




Significant Abnormalities Other than Lung Cancer in Korean Lung Cancer CT Screening

국가폐암검진 CT에서의 폐암 외 중요 소견

Soon Ho Yoon, MD^{1*} , Junghee Hong, MD¹, Eui Jin Hwang, MD¹,
 Heekyung Kim, MD², Hyun-ju Lim, MD³, Young Joo Suh, MD⁴,
 Hyae Young Kim, MD³, Jin Mo Goo, MD^{1,5}

¹Department of Radiology, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

²Department of Radiology, Eulji University College of Medicine, Daejeon, Korea

³Department of Diagnostic Radiology, National Cancer Center, Goyang, Korea

⁴Department of Radiology, Research Institute of Radiological Science, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

⁵Institute of Radiation Medicine, Seoul National University Medical Research Center, Seoul, Korea

Received May 7, 2019

Revised June 5, 2019

Accepted June 25, 2019

*Corresponding author

Soon Ho Yoon, MD
 Department of Radiology,
 Seoul National University Hospital,
 Seoul National University
 College of Medicine,
 101 Daehak-ro, Jongno-gu,
 Seoul 03080, Korea.


Tel 82-2-2072-2584

Fax 82-2-743-7418

E-mail yshoka@gmail.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID iD

Soon Ho Yoon 

[https://](https://orcid.org/0000-0002-3700-0165)

orcid.org/0000-0002-3700-0165

A low-dose chest CT is performed for early detection of lung cancer, but the CT scan frequently shows several incidental abnormalities. Identification of the incidental findings may enable early detection of diseases other than lung cancer, thereby improving the survival of the individual undergoing screening. However, insignificant incidental abnormalities may cause unnecessary additional examination and costs. It is crucial for radiologists to appropriately comprehend and report significant incidental abnormalities other than lung cancer for successful implementation of the national lung cancer screening program in Korea.

Index terms Lung Neoplasms; Early Detection of Cancer; Computed Tomography, X-Ray; Incidental Findings

서론

폐암 발생의 위험이 높은 고령의 흡연자에서 저선량 흉부 CT를 이용한 조기 폐암검진이 유용하다는 자료가 대규모 임상 시험을 통해 쌓이고 있다. 2011년 미국 National Lung Screening Trial 연구에서 저선량 흉부 CT 검진 군의 폐암 사망률이 대조군 대비 20% 감소되었고(1), 2018년 네덜란드-벨기에 NELSON 연구에서도 26% 감소되었다고 보고하였다.

이 같은 연구 결과에 따라 세계 각국에서 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암검진을 도입하고 있으며 국내에서도 저선량 흉부 CT를 이용한 국가폐암검진이 2019년 하반기부터 시작될 예정이다.

폐암검진의 대상군은 흡연량이 많은 고령의 검진자로서 폐암 외 폐질환, 심혈관 질환, 폐암 외 악성 신생물의 위험도가 상대적으로 높다. National Lung Screening Trial 검진자들은 폐암(24.1%) 외에도 심혈관 질환(24.8%), 폐암 외 악성 신생물(22.3%), 호흡기 질환(10.4%) 등의 여러 가지 폐암 외 질환들로 사망하였다(1). 폐암검진을 위한 저선량 흉부 CT는 폐 첨부부터 폐 기저부까지의 범위를 촬영하며 폐 이외에도 여러 장기가 포함된다(2). 따라서 폐암 외에도 여러 영상의학적 소견들이 부수적으로 발견될 수 있으며 이러한 소견 중 일부는 임상적으로 의의가 있거나 조치를 필요로 하는 중요한 소견일 수 있다. 실제로 폐암검진 저선량 흉부 CT에서 폐암 외 부수적인 소견이 많게는 79%의 검진자에서 보이며(3), 이 중 7~27% 만이 임상적으로 의의가 있는 중요한 소견으로 알려져 있다(4). 국내에서는 2016년 11월부터 폐암검진 본보기 프로그램인 Korean Lung Cancer Screening (이하 K-LUCAS) 과제 시부터 CT 판독을 Lung CT Screening Reporting and Data System (이하 Lung-RADS)에 기반하여 작성해 왔으며(5), 폐암 외 중요 소견을 “S” modifier로 표기하며 결정에 대한 Lung-RADS category인 0~4 뒤에 S를 붙여서 판독문에 기록하기로 하였다(6).

폐암 외에 동반되는 질환들을 조기에 발견하고 치료한다면 폐암검진자의 질환 이환율 및 사망률을 감소시킬 수 있을 것이다. 다만 폐암 외 부수적으로 발견되는 소견들은 추가적 검사나 진료, 치료를 필요로 하므로 잠재적인 이득과 해에 대한 면밀한 고려가 필요하다(7). 본 종설에서는 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암검진에서 폐암 외에 부수적으로 발견될 수 있는 소견들을 살펴보고 국가 폐암검진에서 사용할 폐암 외의 중요 소견들에 대한 델파이 합의 결과를 소개하고자 한다.

관상동맥 석회화 및 대동맥류

흡연은 심혈관 질환 사망의 주요한 원인 중 하나이며, 55~74세 현재 흡연자는 허혈성 심질환으로 사망할 상대적 위험도가 비흡연자보다 3배 높다. 관상동맥 석회화는 죽상 동맥경화증의 정도를 반영하고, 기존에 사용하는 예측 인자에 추가하여 향후 심혈관 질환 발생을 예측하는 데 도움을 주며(8), 심혈관 질환 사망뿐만 아니라 전 원인 사망률(all-cause mortality) 과도 연관이 있다(9). 관상동맥 석회화는 기본적으로 electrocardiogram (이하 ECG)-gated CT에서 측정하게 되어 있지만 non-ECG gated (혹은 non-triggered) CT에서도 비교적 정확히 측정할 수 있다. 메타분석 보고에 따르면 두 검사 간 카파 일치도는 0.89로 다만 non-ECG gated CT에서 약 9%에서 가음성을 보일 수 있고, 약 19%에서 관상동맥 석회화 정도를 실제보다 낮게 평가할 가능성이 있다(10). 실제로 폐암검진 non-triggered 저선량 흉부 CT에서 관상동맥 석회화를 측정하였을 때 전체 검진자의 3/4 정도에서 관상동맥 석회화가 있었으며, 관상동맥 석회화의 단순한 육안 평가만으로도 향후 심혈관 질환에 의한 사망 및 모든 원인에 의한 사망(all-cause mortality)을 적절히 예측할 수 있었다(11, 12). 관상동맥 석회화를 CT에서 정량화하는 방법은 반자동 방법으로 석회화 정도를 계산하는 Agatston scoring이 가장 정확하나 경증, 중등도, 심한 관상동맥 석회화의 세 단계로 구분하는 육안 평가도 사용할 수 있다(12, 13). 다만 현재 저선량 흉부 CT에서 관상동맥 석회화가 관찰되었을

때 치료를 권고하는 명확한 가이드라인은 없으며 무증상인 경우 순환기 내과 의뢰 및 생활습관 개선, 고지혈증 치료제 복용, 운동부하 검사 등을 권고할 수 있으나 대부분 임상치의 판단에 맡기도록 하고 있다. 현재 북미 영상의학회 폐암검진 레지스트리에서는 중등도 이상의 관상동맥 석회화에 대하여 보고하도록 하고 있다(14).

흉부 대동맥류는 저선량 흉부 CT에서 폐암검진자의 약 0.4~3.4%까지 보일 수 있으며(4), 흉부 대동맥류 및 대동맥 박리는 미국 National Lung Cancer Trial에서 심혈관 질환으로 사망한 검진자 중 약 4%의 사망원인이었다. 대동맥류를 평가하기 위해 대동맥의 직경을 측정할 때는 대동맥 외경을 측정해야 하며 대동맥의 혈류 방향 또는 장축에 수직으로 측정해야 한다(15). 무증상 검진자에서 흉부 대동맥류를 우연히 발견하더라도 현재까지 명확한 권고는 없는 상태이며 치료 시 환자에 대한 이득도 불분명하다(16). 다만 대동맥류에 대한 유전적 질환 또는 가족 증후군이 없는 환자에서 대동맥류의 직경이 5.5 cm 이상인 경우 수술 적응증이 된다(16).

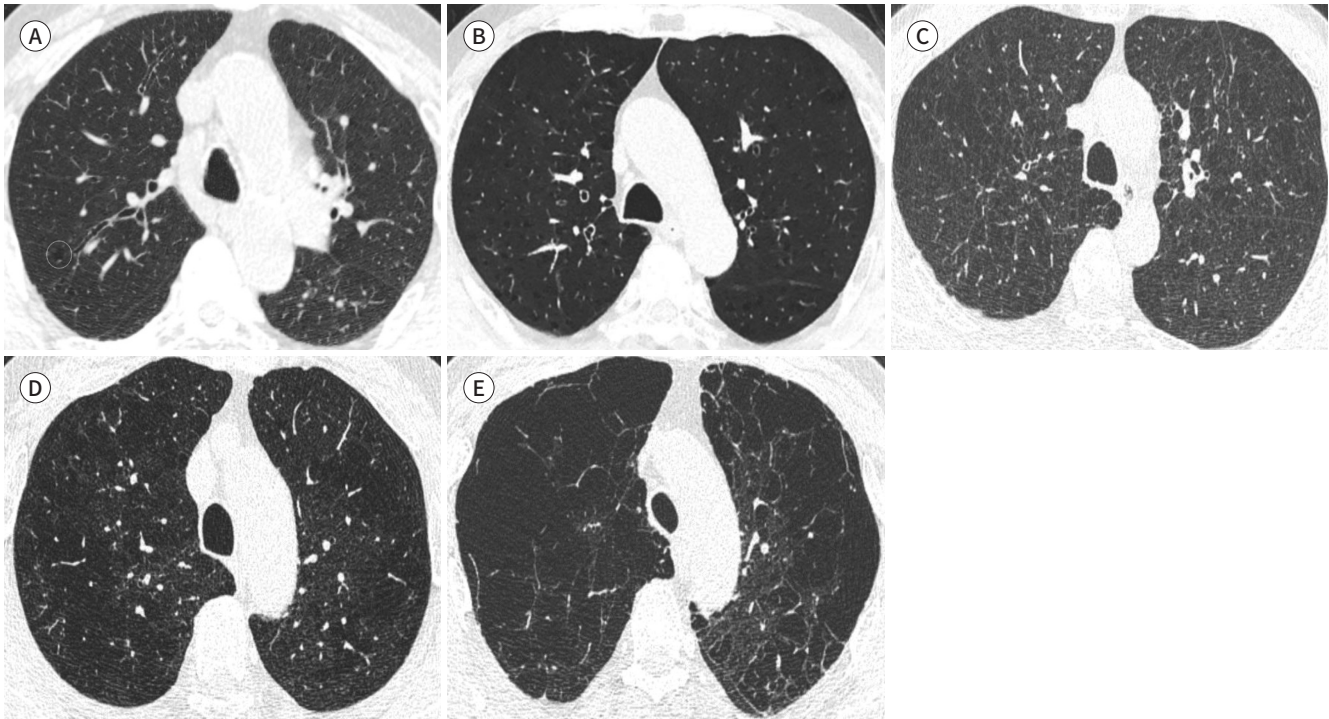
폐기종

흡연은 만성폐색성폐질환(chronic obstructive pulmonary disease; 이하 COPD)의 주원인으로 COPD는 2020년 전 세계 3번째 사망 원인으로 예상되며(17) 2015년 국내 40세 이상 성인의 COPD 유병률은 13.4%이다(18). 또한 COPD는 폐암 발생의 독립적인 위험인자이나(19) 국내에서 상당수의 COPD 환자가 미진단되고 있다(18). COPD는 폐암검진 CT의 흔한 폐암 외 소견이며 CT를 통하여, 무증상 초기 단계에서 COPD를 발견할 수 있다. 이를 뒷받침하는 결과로 폐암검진자의 31.6%가 임상적으로 COPD를 진단받았으나, CT에서는 검진자의 50.6%와 39.4%에서 각각 폐기종과 기관지벽 비후가 보였다는 보고가 있다(20). 폐기종은 표준선량(standard dose) CT에서 연조직 알고리즘(soft tissue algorithm)으로 재구성하였을 때 -950 Hounsfield unit (이하 HU) 기준값을 이용하여 폐기종을 정량화할 수 있다. 그러나 폐암검진 CT의 경우 저선량을 사용하며 다양한 기관지에서 다양한 CT 기기를 사용하므로 특정 HU를 이용하여 표준적으로 정량화하기에 한계가 있다. 흡연자에서 전형적으로 보이는 중심소엽성 폐기종은 육안으로도 정량화할 수 있는데 미량, 경증, 중등도, 융합된, 진행된 중심소엽성 폐기종의 총 다섯 단계로 구분한다(Fig. 1) (21): 미량 중심소엽성 폐기종(trace centrilobular emphysema), 미미한 중심소엽성 음영감소가 폐의 0.5% 미만에서 보이는 경우; 경증 중심소엽성 폐기종(mild centrilobular emphysema), 약간의 중심소엽성 음영감소가 폐의 0.5~5%에 퍼져 보이는 경우; 중등도 중심소엽성 폐기종(moderate centrilobular emphysema), 다수의 중심소엽성 음영감소가 폐의 5% 이상에서 보이는 경우; 융합된 중심소엽성 폐기종(confluent centrilobular emphysema), 여러 개의 중심소엽성 또는 소엽성 음영감소가 융합되어 여러 개의 이차 폐소엽에 걸쳐 보이지만 광범위한 이차 폐소엽의 팽창이나 폐구조 뒤틀림은 보이지 않는 경우; 진행된 중심소엽성 폐기종(advanced centrilobular emphysema), 전체 소엽에 음영감소와 함께 이차 폐소엽의 과팽창 및 폐구조 뒤틀림을 동반하는 경우. 폐기종 여부를 평가할 때 폐 첨부의 미미한 4~5개의 작은 공기 기포는 폐기종으로 간주하지 않아도 된다(21).

폐기종의 조기 발견은 금연을 포함한 조기 처치를 가능하게 함으로써 COPD의 사회, 경제적 부

Fig. 1. Visual grading of emphysema.

- A. Trace centrilobular emphysema (circle), involving less than 0.5% of the lung zone.
- B. Mild centrilobular emphysema, involving 0.5–5.0% of the lung zone.
- C. Moderate centrilobular emphysema, involving over 5% of the lung zone.
- D. Confluent emphysema.
- E. Advanced destructive emphysema with vascular distortion.



담을 감소시킬 가능성이 있다(22). 또한 CT에서 보이는 폐기종은 폐암의 독립적 위험 인자이므로 (23), 폐암검진에서 발견된 결절의 폐암 가능성을 예측하는 데에도 유용하다(24). 다만 CT에서 보이는 기관지 벽 두께의 증가의 경우 COPD의 대표적인 소견이지만 폐암과 큰 관련은 없었으며 (23), 판독자 사이의 변이가 큰 제한점이 있다(25).

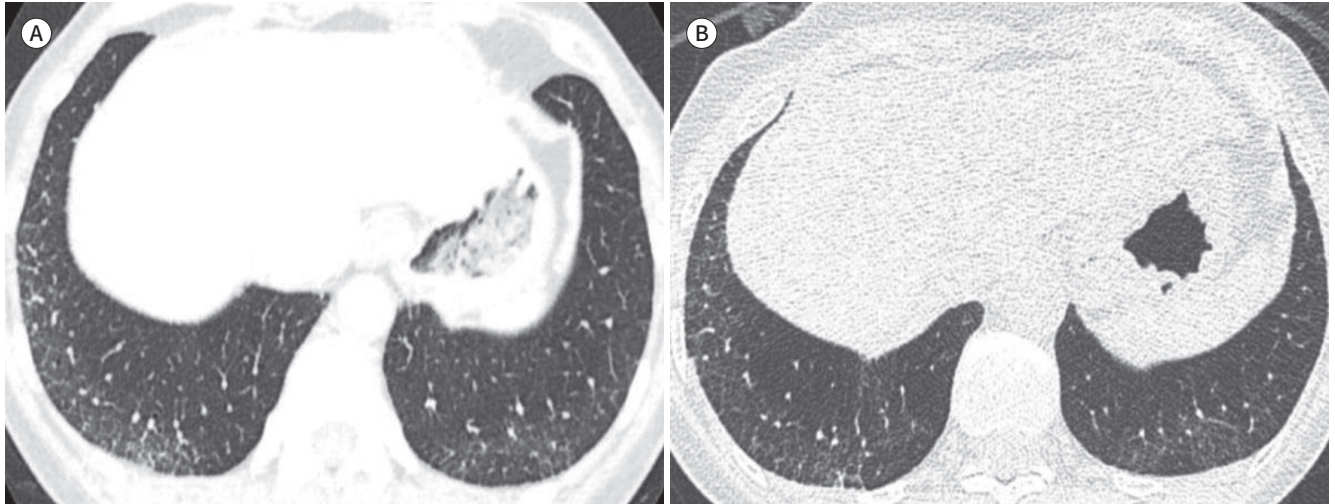
폐 간질의 이상 소견(Interstitial Lung Abnormalities)

흡연은 특발성 폐섬유화증(idiopathic pulmonary fibrosis), 세기관지 간질성 폐렴(respiratory bronchiolitis-associated interstitial lung disease), 박리성 간질성 폐렴(desquamative interstitial pneumonia), 폐기종을 동반한 폐섬유화증(combined pulmonary fibrosis and emphysema)과 같은 다양한 미만성 간질성 폐질환의 위험 인자이다(26). 폐암검진 CT를 시행하는 검진자의 2~10%에서는 경미한 간질성 폐 이상 소견이 보일 수 있으며(Fig. 2), 특히 고령이고 흡연량이 많은 검진자에서 보다 흔하게 보인다(27, 28). 간질성 폐 이상 소견의 정의는 폐의 5% 이상을 침범하는 비중력성(non-dependent) 간유리음영(ground glass opacity), 망상음영(reticulation), 벌집모양음영(honeycombing), 견인성 기관지 확장증(traction bronchiectasis), 미만성의 중심소엽성 결절 및 간유리음영(diffuse centrilobular nodularity with GGO), 비 폐기종성 낭종(nonemphy-

Fig. 2. Representative images of interstitial lung abnormalities.

A. Transverse CT in the supine position shows a mild degree of reticular opacities in the dependent portions of both the lower lobes.

B. Subsequently, transverse CT in the prone position confirms that the reticulations and mild ground-glass opacities, rather than gravity-dependent opacities, indicate a mild degree of interstitial abnormality.



sematous cysts), 또는 구조 왜곡(architectural distortion)을 보이는 경우이다. 간질성 폐 이상 소견을 가진 일부 환자의 경우 만성적인 기침, 호흡곤란을 호소할 수 있으며 운동 능력이나 노력성 폐활량(forced vital capacity)이 정상인에 비해 낮은 경향이 있다(29). 간질성 폐 이상 소견을 가진 환자들을 추적 관찰했을 때 해마다 약 10% 환자에서 영상의학적 소견이 진행할 수 있으며(28), 일부 환자들에서 간질성 폐 질환이 임상적으로 진단되거나 사망률이 증가할 수 있다(30). 최근의 연구 결과들을 종합할 때 간질성 폐 이상 소견은 특발성 폐섬유화증의 초기 병변일 수 있으며, 일부 환자들에서 간질성 폐 이상 소견은 특발성 폐섬유화증으로 진행되는 것으로 추정된다(28).

갑상샘 결절

갑상샘 결절은 흔하게 발견되며 대부분 양성 결절이다(31). 폐암 CT 검진자의 1.4~2.0%에서 갑상샘 결절이 우연히 흉부 CT에서 발견되며(32, 33), 잠재적으로 중요한 소견으로 보고된 갑상샘 결절 중 갑상샘암의 비율은 3~14%로(33, 34), 이는 전체 검진자의 0.05~0.08%에 해당한다(33, 34). 우연히 발견되는 갑상샘암은 대부분 갑상샘 유두암(papillary thyroid cancer)으로 크기가 작고 림프절 전이의 빈도가 낮으며(35), 전반적으로 좋은 예후를 보인다(35, 36). 조영제 주입 없이 촬영되는 비조영 폐암검진 CT에서 갑상샘암과 양성 갑상샘 결절을 구분할 수 있는 확립된 영상의학적 소견은 없다(37). 다만 북미 영상의학회에서는 CT에서 우연히 발견된 갑상샘 결절의 크기가 1.5 cm 이상이고 주변 조직에 침윤 또는 전이 림프절이 의심되는 경우 갑상샘 초음파를 권고하고 있다(37).

전종격동 병변

폐암검진 CT에서 전종격동에 결절성 병변(단경 5 mm 이상의 병변)이 우연히 보일 수 있다. 흉부

CT에서 우연히 발견되는 전종격동 결절성 병변의 유병률은 0.5~0.9%이며(38-40) 연령이 증가할수록 흔하고 흡연력과 발견 빈도는 무관하다. 전종격동 결절성 병변의 크기 중앙값은 1.2~1.8 cm로 대부분 작고 CT 감쇠(attenuation)는 32~43 HU으로 연조직 음영에 해당하여 폐암검진 CT 영상에서는 흉선종과 구분이 불가능하다(39, 40). 그러나 이러한 병변들은 대부분 양성 낭종이며, 특히 크기가 3 cm 이하일 경우 흉선종은 상대적으로 드물다(38, 40). 또한 흉선종이라 하더라도 대부분 전이가 없는 Masaoka-Koga stage I-II의 초기 병변으로 예후가 좋다(40). 우연히 발견되는 전종격동 결절성 병변은 추적관찰과 같이 대부분 보존적으로 관리하는 것이 권고된다(38, 40) 다만 양성 낭종이라 하더라도 추적관찰 CT에서 크기가 커질 수 있고 성장 속도도 흉선종과 구분이 되지 않을 수 있으므로 추적 관찰 CT에서 크기가 증가하더라도 해석에 주의를 요한다(41). 추가검사가 필요할 경우 조영증강 MRI가 도움이 되며(42, 43) 조영증강 CT의 경우 인접한 폐로 돌출이 있거나 조영증강 후 CT 감쇠가 60 HU 이상일 때 흉선종 가능성이 높으나 양성 낭종에서도 약 40%에서 조영증강 전후 10 HU 이상의 위조영증강(pseudoenhancement)을 보일 수 있어 주의를 필요로 한다(44).

종격동 림프절

림프절 비대는 흔히 단경이 1 cm 이상으로 커진 림프절로 정의되며 폐암 CT 검진자의 약 2% 내외에서 4 mm 이상의 폐 결절 없이 우연히 종격동 림프절 비대가 보일 수 있다(45, 46). 우연한 종격동 림프절 비대에 동반될 수 있는 악성 질환은 림프종 또는 전이암이며, 폐암 CT 검진자에서 림프종은 신장암 다음으로 흔하게 발견되는 폐 외 악성 신생물이다(34). 우연히 발견되는 종격동의 림프절 비대는 대개 폐문 림프절을 포함하여 여러 개가 커져 있는 경우가 흔하며, 림프절 비대의 크기는 1.0 cm 내외로 상대적으로 작은 편이다(47). 우연한 림프절 비대를 조직 검사했을 때 반응성 또는 양성 림프절의 빈도가 월등히 높았으며, 악성 림프절의 빈도는 5% 미만이었다(47). 특히 우연히 발견된 림프절 비대가 단경 1.0~1.5 cm 사이일 경우, 악성 림프절의 가능성이 상대적으로 매우 낮아서(48), 북미 영상의학학회에서는 CT에서 우연히 발견된 림프절의 단경이 1.5 cm 이상 일 때 림프절 비대로 정의하도록 권고하고 있다(49).

식도

흡연은 식도암 특히 편평세포 식도암의 위험인자이며(50) 폐암 CT 검진자에서 유병률은 0.02%로 보고되었다(38). 다만 폐암검진 CT는 비조영 CT이며 저선량 CT라서 신호 대비 잡음이 많아 연부조직 평가에 제약이 있으며 식도는 대부분 납작한 상태로 보여 폐암검진 CT에서 식도를 평가하는 것은 제한이 크다.

상복부

상복부의 악성 질환은 대표적으로 신장, 부신, 간과 같은 고형 장기에서 우연히 발견될 수 있다.

이중 신장 종괴의 빈도가 가장 높아 약 2.5% 내외의 검진자에서 신장 병변이 중요한 소견으로 보고 되었으며(4, 33) 폐암 CT 검진자의 0.01~0.15%에서 신장암이 우연히 발견되었다(33, 34, 51). 북미 영상의학회에서는 우연히 발견된 신장 병변의 CT 감쇠가 20 HU를 초과하거나 물에 해당하는 CT 감쇠를 가진 낭종이라 하더라도 격벽이나 두꺼워진 낭종벽, 최소한 이상의 석회화 또는 결절이 보일 때는 신장 CT 또는 MRI를 권고하고 있다(52). 부신 종괴의 경우 폐암 CT 검진자의 약 0.05~2.4%에서 발견될 수 있다(4). 부신은 원발암보다 전이암의 빈도가 높은 장기이며 폐암 CT 검진자 중 원발 또는 전이암이 부신에서 발견된 경우는 0~0.02%로 상대적으로 드물다(33, 34, 51). 북미 영상의학회에서는 암 병력이 있는 환자의 경우 1 cm 또는 암 병력이 없는 환자의 경우 2 cm 이상의 부신 종괴가 우연히 보일 때 부신 CT를 권고하고 있다(53). 간의 경우 우연히 발견되는 이상 소견의 빈도가 검진자의 2.5~9.1%로 상대적으로 높은 편이지만(4, 33), 낭종과 같은 양성 질환이 대부분을 차지한다(3). 북미 영상의학회에서는 1.5 cm 이상의 비낭종 간 병변에 대하여 추가검사를 권고하고 있다(52).

상복부 양성 질환의 경우 신장 결석과 담낭 결석이 포함될 수 있고 한 연구에서 신장 결석이 약 1.6%의 검진자에서 발견되었다(51). 다만 상복부 양성 질환은 일반적으로 임상적으로 중요한 소견으로 분류하지 않는다(54).

국가폐암검진 CT에서 폐암 외 중요 소견: 델파이 합의

국가폐암검진에서 폐암 외 중요 소견인 S-modifier의 항목을 선별하기 위하여 대한흉부영상의학회에 속한 폐암 연구회 회원 및 K-LUCAS에 참여한 병원에 속한 흉부 영상 전문의 15명을 위원으로 하여 2018년 9월 델파이 설문을 진행하였다. 설문에 앞서 S-modifier에 대한 기존 문헌 보고를 정리하여 설문지에 들어갈 폐암 외 중요 소견인 S-modifier 후보 13개 항목을 다음과 같이 정하였고 총 28개의 문항을 구성했다: 13개 항목, 관상동맥 석회화; 폐기종; 폐렴과 활동성 폐결핵; 폐 외 악성 신생물; 폐 간질의 이상 소견; 다량의 흉수 또는 심낭삼출; 흉부 대동맥류(≥ 5.5 cm); 흉막판; 기관지 확장증; 결핵 후유증; 종격동; 흉곽 외 소견; 골 흉곽.

델파이 설문 시 위원들이 참고할 수 있도록 배경지식을 요약하여 함께 회람하였다. 위원들은 폐암 외 중요 소견인 S-modifier 후보 항목에 대하여 폐암검진 CT 판독소견서에서 해당 항목에 대한 기술이 꼭 필요한가를 판단하였으며 소속 병원의 개별적인 상황보다는 국내의 일반적인 상황을 고려해서 판단하도록 안내하였다. 또한 폐암 외 소견을 적극적으로 판독할 경우 폐암검진자에게 도움이 될 수도 있지만, 과도한 추가검사 및 불필요한 비용과 자원이 소모될 수 있음도 함께 안내하였다. 동의 여부에 대한 답변은 1~9점 사이의 9-point Likert scale로 답변하도록 하였으며 7~9점을 동의로 인정하였다. 전체 위원 중 2/3 이상의 동의를 획득하였을 때 해당 문항을 합의된 항목으로 채택하였다. 델파이 설문은 총 2회로 진행되었으며 1차 델파이 설문 시 질문의 변경이나 추가 등 자유로이 의견을 받았으나 2차 델파이 설문 시 자유 의견 없이 1차 델파이 설문에서 미합의된 항목에 대해서 동의 여부를 평가하였다.

델파이 설문 결과 13개 후보 항목 중 총 7개 항목이 폐암 외 중요 소견인 S-modifier로 합의되었

Table 1. Results of the Delphi Surveys for the Korean Lung Cancer CT Screening

	1st Round		2nd Round	
	Agreement (%)	Median Likert Scale	Agreement (%)	Median Likert Scale
Coronary artery calcification				
- It should be the S modifier	71	8.0		
- If not, checkbox is needed	88	9.0		
- It should be visually graded	88	8.0		
If it is the S modifier and visually graded, a cutoff for the positivity is				
- Any grades	18	5.0		
- Moderate to heavy grade	82	8.0	94	8.0
- Heavy grade	71	8.0	38	5.0
Emphysema				
- It should be the S modifier	65	7.0	56	7.0
- If not, checkbox is needed	71	9.0		
- It should be visually graded	59	7.0	69	7.0
If it is the S modifier and visually graded, a cutoff for the positivity is				
- Mild or higher grades	59	7.0	69	7.0
- Moderate or higher grades	59	7.0	50	6.5
- Confluent or higher grades				
Pneumonia and active pulmonary tuberculosis				
- It should be the S modifier	100	9.0		
- If not, checkbox is needed	82	9.0		
Extrapulmonary malignancy				
- It should be the S modifier	100	9.0		
- If not, checkbox is needed	94	9.0		
Interstitial lung abnormality				
- It should be the S modifier	71	7.0		
- If not, checkbox is needed	76	7.0		
Large pleural or pericardial effusion				
- It should be the S modifier	94	8.0		
- If not, checkbox is needed	82	8.0		
Aneurysmal dilatation of thoracic aorta (≥ 5.5 cm)				
- It should be the S modifier	82	8.0		
- If not, checkbox is needed	76	8.0		
A checkbox is needed for other findings such as				
- Pleural plaque	35	5.0	13	4.0
- Bronchiectasis	41	6.0	31	5.0
- Tuberculous sequelae	59	7.0	50	6.5
- Mediastinal lesions	41	6.0	31	5.0
- Nonmalignant extrathoracic findings	29	5.0	13	3.5
- Bony lesions	24	5.0	13	3.5

Table 2. Summary of Significant Abnormalities Other than Lung Cancer in the Korean Lung Cancer CT Screening

Moderate to heavy coronary artery calcification (visual assessment)

Moderate or higher-degree emphysema (visual assessment)

Interstitial lung abnormalities

Pneumonia and active pulmonary tuberculosis

Extrapulmonary malignancy

Thoracic aortic aneurysm ≥ 5.5 cm

Large amount of pleural or pericardial effusion

다(Table 1). 구체적으로 관상동맥 석회화, 폐기종, 간질성 폐 이상, 폐렴과 활동성 폐결핵, 폐 외 악성 신생물, 5.5 cm 이상의 흉부대동맥류, 다량의 흉수 또는 심낭삼출이 CT 판독문에 들어가야 할 폐암 외 중요 소견으로 포함되었으며 관상동맥 석회화 및 폐기종은 육안으로 평가하여 중증도 이상일 때 보고 하도록하였다(Table 2).

결론

2019년 하반기 도입될 국가폐암검진 저선량 흉부 CT 검사는 폐암의 조기 발견 외에도 심혈관 질환 및 만성폐쇄성폐질환으로 대표되는 여러 가지 동반 질환들을 조기 발견할 기회를 제공할 수 있다. 폐암 외에 발견될 수 있는 중요 소견의 의미를 이해하고 적절히 보고함으로써 불필요한 자원의 낭비를 최소화하면서 검진자들에게 최적의 치료 기회를 제공하여 폐암검진 저선량 흉부 CT의 혜택을 최대화할 수 있을 것이다.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

Acknowledgments

This study was supported by a grant from the National R&D Program for Cancer Control, Ministry for Health and Welfare, Korea (1520230).

REFERENCES

1. National Lung Screening Trial Research Team, Aberle DR, Adams AM, Berg CD, Black WC, Clapp JD, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *N Engl J Med* 2011;365:395-409
2. National Lung Screening Trial Research Team, Aberle DR, Berg CD, Black WC, Church TR, Fagerstrom RM, et al. The national lung screening trial: overview and study design. *Radiology* 2011;258:243-253
3. Van de Wiel JC, Wang Y, Xu DM, Van der Zaag-Loonen HJ, Van der Jagt EJ, Van Klaveren RJ, et al. Neglectable benefit of searching for incidental findings in the Dutch-Belgian lung cancer screening trial (NELSON) using low-dose multidetector CT. *Eur Radiol* 2007;17:1474-1482
4. Jacobs PC, Mali WP, Grobbee DE, Van der Graaf Y. Prevalence of incidental findings in computed tomographic screening of the chest: a systematic review. *J Comput Assist Tomogr* 2008;32:214-221
5. Lee JW, Kim HY, Goo JM, Kim EY, Lee SJ, Kim TJ, et al. Radiological report of pilot study for the Korean lung cancer screening (K-LUCAS) project: feasibility of implementing lung imaging reporting and data system. *Korean J Radiol* 2018;19:803-808

6. American College of Radiology. Lung CT screening reporting & data system. Available at: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Reporting-and-Data-Systems/Lung-Rads>. Published Apr 28, 2014. Accessed Apr 25, 2019
7. Kucharczyk MJ, Menezes RJ, McGregor A, Paul NS, Roberts HC. Assessing the impact of incidental findings in a lung cancer screening study by using low-dose computed tomography. *Can Assoc Radiol J* 2011;62:141-145
8. Detrano R, Guerci AD, Carr JJ, Bild DE, Burke G, Folsom AR, et al. Coronary calcium as a predictor of coronary events in four racial or ethnic groups. *N Engl J Med* 2008;358:1336-1345
9. Jacobs PC, Gondrie MJ, Van der Graaf Y, De Koning HJ, Isgum I, Van Ginneken B, et al. Coronary artery calcium can predict all-cause mortality and cardiovascular events on low-dose CT screening for lung cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2012;198:505-511
10. Xie X, Zhao Y, De Bock GH, De Jong PA, Mali WP, Oudkerk M, et al. Validation and prognosis of coronary artery calcium scoring in nontriggered thoracic computed tomography: systematic review and meta-analysis. *Circ Cardiovasc Imaging* 2013;6:514-521
11. Mets OM, Vliegenthart R, Gondrie MJ, Viergever MA, Oudkerk M, De Koning HJ, et al. Lung cancer screening CT-based prediction of cardiovascular events. *JACC Cardiovasc Imaging* 2013;6:899-907
12. Chiles C, Duan F, Gladish GW, Ravenel JG, Baginski SG, Snyder BS, et al. Association of coronary artery calcification and mortality in the national lung screening trial: a comparison of three scoring methods. *Radiology* 2015;276:82-90
13. Hecht H, Blaha MJ, Berman DS, Nasir K, Budoff M, Leipsic J, et al. Clinical indications for coronary artery calcium scoring in asymptomatic patients: expert consensus statement from the society of cardiovascular computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2017;11:157-168
14. Hecht HS, Cronin P, Blaha MJ, Budoff MJ, Kazerooni EA, Narula J, et al. 2016 SCCT/STR guidelines for coronary artery calcium scoring of noncontrast noncardiac chest CT scans: a report of the society of cardiovascular computed tomography and society of thoracic radiology. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2017;11:74-84
15. Greenland P, Alpert JS, Beller GA, Benjamin EJ, Budoff MJ, Fayad ZA, et al. 2010 ACCF/AHA guideline for assessment of cardiovascular risk in asymptomatic adults: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2010;56:e50-103
16. Hiratzka LF, Bakris GL, Beckman JA, Bersin RM, Carr VF, Casey DE Jr, et al. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on practice guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:e27-e129
17. Raherison C, Girodet PO. Epidemiology of COPD. *Eur Respir Rev* 2009;18:213-221
18. Hwang YI, Park YB, Yoo KH. Recent trends in the prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in Korea. *Tuberc Respir Dis (Seoul)* 2017;80:226-229
19. Durham AL, Adcock IM. The relationship between COPD and lung cancer. *Lung Cancer* 2015;90:121-127
20. Morgan L, Choi H, Reid M, Khawaja A, Mazzone PJ. Frequency of incidental findings and subsequent evaluation in low-dose computed tomographic scans for lung cancer screening. *Ann Am Thorac Soc* 2017;14:1450-1456
21. Lynch DA, Austin JH, Hogg JC, Grenier PA, Kauczor HU, Bankier AA, et al. CT-definable subtypes of chronic obstructive pulmonary disease: a statement of the Fleischner society. *Radiology* 2015;277:192-205
22. Sekine Y, Katsura H, Koh E, Hiroshima K, Fujisawa T. Early detection of COPD is important for lung cancer surveillance. *Eur Respir J* 2012;39:1230-1240
23. De Torres JP, Bastarrika G, Wisnivesky JP, Alcaide AB, Campo A, Seijo LM, et al. Assessing the relationship between lung cancer risk and emphysema detected on low-dose CT of the chest. *Chest* 2007;132:1932-1938
24. McWilliams A, Tammemagi MC, Mayo JR, Roberts H, Liu G, Soghrati K, et al. Probability of cancer in pulmonary nodules detected on first screening CT. *N Engl J Med* 2013;369:910-919
25. Little SA, Sproule MW, Cowan MD, Macleod KJ, Robertson M, Love JG, et al. High resolution computed to-

mographic assessment of airway wall thickness in chronic asthma: reproducibility and relationship with lung function and severity. *Thorax* 2002;57:247-253

26. Attili AK, Kazerooni EA, Gross BH, Flaherty KR, Myers JL, Martinez FJ. Smoking-related interstitial lung disease: radiologic-clinical-pathologic correlation. *Radiographics* 2008;28:1383-1396; discussion 1396-1398
27. Jin GY, Lynch D, Chawla A, Garg K, Tammemagi MC, Sahin H, et al. Interstitial lung abnormalities in a CT lung cancer screening population: prevalence and progression rate. *Radiology* 2013;268:563-571
28. Hunninghake GM. Interstitial lung abnormalities: erecting fences in the path towards advanced pulmonary fibrosis. *Thorax* 2019;74:506-511
29. Putman RK, Rosas IO, Hunninghake GM. Genetics and early detection in idiopathic pulmonary fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med* 2014;189:770-778
30. Putman RK, Hatabu H, Araki T, Gudmundsson G, Gao W, Nishino M, et al. Association between interstitial lung abnormalities and all-cause mortality. *JAMA* 2016;315:672-681
31. Dean DS, Gharib H. Epidemiology of thyroid nodules. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2008;22:901-911
32. MacRedmond R, Logan PM, Lee M, Kenny D, Foley C, Costello RW. Screening for lung cancer using low dose CT scanning. *Thorax* 2004;59:237-241
33. Nguyen XV, Davies L, Eastwood JD, Hoang JK. Extrapulmonary findings and malignancies in participants screened with chest CT in the national lung screening trial. *J Am Coll Radiol* 2017;14:324-330
34. Rampinelli C, Preda L, Maniglio M, Sirica L, Travaini LL, Veronesi G, et al. Extrapulmonary malignancies detected at lung cancer screening. *Radiology* 2011;261:293-299
35. Bahl M, Sosa JA, Nelson RC, Esclamado RM, Choudhury KR, Hoang JK. Trends in incidentally identified thyroid cancers over a decade: a retrospective analysis of 2,090 surgical patients. *World J Surg* 2014;38:1312-1317
36. Davies L, Welch HG. Current thyroid cancer trends in the United States. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2014;140:317-322
37. Hoang JK, Langer JE, Middleton WD, Wu CC, Hammers LW, Cronan JJ, et al. Managing incidental thyroid nodules detected on imaging: white paper of the ACR Incidental Thyroid Findings Committee. *J Am Coll Radiol* 2015;12:143-150
38. Henschke CI, Lee IJ, Wu N, Farooqi A, Khan A, Yankelevitz D, et al. CT screening for lung cancer: prevalence and incidence of mediastinal masses. *Radiology* 2006;239:586-590
39. Araki T, Nishino M, Gao W, Dupuis J, Washko GR, Hunninghake GM, et al. Anterior mediastinal masses in the framingham heart study: prevalence and CT image characteristics. *Eur J Radiol Open* 2015;2:26-31
40. Yoon SH, Choi SH, Kang CH, Goo JM. Incidental anterior mediastinal nodular lesions on chest CT in asymptomatic subjects. *J Thorac Oncol* 2018;13:359-366
41. Kim H, Yoon SH, Kim J, Lee KW, Choi YR, Cho H, et al. Growth of thymic epithelial tumors and thymic cysts: differential radiological points. *Thorac Cancer* 2019;10:864-871
42. Carter BW, Okumura M, Detterbeck FC, Marom EM. Approaching the patient with an anterior mediastinal mass: a guide for radiologists. *J Thorac Oncol* 2014;9:S110-S118
43. Hwang EJ, Paek M, Yoon SH, Kim J, Lee HY, Goo JM, et al. Quantitative thoracic magnetic resonance criteria for the differentiation of cysts from solid masses in the anterior mediastinum. *Korean J Radiol* 2019;20:854-861
44. Lee SH, Yoon SH, Nam JG, Kim HJ, Ahn SY, Kim HK, et al. Distinguishing between thymic epithelial tumors and benign cysts via computed tomography. *Korean J Radiol* 2019;20:671-682
45. McKee BJ, Regis SM, McKee AB, Flacke S, Wald C. Performance of ACR lung-RADS in a clinical CT lung screening program. *J Am Coll Radiol* 2016;13:R25-R29
46. Reiter MJ, Nemesure A, Madu E, Reagan L, Plank A. Frequency and distribution of incidental findings deemed appropriate for S modifier designation on low-dose CT in a lung cancer screening program. *Lung Cancer* 2018;120:1-6
47. Stigt JA, Boers JE, Oostdijk AH, Van den Berg JW, Groen HJ. Mediastinal incidentalomas. *J Thorac Oncol* 2011;6:1345-1349
48. Evison M, Crosbie PA, Morris J, Martin J, Barber PV, Booton R. A study of patients with isolated mediastinal and hilar lymphadenopathy undergoing EBUS-TBNA. *BMJ Open Respir Res* 2014;1:e000040
49. Munden RF, Carter BW, Chiles C, MacMahon H, Black WC, Ko JP, et al. Managing incidental findings on thoracic CT: mediastinal and cardiovascular findings. A white paper of the ACR incidental findings committee. *J*

Am Coll Radiol 2018;15:1087-1096

50. Freedman ND, Abnet CC, Leitzmann MF, Mouw T, Subar AF, Hollenbeck AR, et al. A prospective study of tobacco, alcohol, and the risk of esophageal and gastric cancer subtypes. *Am J Epidemiol* 2007;165:1424-1433
51. Swensen SJ, Jett JR, Sloan JA, Midthun DE, Hartman TE, Sykes AM, et al. Screening for lung cancer with low-dose spiral computed tomography. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;165:508-513
52. Berland LL, Silverman SG, Gore RM, Mayo-Smith WW, Megibow AJ, Yee J, et al. Managing incidental findings on abdominal CT: white paper of the ACR incidental findings committee. *J Am Coll Radiol* 2010;7:754-773
53. Mayo-Smith WW, Song JH, Boland GL, Francis IR, Israel GM, Mazzaglia PJ, et al. Management of incidental adrenal masses: a white paper of the ACR incidental findings committee. *J Am Coll Radiol* 2017;14:1038-1044
54. Mazzone PJ, Silvestri GA, Patel S, Kanne JP, Kinsinger LS, Wiener RS, et al. Screening for lung cancer: CHEST guideline and expert panel report. *Chest* 2018;153:954-985

국가폐암검진 CT에서의 폐암 외 중요 소견

윤순호^{1*} · 홍정희¹ · 황의진¹ · 김희경² · 임현주³ · 서영주⁴ · 김혜영³ · 구진모^{1,5}

폐암검진을 위한 저선량 흉부 CT의 목적은 폐암의 조기 발견에 있지만, 여러 가지 부수적인 이상 소견들이 저선량 흉부 CT에서 보일 수 있다. 이로 인해 검진자들에게서 폐암 외 다른 질환이 초기에 발견되기도 하지만 불필요한 추가검사 및 비용이 발생하기도 한다. 국가폐암검진의 성공적인 안착을 위해서는 영상의학과 의사들이 폐암 외 중요한 우연한 소견들을 적절히 이해하고 보고하는 것이 중요하다.

¹서울대학교 의과대학 서울대학교병원 영상의학과, ²을지대학교 의과대학 영상의학교실,

³국립암센터 영상의학과, ⁴연세대학교 의과대학 세브란스병원 영상의학과,

⁵서울대학교 의과대학 의학연구원, 방사선의학연구소