang, W. C. Lee, C. W. Lee, J. Y. An, K. D. Ko, M. K. Lee, K. S. Choi, B. Y. Park, D. H. Lee, "Development of Protocol for Korean Lung Cancer Screening Project (K-LUCAS) to Evaluate Effectiveness and Feasibility to Implement National Cancer Screening Program", *Cancer Research and Treatment*, Vol. 51, No. 4, pp. 1285-1294, 2019. <https://doi.org/10.4143/crt.2018.464>
- [6] W. J. Lee, J. O. Lee, B. S. Choi, "Evaluation of Obstructive Pulmonary Function Impairment Risks in Pulmonary Emphysema Detected by Low-Dose CT: Compared with Simple Digital Radiography", *The Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases*, Vol. 71, No. 1, pp. 37-45, 2011. <https://doi.org/10.4046/trd.2011.71.1.37>

- [7] E. H. Jang, J. S. Sun, D. K. Kang, K. J. Park, K. J. Park, "Emphysema Quantification Using Low Dose Chest CT: Changes in Follow-Up Examinations of Asymptomatic Smokers", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 66, No. 1, pp. 35-42, 2012. <https://doi.org/10.3348/jksr.2012.66.1.35>
- [8] S. H. Yoon, J. H. Hong, E. J. Hwang, H. K. Kim, H. J. Lim, Y. J. Seo, H. Y. Kim, J. M. Goo, "Significant Abnormalities Other than Lung Cancer in Korean Lung Cancer CT Screening", *The Korean Society of Radiology*, Vol. 80, No. 5, pp. 837-848, 2019. <https://doi.org/10.3348/jksr.2019.80.5.837>
- [9] H. Y. Kim, "National Lung Cancer Screening in Korea: Introduction and Imaging Quality Control", *The Korean Society of Radiology*, Vol. 80, No. 5, pp. 826-836, 2019. <https://doi.org/10.3348/jksr.2019.80.5.826>
- [10] J. G. Oh, S. H. Baek, B. S. Kim, J. M. Lee, J. M. Goo, "A Survey of Institutions with Sixteen Detector-Rows or More CT Scanners for the Introduction of National Lung Cancer Screening Program Using Low-Dose Chest CT", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 77, No. 6, pp. 404-411, 2017. <https://doi.org/10.3348/jksr.2017.77.6.404>
- [11] Korean National Cancer Screening Guideline Revision Committee, "The Korean guideline for lung cancer screening (the first draft). Seoul: Korean National Cancer Screening Guideline Revision Committee", 2014.
- [12] Pastorino U, Rossi M, Rosato V, Marchiano A, Sverzellati N, Morosi C, Fabbri A, Galeone C, Negri E, Sozzi G, Pelosi G, La Vecchia C, "Annual or biennial CT screening versus observation in heavy smokers: 5-year results of the MILD trial", *European Journal of Cancer Prevention*, Vol. 21, pp. 308-315, 2012.
- [13] M. G. Lee, C. H. Lim, "Survey of CT Practice and Collective Effective Dose Estimation", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 33, No. 3, pp. 231-237, 2010.
- [14] S. L. Thomas, "Children, computed tomography radiation dose, and the As Low As Reasonably Achievable (ALARA) concept", *Pediatrics*, Vol. 112, No. 4, pp. 971-972, 2003. <http://dx.doi.org/10.1542/peds.112.4.971>
- [15] E. Y. Kang, "Lung cancer screening with low-dose chest computed tomography: recent radiologic advances", *Journal of the Korean Medical Association*, Vol. 58, No. 6, pp. 523-533, 2015. <http://dx.doi.org/10.5124/jkma.2015.58.6.523>
- [16] L. Morgan, H. Choi, M. Reid, A. Khawaja, P. J. Mazzone, "Frequency of Incidental Findings and Subsequent Evaluation in Low-Dose Computed Tomographic Scans for Lung Cancer Screening", *Annals of the American Thoracic Society*, Vol. 14, No. 9, pp. 1450-1456, 2017. <https://doi.org/10.1513/annalsats.201612-1023oc>
- [17] R. MacRedmond, G. McVey, M. Lee, R. W. Costello, D. Kenny, C. Foley, P. M. Logan, "Screening for lung cancer using low dose CT scanning", *Thorax*, Vol. 59, pp. 237-241, 2004. <https://doi.org/10.1136%2Fthx.2004.037580>
- [18] X. V. Nguyen, L. Davies, J. D. Eastwood, J. K. Hoang, "Extrapulmonary findings and malignancies in participants screened with chest CT in the national lung screening trial", *Journal of the American College of Radiology*, Vol. 14, pp. 324-330, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2016.09.044>

“S” modifier를 이용한 저선량 CT의 폐암 외 중요 소견에 대한 민감도 분석

김현진*

가야대학교 방사선학과

요 약

본 연구에서는 2016년 11월부터 폐암 검진 판독 시 판독의 표준화를 위하여 사용되고 있는 Lung-RADS (Lung CT Screening Reporting and Data System)에 기반하여 폐암 이외에 부수적으로 발견되는 “S” modifier 소견들의 종류와 빈도를 분석하고자 하며 이를 통하여 저선량 CT를 통해 얻을 수 있는 폐암 외의 중요 소견들에 대해 살펴보고 저선량 CT의 폐암 외 질환에 대한 유용성을 파악하고자 하였다. 본 연구 결과 전체 1023명의 대상자에서 360건(35.19%)의 “S” modifier 소견이 나타났으며 가장 발생빈도가 높은 질환은 관상동맥 석회화와 폐기종으로 관상동맥 석회화는 145건(14.17%), 폐기종은 138건(13.49%)으로 나타나 다른 소견들에 비해 발견 비율이 매우 높음을 알 수 있다. 또한 흡연 기간과 연관성이 매우 높은 것으로 확인되었는데 관상동맥 석회화의 경우 비흡연자인 A 그룹에서는 발견 비율이 9건(5.73%), 흡연 10년 이내의 B그룹은 23건(11.44%), 흡연 20년 이내의 C 그룹은 39건(13.68%), 흡연 30년 이내의 D그룹은 43건(18.53%), 흡연 30년 이상의 E그룹은 31건(20.94%)로 나타나 흡연력이 증가할수록 관상동맥 석회화의 발생 확률이 증가함을 알 수 있다. 관상동맥 석회화와 폐기종 이외에도 폐렴 및 폐 간질의 이상소견, 중격동 질환도 흡연 기간과의 연관성 분석결과 $p < 0.05$ 로 나타나 흡연 기간에 영향을 받음을 알 수 있다.

중심단어: 저선량 CT, “S” modifier, 폐암외질환

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(단독저자)	김현진	가야대학교 방사선학과	조교수