

저선량 흉부 컴퓨터단층촬영을 이용한 폐암 선별검사: 영상의학 측면의 최신지견

강 은 영 | 고려대학교 의과대학 고려대학교구로병원 영상학과

Lung cancer screening with low-dose chest computed tomography: recent radiologic advances

Eun-Young Kang, MD

Department of Radiology, Korea University Guro Hospital, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Lung cancer is the leading cause of cancer-related death worldwide. Most patients are diagnosed with advanced disease, resulting in a poor prognosis. Screening may induce the early detection of lung cancer and early detection of lung cancer may reduce lung cancer-related mortality. Recently, the National Lung Screening Trial has demonstrated that lung cancer screening with low-dose chest computed tomography (LDCT) showed a 20% reduction in lung cancer-related mortality and a 6.7% decrease in all-cause mortality in the US. Based on the results of National Lung Screening Trial, various lung cancer-related societies recommend lung cancer screening using LDCT in asymptomatic populations at high risk based on old age and a heavy smoking history. For effective and responsible lung cancer screening, LDCT should be performed at sites providing high-quality low-radiation exposure computed tomography (CT). LDCT must be performed with multidetector helical CT in a single breath-hold and use adequate technical parameters. CT is interpreted accurately by qualified physicians. And structured reporting and management system should be recommended for high quality reporting and medical outcomes monitoring. Adverse events associated with LDCT screening may include a high detection rate of lung nodules and high false positive results, overdiagnosis, and relatively high radiation exposure. However, lung cancer screening with LDCT can result in more benefits than harms when performed in settings with high quality screening programs.

Key Words: Radiology; Multidetector computed tomography; Pulmonary nodule; Lung neoplasms

서론

현대의학의 지속적인 발전에도 불구하고, 폐암은 여전히 전 세계적으로 높은 암 발생률과 매우 낮은 생존율을 보인

다. 2014년 12월에 발표한 우리나라 2012년 암 통계 자료에 따르면, 폐암 발생률은 남자는 전체 암의 13.7%를 차지하며 위암 대장암에 이어 세 번째이고, 여자는 6.0%를 차지하며 갑상선암, 유방암, 대장암, 위암에 이어 다섯 번째이다. 그러나 암사망은 남자의 경우 폐암이 전체 암 사망의 26.6%를 차지하고 여자의 경우 16.5%를 차지하여 남녀 모두에서 암종별 사망률 1위이다[1]. 폐암은 다른 암과 비교하여 처음 진단될 때 높은 병기가 많은데, 원격전이 상태에서 암을 진단받은 환자분율이 43.2%이고 병기별 생존율도 다른 암과 비교하여 낮다[1]. 병기에 따른 폐암의 5년 상대생존율은 병기가 증가할수록 급격히 낮아진다. 국한 병기의 생존율은 53.9%

Received: February 6, 2015 Accepted: February 20, 2015

Corresponding author: Eun-Young Kang
E-mail: keyrad@korea.ac.kr

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에 이르나, 주위 장기나 인접한 조직 혹은 림프절을 침범한 국소 진행단계인 경우는 29.9%, 원격전이의 병기에서는 5.1%까지 감소하여, 이른 병기에 진단을 받으면 생존율의 이득이 있음을 확인할 수 있다[1]. 즉 국소치료가 가능한 이른 병기의 폐암을 발견하는 것이 폐암환자의 생존율을 증가시키는 효과적인 방법일 수 있다.

폐암을 조기에 발견하기 위한 선별검사법의 개발, 임상 적용, 그리고 그 유효성은 지속적으로 연구하고 있고 논의되어 왔다. 미국에서 진행한 National Lung Screening Trial (NLST)의 30갑년 이상의 흡연력을 가진 무증상의 55-74세 53,454명의 고위험군을 대상으로 한 연구에서 저선량 흉부 컴퓨터단층촬영(computed tomography, CT)을 이용한 폐암 선별검사는 폐암으로 인한 사망률을 감소시킬 수 있다는 획기적인 연구결과를 2011년에 최초로 보고하였다[2]. 이후 폐암과 관련된 단체들에서 폐암 선별검사로써 저선량 흉부 CT 시행에 대한 권고안과 가이드라인을 발표하고 있다. American College of Chest Physicians, American Society of Clinical Oncology, American Thoracic Society, American Association for Thoracic Surgery, American Cancer Society, National Comprehensive Cancer Network에서 고위험군에게 폐암 선별검사로 저선량 흉부 CT를 매년 시행할 것을 권고하였다. 2013년 US Preventive Services Task Force (USPSTF)에서 30갑년 이상의 흡연가 또는 금연한지 15년 이내의 동등한 흡연력을 가진 과거 흡연자인 55-80세의 고위험군에게 폐암 선별검사로 저선량 흉부 CT를 매년 시행할 것을 권고하였다(권고등급 B) [3]. 2014년 American College of Radiology (ACR)는 USPSTF와 National Comprehensive Cancer Network의 권고를 지지하였고, 폐암 선별검사가 효과적으로 시행되기 위해서는 양질의 저선량 CT를 시행할 수 있는 의료기관에서 구조적인 보고와 관리체계를 사용하는 자격을 갖춘 의사에 의해 저선량 CT가 분석되고 관리 받아야 한다고 하였다. 또한 ACR은 ACR CT 인증프로그램과 구조적인 보고와 관리체계 또는 Lung Imaging Reporting and Data System (Lung-RADS) 사용을 기반으로 하는 ACR Lung Cancer Screening Center를 지정하여 환자와 의뢰자 모

두에게 양질의 선별검사와 적절한 후속관리를 제공하고자 하였다[4,5].

폐암 선별검사로써 저선량 흉부 CT 사용의 이득과 위해에 대한 우리나라의 근거는 없다. 그러나 NLST의 긍정적인 연구결과를 바탕으로 2012년 대한흉부영상의학회에서 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암검진에 대한 가이드라인을 대한영상의학회지에 보고하였다. 이는 국내 실정에 적합한 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암검진 표준안을 정립하여 국민건강에 기여하고, 저선량 흉부 CT의 오남용에 의한 국민피해를 방지하는 것을 목적으로 하였다[6]. 2014년 11월에는 대한폐암학회, 대한결핵 및 호흡기학회, 대한흉부외과학회, 대한영상의학회, 대한가정의학회, 대한예방의학회, 국립암센터등 관련 학회들로부터 추천 받은 전문가로 구성된 폐암검진권고안제정위원회에서 폐암검진 권고안(초안)을 발표하였다. 폐암 검진 권고안 제정위원회는 의료인들에게 폐암검진의 표준지침을 제공하고, 폐암 검진의 효과와 위해에 관련된 적절한 정보를 제공하는 것을 목적으로 폐암검진 권고안을 개발하였고, 30갑년 이상의 흡연력이 있는(금연 후 15년이 경과한 과거 흡연자는 제외) 55-74세인 고위험군을 대상으로 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암 선별검사를 매년 시행할 것을 권고하였다(권고등급 B) [7]. 대한영상의학회와 대한흉부영상의학회는 2012년 가이드라인에 이어 폐암 선별검사에서 발견된 폐결절의 정확한 진단, 적절한 치료와 향후 추적관리를 위한 진료지침을 개발 중이며 개정판이 예정되어있다. 또한 대한흉부영상의학회는 폐암 선별검사를 위한 저선량 흉부 CT를 올바르게 촬영하고 성능을 유지 관리하며, 정확하게 판단하고 적절한 후속 관리를 위하여 전문가들을 교육하고 이를 위한 교육자료를 개발 중이다.

폐암 선별검사로 저선량 흉부 CT를 사용하는 이유

폐암 선별검사로써 1970년대 흉부 X선사진과 객담세포검사를 이용한 무작위배정 임상시험이 시행되었으나, 그 결과는 폐암에 의한 사망률 감소를 증명하지 못하였다[8]. 따라

서 흉부 X선사진과 객담세포검사를 폐암 선별검사로 권장하지는 않는다[7,9].

NLST [2], DANTE (Detection and Screening of Early Lung Cancer by Novel Imaging Technology and Molecular Essays) [10], DLCST (Danish Lung Cancer Screening Trial) [11], MILD (Multi-centric Italian Lung Detection) [12] 등 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암 선별검사의 연구결과에서, 저선량 흉부 CT를 선별검사로 시행한 군이 대조군에 비해 공통적으로 조기 폐암을 더 많이 발견하였다. 그 중 미국에서 시행된 NLST는 55-74세의 30갑년 이상의 흡연력을 가진 무증상의 인구를 대상으로 26,722명의 저선량 흉부 CT군과 26,732명의 흉부 후전X선사진 대조군을 무작위 배정하여 1년 간격으로 총 3회의 검사를 실시하여 선별검사의 효과에 대해 비교연구하였다. 폐암 발생률은 저선량 흉부 CT군에서는 연간 인구 10만 명당 645명 흉부 X선사진군에서는 572명, 폐암으로 인한 사망은 저선량 흉부 CT군에서는 연간 인구 10만 명당 247명 흉부 X선사진군에서는 309명으로 계산되어, 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암 선별검사가 흉부 X선사진을 이용한 군에 비해 폐암 사망률을 20% 그리고 전체 사망률을 6.7% 감소시키는 것을 증명하였다[2]. NLST연구 결과는 이전의 흉부 X선사진과 객담세포검사를 이용한 연구들이 증명하지 못하였던 폐암 선별검사의 유효성을 증명한 획기적인 연구결과이었고, 이 연구결과가 발표되면서 세계적으로 폐암 선별검사의 중요성이 대두되고 있다. I-ELCAP (International Early Lung Cancer Action Project)은 다국가에서 31,567명의 무증상의 고위험군을 대상으로 시행된 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암 선별검사 연구에서 484명이 폐암으로 진단되었고, 그 중 412명(85%)이 제1병기이었다. 이 412명 중에서 302명이 진단 후 1개월 이내에 수술적 절제술을 받았고 이들의 10년 생존율은 92%이었다. 반면에 치료받지 않은 8명의 환자는 5년 이내에 모두 사망하였다[13]. 따라서 저선량 흉부 CT를 이용하여 치유 가능한 초기 폐암을 진단하고 이어서 적극적으로 치료하는 것이 폐암으로 인한 사망률을 감소시킬 수 있다고 하겠다. 그러므로 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암의 선별검사가 조기진단을 통해 예후를 개선할 수 있다는 가정이 가능하다.

CT는 흉부 X선사진에 비해 겹쳐 있는 구조물에 의해 폐결절이 가려지는 문제를 대폭 줄일 수 있고 대조도가 매우 우수하므로 폐암의 초기 소견일 수 있는 작은 병변들을 훨씬 더 잘 발견할 수 있다[6]. 또한 저선량 흉부 CT는 진단을 위해 일반적으로 촬영하는 CT에 비해 X선 노출량을 20-25%로 줄였다. 따라서 저선량 흉부 CT는 병변 발견율이 월등한 CT의 장점과 우려하는 X선 노출을 저선량 CT로 일부 극복하였고, 더해서 NLST의 긍정적 연구 결과는 폐암 선별검사로써 저선량 CT의 역할을 증명하였다. 즉 현재까지 폐암을 초기에 발견할 수 있는 폐암 선별검사로써 저선량 흉부 CT가 가장 효과적이고 검증된 방법이다.

저선량 흉부 CT의 프로토콜과 정도 관리

폐암 선별검사를 위한 저선량 흉부 CT 프로토콜은 폐결절을 발견할 수 있는 CT 성능은 최대한 유지하면서 X선 피폭은 최소화하여야 한다[6]. 2012년 대한흉부영상의학회가 제시한 폐암 선별검사를 위한 저선량 흉부 CT 촬영 프로토콜은 NLST와 Society of Thoracic Radiology (STR)의 프로토콜을 참고하였으며 다음과 같다. 경구 또는 정맥 조영제를 사용하지 않으며 환자의 팔을 어깨 위로 올리고 최대 호흡 상태에서 폐첨부에서 폐기저부까지 4채널 이상의 다중검출기 CT를 이용하여 나선식 모드로 촬영한다. 절편 두께는 2.5 mm 이하로 한다. 평균 유효선량은 표준 체중 수검자의 경우 1.5 mSv수준으로 한다. 추적 검사에도 동일한 프로토콜을 사용한다[6,14]. 2014년 11월에 발표한 폐암 검진 권고안(초안)에서는 저선량 흉부 CT는 16채널 이상의 다중검출기 CT를 보유한 의료기관에서 영상의학과 전문의가 상근하는 경우 시행할 것을 권고하였다. 경구나 정맥 조영제는 사용하지 않으며 환자의 팔을 어깨 위로 하고 최대 호흡 상태에서 폐첨부에서 폐기저부까지 촬영한다. 촬영 시간은 한번 숨 참음으로 10초 이내로 한다. 갠트리 회전속도는 0.5 이하, 검출기 조준은 1.5 mm 이하로 한다. 스캔절편 두께는 2.5 mm 이하로 하고 1.5 mm 이하를 선호하며, 절편간격은 절편두께보다 작게 하며 삼차원영상 및 컴퓨터지원진

Table 1. Summary of low-dose chest CT acquisition parameters

CT scanner examination	
Scanner	≥16 channel multidetector CT, helical mode
Contrast medium	No oral and intravenous contrast medium
Positioning	Supine: arms elevated above the head
Respiration	Maximum inspiration, single breath hold
Scan range	Entire lung from the lung apices to the base
kVp	100-120 (BMI ≤30), 120 (BMI >30)
mAs	≤40 (BMI ≤30), ≤60 (BMI >30)
Gantry rotation speed	≤0.5 seconds
Detector collimation	≤1.5 mm
Total radiation exposure	≤1.5 mSv; ≤3 mSv (BMI ≤30), ≤5 mSv (BMI >30)
CT image reconstruction	
Plane	Axial
Section width	≤2.5 mm (≤1.5 mm preferred)
Interval	≤2.5 mm
Algorithm	Standard or high frequency algorithm

Modified from The Korean guideline for lung cancer screening (the first draft). Seoul: Korean National Cancer Screening Guideline Revision Committee; 2014 [7]. CT, computed tomography; BMI, body mass index.

단시스템(computer-aided diagnosis, CAD) 적용을 위해서 50% 중첩을 선호한다. 표준체중인 수검자의 X선 유효선량을 1.5 mSv 이하로 검사할 것을 권고하였다(Table 1)[7,12]. 2014년 ACR과 STR은 공동으로 폐암선별검사를 위한 저선량 흉부 CT 권고안을 개발하였다. 권고안 내용 중 CT검사의 중요한 몇몇 항목들로는 16채널 이상의 다중검출기 CT를 사용하여 촬영하며, 호흡에 의한 움직임이 문제가 되므로 한번 숨 참음 상태에서 촬영하고, 영상재구성은 절편 두께는 2.5 mm 이하(1 mm 이하를 선호)로 하며 때로는 관상면, 시상면, maximum intensity projection 재구성 영상이 도움을 줄 수 있다고 하였다. 표준체중 수검자의 X선 유효선량은 CTDIvol 3 mGy이하로 하며 환자의 체격에 따라 X선 노출을 조절한다[4,15,16].

NLST 연구에서는 CT영상을 촬영하는 방사선사는 미국방사선사협회(American Registry of Radiology Technologist)에서 인증 받은 방사선사로 규정하고 있다[2,17]. 대한흉부영상의학학회에서도 CT 촬영은 방사선사 면허 취득자가 시행하여야 한다고 하였다[6]. 2014년 우리나라 폐암검진 권고안(초안)에서는 CT 촬영은 방사선사 면허 취득자가 시행하며 영상학과 전문의의 감독이 있어야 한다. 또한 흉부영상의학 전문가 집단에서 시행하는 적절한 CT영상 획득방법과

영상의 질, 다양한 흉부 병변의 예와 적절한 판독방법에 대한 교육을 이수할 것을 권고하였다[7].

양질의 저선량 흉부 CT영상을 유지하기 위해서는 정기적인 성능점검이 필요하다. CT 정도 관리에 관련된 국내 규정은 진단용 X선발생장치의 안전관리에 관한 규칙과 특수의료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙이 있다[18]. CT 정도 관리 검사는 영상저장 및 전송체계(Picture Archiving and Communicating System, PACS) 사용 시 총 17개 항목으로 이루어져 있으며, 매일, 매주, 3개월, 6개월, 그리고 1년 주기의 검사로 구분한다. CT 정도 관리 검사의 각 세부항목의 측정 방법은 진단용 X선발생장치의 안전관리에 관한 규칙과 특수의료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙에 명시된 바와 동일하다. 대한영상의학회에서 발간한 특수의료장비 품질관리 길라잡이 중 CT 품질관리 길라잡이를 참고하기 바란다[19]. 저선량 흉부 CT의 정도 관리검사는 CT 정도 관리 검사의 기준에 준해 실시한다[6]. 저선량 CT 검사의 적절한 질이 확보된 상태에서 폐암 선별검사를 실시하는 것은 의무이며 필수사항이다.

저선량 흉부 CT의 판독

1. 판독환경

폐암선별검사를 위한 저선량 흉부 CT에서는 많은 작은 병변들이 발견되므로 이후 이에 대한 불필요한 검사를 방지하고 폐암 조기진단이라는 긍정적인 결과를 유도하기 위해서 정확한 판독이 필수이다[6]. 폐암 선별검사를 위한 저선량 흉부 CT 판독은 PACS 워크스테이션에서 소프트 카피로 판독하며 17인치 이상의 영상학과 판독전용 모니터를 사용할 것을 권장하였다[6,7]. 폐결절의 크기 측정은 1×1 image display로 폐영상창 영상에서 결절의 최대 장경이 보이는 축상면에서 전자자로 장경과 그에 수직인 직경을 측정하여 평균값을 구한다. 연부조직창 영상에서 석회화 여부 등을 판단한다. 필요할 경우 관상면 또는 시상면 재구성 영상을 판독에 참고할 수 있다[6,7]. PACS 워크스테이션에서 CAD를 사용하여 폐결절을 찾고, 폐결절의 크기와 성장속도를 평가하기 위한 결절의 용적측정이 가능하다면 정확한 판독에 도움을 받을 수 있다[15].

2. 판독의

NLST연구는 85% 이상의 검사가 400병상 이상의 대학병원들에서 시행되었고 전문의들에 의해 폐암 진단 및 치료에 대한 종합적인 진료가 이루어질 수 있는 기관에서 시행되었다[2,17]. NLST에서 제시한 판독의의 자격요건은 진단 영상분야와 X선 방어에 대한 수련을 받고, 지난 3년간 최소 300건 이상의 흉부 CT와 연간 최소 200개 이상의 흉부 X선 촬영을 감독하고 판독한 경력이 있으며, ACR기준에 따라 평생의학교육에 참여한 영상의학과 전문의로 규정하고 있다. 대한흉부영상의학회에서는 NLST 연구를 받아들여, 저선량 흉부 CT의 판독은 전문의 자격증을 취득한 영상의학과 전문의가 시행하며 최근 3년간 최소 300건 이상의 흉부 CT와 연간 최소 200개 이상의 흉부 X선사진의 촬영을 감독하고 판독하였던 경력이 있어야 한다고 제시하였다[6]. 우리나라 폐암검진 권고안(초안)에서는 폐암 검진을 위한 저선량 흉부 CT를 판독하는 판독의는 최근 3년간 최소 300건 이상의 흉부 CT를 판독한 경험이 있는 특정한 교육을 이수한 영상의학과 전문의여야하고, 또한 폐암이 의심되는 환자는 다학제 진료가 가능한 종합병원으로 의뢰할 것을 권장하였다[7]. ACR은 ACR Lung Cancer Screening Center 지정을 위해서는 저선량 흉부 CT를 판독하는 의사는 최근 36개월간 최소 200건 이상의 흉부 CT를 판독한 경력을 요구하였다[4].

3. 판독보고

폐암 선별검사를 위한 저선량 흉부 CT의 판독결과를 통일된 판독기준, 용어와 양식을 사용하여 보고한다면, 의료진간 병원간의 의사소통, 진료, 추적검사, 및 향후 연구에 많은 도움이 될 것이다. 대한흉부영상의학회에서는 폐암 선별검사 저선량 흉부 CT를 위한 폐암검진의 판정기준과 한국형 판독양식을 제안하였다[6]. 이는 수정 보완된 개정판이 예정되어 있다. 2014년 ACR-STR에서는 판독결과 보고와 권장 추적방법을 표준화하기 위해 Lung-RADS를 개발하였다. 폐암 선별검사의 판독결과는 Lung-RADS와 같은 구조적 보고체계를 사용하여 보고하여야 하며, 이는 병변의 평가, CT와 병리소견의 연관성, 질적인 향상, 의료성과의 평가를 위해 필요하다 하겠다[15].

저선량 흉부 CT에서 발견된 폐결절과 국소 병변들은 그 해부학적 위치와 CT스캔 내의 영상 위치번호를 기록하여 이전 또는 이후 흉부 CT와의 비교를 용이하게 해주어야 한다. 발견된 폐결절은 크기; 연부조직, 석회화 또는 지방조직들의 밀도; 고형결절, 부분고형결절, 순수간유리결절 등의 결절의 밀도; 매끄러운, 소엽상, 또는 침상 등의 결절 변연부에 대한 기록을 해야 한다[15]. 폐결절은 CT 밀도에 따라 고형결절, 부분고형결절, 순수간유리결절로 구분하며, 고형결절은 내부가 균일하게 연부조직 음영을 보이고, 부분고형결절은 간유리음영과 연부조직 음영을 모두 포함하며, 순수간유리결절은 전체가 간유리음영을 보이는 결절이다(Figure 1).

폐암 선별검사에서는 폐암을 시사하는 폐결절뿐 아니라 다양한 다른 질환들을 부수적으로 발견할 수 있으며, 이는 판독보고서에 포함하여 보고하여야 한다.

저선량 흉부 CT에서 발견된 폐결절의 판정기준과 추적

2012년 대한흉부영상의학회는 선행연구들을 근거로 저선량 흉부 CT에서 발견된 폐결절을 크기, 형태학적 특징, CT 밀도에 따라 폐암 확률을 기준으로 하여 4가지로 분류하였다[6,14,20]. Category 1 결절(양성 결절)은 결절 내에 뚜렷한 지방 혹은 전형적인 양성 석회화를 보이는 경우로, 악성결절의 확률이 거의 없는 결절이다. Category 2 결절(임상적으로 의미가 없는 작은 결절)은 5 mm 미만의 결절로 악성종양의 확률은 0-0.9% 정도로 추정되며 추적검사가 필요하다. Category 3 결절(성장평가가 필요한 규정할 수 없는 결절)은 5-9 mm 크기의 결절로서, 6-28% 정도의 폐암 확률이 있다. Category 4 결절(진단을 내리기 위한 정밀검사가 필요한 악성가능성이 있는 결절)은 10 mm 이상의 결절로 폐암 확률이 33-64% 이상으로 매우 높다[6,20]. 고형부분이 5 mm 초과 부분고형결절은 category 4로 분류하였고, 고형부분이 5 mm 이하인 부분고형결절과 5 mm 초과 순수간유리결절은 category 3로 분류하였다. Category 4에는 폐결절의 성장, CT 밀도 증가, 폐쇄

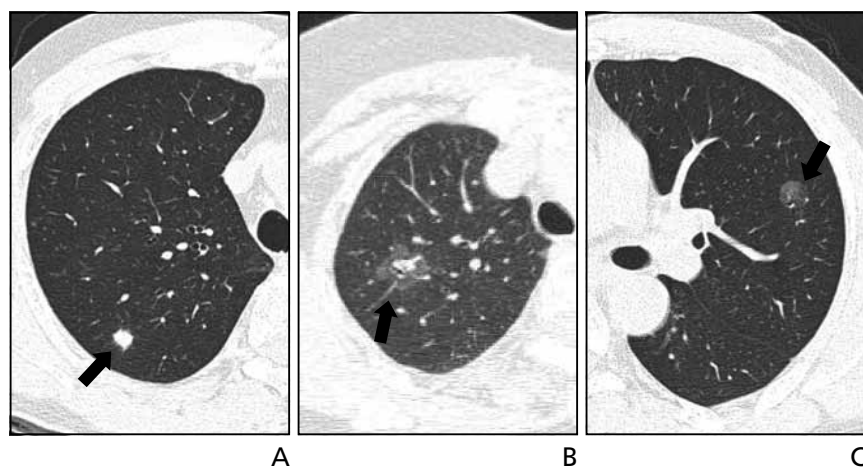


Figure 1. Examples of (A) solid nodule, (B) part-solid nodule, and (C) pure ground glass nodule.

Table 2. Lung-RADS (Lung Imaging Reporting and Data System) version 1.0 by American College of Radiology

Category	Category descriptor	Category	Findings	Management	Probability of malignancy	Estimated population prevalence
Incomplete	-	0	Prior chest CT examination(s) being located for comparison Part or all of lungs cannot be evaluated	Additional lung cancer screening CT images and/or Comparison to prior chest CT examinations is needed	NA	1%
Negative	No nodules and definitely benign nodules	1	No lung nodules Nodule(s) with specific calcifications; complete, central, popcorn, concentric rings and fat containing nodules	Continue annual screening with LDCT in 12 months	<1%	90%
Benign appearance or behavior	Nodules with a very low likelihood of becoming a clinically active cancer due to size or lack of growth	2	Solid nodule(s): <6 mm new <4 mm Part solid nodule(s): <6 mm total diameter on baseline screening Non solid nodule(s) (GGN): <20 mm or ≥ 20 mm and unchanged or slowly growing Category 3 or 4 nodules unchanged for ≥ 3 months			
Probably benign	Probably benign finding(s) – short term follow up suggested; includes nodules with a low likelihood of becoming a clinically active cancer	3	Solid nodule(s): ≥ 6 to <8 mm at baseline or new 4 mm to <6 mm Part solid nodule(s) ≥ 6 mm total diameter with solid component <6 mm or new <6 mm total diameter Non solid nodule(s) (GGN) ≥ 20 mm on baseline CT or new	6 month LDCT	1-2%	5%
Suspicious	Findings for which additional diagnostic testing and / or tissue sampling is recommended	4A	Solid nodule(s): ≥ 8 to <15 mm at baseline or growing <8 mm or new 6 to <8 mm Part solid nodule(s) ≥ 6 mm with solid component ≥ 6 mm to <8 mm or with a new or growing <4 mm solid component Endobronchial nodule	3 month LDCT; PET/CT may be used when there is a ≥ 8 mm solid component	5-15%	2%

(Continuing)

Table 2. (Continued)

Category	Category descriptor	Category	Findings	Management	Probability of malignancy	Estimated population prevalence
Suspicious	Findings for which additional diagnostic testing and / or tissue sampling is recommended	4B	Solid nodule(s) ≥ 15 mm or new or growing and ≥ 8 mm	Chest CT with or without contrast, PET/CT and/or tissue sampling depending on the probability of malignancy and comorbidities. PET/CT may be used when there is a ≥ 8 mm solid component.	>15%	2%
		4X	Part solid nodule(s) with: a solid component ≥ 8 mm or a new or growing ≥ 4 mm solid component			
Other	Clinically significant or Potentially Clinically Significant Findings (non lung cancer)	S	Category 3 or 4 nodules with additional features or imaging findings that increases the suspicion of malignancy	As appropriate to the specific finding	NA	10%
Prior lung cancer	Modifier for patients with a prior diagnosis of lung cancer who return to screening	C	Modifier: may add on to category 0-4 coding	-	-	-

From American College of Radiology. Lung CT screening reporting and data system (Lung-RADS) [Internet]. Reston: American College of Radiology; 2014, according to the Creative Commons license [5].

CT, computed tomography; NA, not applicable; LDCT, low-dose computed tomography; GGN, ground-glass nodule; PET, positron emission tomography.

성 무기폐 등도 포함된다. 폐결절의 성장은 결절의 직경이 작을수록 측정오차의 영향을 많이 받게 되므로 5 mm 이하의 폐결절은 이전 CT와 비교하여 50% 이상의 직경 증가를 보이는 경우, 5–9 mm 폐결절은 30% 이상, 10 mm 이상의 폐결절은 20% 이상의 직경 증가를 보이는 경우, 성장한 것으로 간주하고 category 4에 포함시켰다[6,14]. 폐결절의 category 분류에 따른 추적검사 가이드라인은 다음과 같다[6,14]. Category 1은 특별한 추가검사를 요하지 않는다. Category 2는 1년 후 추적 저선량 CT를 시행하여 폐결절의 성장 유무를 판정한다. Category 3은 2–3개월 후 저선량 CT를 시행하여 폐결절의 성장 유무를 판정하고, 성장하지 않은 경우 다시 한번 6–9개월 후 저선량 CT를 시행하여 폐결절의 성장 유무를 판정한다. 성장하지 않았다면, 1년 후 추적 저선량 CT를 시행하여 결절 성장 여부를 확인한다. Category 4는 악성의 확률이 높으므로 영상의학과, 내과, 흉부외과, 핵의학과, 병리과 전문의들의 종합적인 판단에 근거하여 처치하여야 한다. Category 4의 부분고형결절의 경우 호산구성폐침윤을 포함한 염증성 결절과의 감별을 위해 1–2개월 후 추적검

사를 시행하여 병변의 변화 여부를 확인하여, 상기 과정을 통한 결절의 악성 가능성의 평가가 필요할지 여부를 선별하여야 한다. 고형결절의 경우 2년간의 추적검사에서 변화를 보이지 않으면 폐결절의 직경에 상관없이 category 1으로 간주하여도 좋다. 부분고형결절이나 순수간유리결절은 악성인 경우에도 매우 천천히 자라는 경우가 많으므로 추적검사기간을 제한할 증거는 없다. 대한영상의학회와 대한흉부영상의학회에서는 수정 보완된 개정판이 예정되어 있다.

2014년 ACR에서는 저선량 흉부 CT에서 발견된 폐결절의 일관된 판독과 추적검사를 위해 Lung-RADS version 1.0을 발표하였다(Table 2) [5]. 저선량 흉부 CT의 소견을 category 0–4, S, C로 구분하였다. Category 0는 불충분한 검사로, 비교를 위해 이전 흉부 CT가 필요하거나 전체 또는 일부 폐를 평가할 수 없는 경우이다. Category S는 폐암 이외의 임상적으로 의미가 있거나 있을 수 있는 경우, category C는 폐암의 기왕력이 있는 환자가 다시 선별검사를 시행한 경우이다. Category 1은 음성 결과이고, 폐결절이 없거나 뚜렷한 양성 석회화가 있거나 지방을 포함한 결

절이다. 악성의 확률은 1% 이하이다. Category 2는 양성결절 양상이고, 크기가 작거나 성장하지 않아서 임상적으로 암이 될 가능성이 매우 낮은 결절로, 고형결절인 경우 6 mm 미만 또는 새로이 발견된 4 mm 미만 결절, 6 mm 미만의 부분고형결절, 20 mm 미만 또는 변화가 없거나 서서히 자라는 20 mm 이상의 순수간유리결절, 3개월이상 변화가 없는 category 3, 4 결절로 정의하였다. 악성의 확률은 1% 이하이다. Category 3은 양성일 수 있는 결절로, 짧은 기간 내 추적검사가 추천되고 임상적으로 암이 될 가능성이 낮은 양성결절로, 고형결절인 경우 베이스라인 검사에서 6-8 mm 결절 또는 새로이 발견된 4-6 mm 결절, 부분고형결절은 6 mm 미만의 고형부분을 포함한 6 mm 이상의 결절 또는 새로이 발견된 6 mm 미만 결절, 20 mm 이상의 순수간유리결절로 정의하였고, 악성결절의 확률은 1-2%이다. Category 4는 악성이 의심되는 경우로, 추가적인 진단검사가 필요하거나 조직검사가 추천되는 경우이며, 다시 4A, 4B, 4X로 세분화였다. 4A는 고형결절인 경우는 베이스라인 검사에서 8-15 mm 결절이거나, 성장하는 8 mm 미만 결절, 새로이 발견된 6-8 mm 결절, 부분고형결절은 6 mm 이상의 고형부분을 포함한 6-8 mm 결절 그리고 새로이 발견된 또는 성장하는 4 mm 미만 고형부분을 포함하는 부분고형결절, 그리고 기관지 내 결절을 포함한다. 악성결절의 확률은 5-15%이다. 4B는 15 mm 이상의 고형결절 또는 새로이 발견된 또는 성장하는 8 mm 이상의 고형결절, 고형부분이 8 mm 이상이거나 새로이 발견된 또는 성장하는 4 mm 이상의 고형부분을 갖는 부분고형결절로 정의하며, 악성결절의 확률은 15% 이상이다. 4X는 부수적인 소견을 동반한 category 3, 4 결절이거나 악성이 의심되는 소견을 갖는 경우이다. 폐암 확률이 15% 이상으로 높다. Category 0는 선별검사를 위한 추가적인 CT가 필요하거나 이전 흉부 CT와의 비교가 필요하다. Category 1과 2는 12개월에 저선량 흉부 CT로 지속적인 연간 선별검사가 필요하다. Category 3은 6개월 저선량 흉부 CT를 시행한다. Category 4A는 3개월 저선량 흉부 CT를 시행하며, Category 4B, 4X는 악성 가능성에 따라 흉부CT, PET/CT, 조직검사를 시행한다. 고형부분이 8 mm 이상이면 PET/CT가 유용할 수 있다. 최근 ACR

Lung-RADS를 적용하여 실제 CT 폐암선별검사를 평가할 때 위음성 증례가 증가하지 않으면서 폐암의 양성예측도를 올릴 수 있었다고 보고하였다[21].

폐결절 이외 질환의 추가진단

저선량 흉부 CT에서는 폐암을 시사할 수 있는 폐결절 이외에 다양한 다른 질환들을 부수적으로 발견할 수 있다. 아직까지 우연히 발견된 부수적인 질환들이 어떤 임상적인 의미를 갖는지에 대한 명백한 자료는 없다. NLST연구에서는 폐암을 의심하는 병변은 아니지만 임상적으로 의미 있는 병변을 저선량 CT군에서는 7.5%, 흉부 X선사진군에서는 2.1%에서 발견하였다[2].

폐암을 시사하는 소견은 아니지만 폐렴, 폐결핵, 간질성 폐질환, 폐기종 등 임상적 추적검사를 요하는 폐질환들이 발견되며 이러한 CT 소견들도 보고하여야 한다. 저선량 흉부 CT는 심전도가 결합된 CT가 아니므로 심장박동에 의한 인공물이 있음에도 어렵지 않게 심장이나 관상동맥 석회화를 발견할 수 있다. 폐암 선별검사를 시행하는 흡연가들은 심혈관질환의 위험인자도 높기 때문에 심혈관질환의 지표가 될 수 있는 관상동맥석회화, 심장판막 석회화, 대동맥 석회화, 대동맥류 등도 발견하게 된다[22]. 심한 관상동맥 석회화는 석회화가 발견되지 않은 사람들에 비해 2년 내 사망률이 9배가 높다고 보고되기도 하였다[23]. 실제 짧은 기간 내에는 폐암에 의한 사망률보다 심혈관 질환에 의한 사망률이 높다. 대동맥판막 석회화는 대동맥판막협착증의 중요한 지표가 되며 양적인 평가도 가능하다[22]. 또한 골다공증을 포함한 근골격계 질환까지 다양한 질환들이 부수적으로 발견된다.

저선량 흉부 CT를 이용한 폐암 선별검사의 위해

1. 높은 폐결절 발견율과 높은 위양성 결절

저선량 흉부 CT를 이용한 폐암 선별검사에서의 비석회화 결

절 발견율(양성률)은 발견된 결절을 양성으로 판정하는 기준에 따라 다양하다. 대부분의 연구에서 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암 선별검사는 높은 양성률(20–53%)을 보였다[7]. NLST연구에서 3회 평균해서 저선량 흉부 CT 선별검사 시행군의 양성률은 24.2%이었고, 흉부 X선 시행군의 양성률은 6.9%이었다[2]. 저선량 흉부 CT에서 발견된 암 이외의 양성비석회화 결절을 위양성 결절이라 하고, 대부분의 연구에서 90% 이상의 결절들이 위양성이었다[14,17]. NLST연구에서는 저선량 흉부 CT 선별검사 시행군에서는 96.4% 흉부 X선사진 시행군에서는 94.5%가 위양성이었다[2]. 위양성 결절들은 추가적인 영상검사로 대부분 위양성임을 증명할 수 있으나 일부에서는 침습적인 진단법이 필요하기도 한다. NLST 연구에서는 총 3회의 선별검사에서 양성 검사결과를 보인 경우의 2.5%에서 기관지내시경, 세침조직검사, 흉강경 검사등의 침습적인 진단법이 요구되었다[3]. 즉 폐암 선별검사에서 발견된 비석회화 결절은 이차적 진단에 대한 부담이 있다. 비석회화 결절 중 일부는 진단을 위해 침습적 비수술적 시술을 받아야 하며 이로 인해 합병증이 발생할 수도 있으며 의료비용도 상승한다.

2. 과잉진단

과잉진단은 선별검사를 통해 진단된 암환자 중에는 암의 진단과 치료가 환자의 수명에 영향을 주지 않으나 즉 환자가 발견된 암이 아닌 다른 원인으로 사망할 것인데도 검사를 시행하여 암을 진단하는 경우이다. 폐암은 다양한 생물학적 습성을 보여, 매우 빠르게 성장하고 조기에 전이를 하는 경우도 있지만 반면 매우 느리게 성장해서 환자의 기대 수명에 전혀 영향을 미치지 않을 수 있다. 후자의 경우를 과잉진단의 범주에 포함시킬 수 있다[17,24].

NLST연구에서 저선량 흉부 CT 검사군에서 흉부 X선사진 검사군에 비해 폐암을 더 많이 발견하였으나 이는 질병을 조기에 미리 진단하는 선별검사의 효과일수 있으나 잠재적 과잉진단의 소견일 수도 있다. 저선량 CT에서 발견된 폐암의 18% 이상이 서서히 자라는 폐암이었다. 따라서 저선량 흉부 CT의 위해를 기술할 때는 과잉진단을 염두에 두어야 한다[25]. USPSTF에서는 선별검사서 발견된 암의 10–12%

가 과잉진단이라고 추정하고 있다[3]. 아직까지 매우 천천히 자라는 암과 빠르게 성장하는 치명적인 암을 구분할 수 있는 받아들여진 기준은 없다. 일반적으로 용적배가시간이 400일 이상이면 양성결절로 판단하는 기준을 받아들이기는 하지만, 일정한 두 시점간의 성장 정도가 앞으로의 성장을 예측하기에는 충분하지 않을 수도 있다[26]. 일부 폐암에서는 매우 오랜 기간 성장을 하지 않다가 어느 시점부터는 급격히 성장하는 경우도 있다. 매우 서서히 자라는 결절의 발견 즉 과잉진단을 감소시키기 위해서는 선별검사의 빈도를 줄이거나, 고위험군에 국한해서 선별검사를 시행하거나, 이후 시행하는 다른 검사와 조직검사를 위한 기준을 상향시키는 것이 방법일 수 있다[24,27].

3. X선 과다 노출

저선량 흉부 CT를 1회 검사할 때 노출되는 X선량은 CT 장비와 촬영법에 따라 다를 수 있지만 0.6–1.5 mSv 정도이다. PET-CT의 피폭 X선량은 약 14 mSv이며 지구상의 자연 X선 연평균 피폭량은 약 2.4 mSv 정도이다. NLST에서는 선별검사와 추가적인 진단을 위한 검사까지 고려하여 3년 동안 평균1인당 피폭 X선량을 8 mSv 정도로 추정하였다[17]. X선 위해는 원자폭탄 생존자 및 X선 종사자 노출에 대한 연구에 근거하여 추론하고 있다. 이런 추론에 근거하면 NLST에서는 저선량 흉부 CT 선별검사 받은 사람 2,500명 중 1명이 X선 피폭으로 인한 암 사망 위험이 있는 것으로 추정하였다[17]. 저선량 흉부 CT 선별검사와 추가적인 진단을 위한 검사에 의한 X선 노출은 원자력 발전소 근무자나 원자폭탄 생존자의 노출을 능가할 수 있다. 폐암 선별검사에 의한 폐암발생은 흡연에 의한 폐암발생에 비해 비교적 낮음에도 의미 있는 수의 암이 발생할 수는 있다[28]. 그러나 현재까지 저선량 흉부 CT 선별검사로 인한 암발생 위험에 대해서는 정확히 알려져 있지 않다. 하지만 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암 선별검사는 X선 노출로 인한 추가적인 암 발생의 위험을 넘는 임상적 유용성이 있으며, 폐암 선별검사의 고위험군 대상자가 X선 노출에 의한 암발생에 대한 위협으로 폐암 선별검사를 회피할 필요는 없다[6,29].

결론

2011 년 발표한 미국의 NLST연구 결과에서 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암 선별검사는 폐암사망률과 전체사망률을 감소시킬 수 있다는 높은 수준의 근거를 바탕으로, 우리나라에서는 2012년 대한흉부영상의학회가 처음으로 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암검진에 대한 가이드라인을 제시하였다. 2014년 11월에는 국가암검진권고안제정위원회에 속한 폐암검진 권고안 제정위원회에서 폐암검진 권고안(초안)을 발표하였으며, 30갑년 이상의 흡연력이 있는(금연 후 15년이 경과한 과거 흡연자는 제외) 55-74세인 무증상의 고위험군을 대상으로 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암선별검사를 1년 주기로 매년 시행할 것을 권고하였다(권고등급 B). 폐암 선별검사가 효과적으로 시행되기 위해서는 저선량 흉부 CT는 양질의 프로그램으로 관리되어야 하고, 분야별 전문가에 의해서 시행되고 평가되어야 한다. 향후 우리나라에서 저선량 흉부 CT를 이용한 폐암 선별검사의 근거 자료가 축적되어 추가적인 연구와 가이드라인의 개선이 지속적으로 이루어지길 바라며, 폐암 선별검사를 위한 저선량 흉부 CT가 국민건강에 기여하기를 기원한다.

찾아보기말: 저선량 컴퓨터단층촬영; 흉부 컴퓨터단층촬영; 폐암 선별검사; 폐결절; 영상의학

ORCID

Eun-Young Kang, <http://orcid.org/0000-0002-4848-509X>

REFERENCES

1. Korea Central Cancer Registry. 2012 Statistics on the national cancer registry. Goyang: National Cancer Center; 2014.
2. National Lung Screening Trial Research Team, Aberle DR, Adams AM, Berg CD, Black WC, Clapp JD, Fagerstrom RM, Gareen IF, Gatsonis C, Marcus PM, Sicks JD. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *N Engl J Med* 2011;365:395-409.
3. Moyer VA; US Preventive Services Task Force. Screening for lung cancer: US Preventive Services Task Force recommendation statement. *Ann Intern Med* 2014;160:330-48.
4. Kazerooni EA, Armstrong MR, Amorosa JK, Hernandez D, Liebscher LA, Nath H, McNitt-Gray ME, Stern EJ, Wilcox PA. ACR CT accreditation program and the lung cancer screening program designation. *J Am Coll Radiol* 2015;12:38-42.
5. American College of Radiology. Lung CT screening reporting and data system (Lung-RADS) [Internet]. Reston: American College of Radiology; 2014 [cited 2015 May 19]. Available from: <http://www.acr.org/Quality-Safety/Resources/LungRADS>.
6. Lee HJ, Kim JH, Kim YK, Park CM, Yi CA, Jeong YJ. Korean Society of Thoracic Radiology guideline for lung cancer screening with low-dose CT. *J Korean Soc Radiol* 2012;67:349-365.
7. 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.
8. Manser R, Lethaby A, Irving LB, Stone C, Byrnes G, Abramson MJ, Campbell D. Screening for lung cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;6:CD001991.
9. Detterbeck FC, Mazzone PJ, Naidich DP, Bach PB. Screening for lung cancer: diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed. American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest* 2013;143:e78S-e92S.
10. Infante M, Cavuto S, Lutman FR, Brambilla G, Chiesa G, Ceresoli G, Passera E, Angeli E, Chiarenza M, Aranzulla G, Cariboni U, Errico V, Inzirillo F, Bottoni E, Voulaz E, Allosio M, Destro A, Roncalli M, Santoro A, Ravasi G; DANTE Study Group. A randomized study of lung cancer screening with spiral computed tomography: three-year results from the DANTE trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2009;180:445-453.
11. Saghir Z, Dirksen A, Ashraf H, Bach KS, Brodersen J, Clementsen PF, Dossing M, Hansen H, Kofoed KF, Larsen KR, Mortensen J, Rasmussen JE, Seersholm N, Skov BG, Thorsen H, Tonnesen P, Pedersen JH. CT screening for lung cancer brings forward early disease. The randomised Danish Lung Cancer Screening Trial: status after five annual screening rounds with low-dose CT. *Thorax* 2012;67:296-301.
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. *Eur J Cancer Prev* 2012;21:308-315.
13. International Early Lung Cancer Action Program Investigators, Henschke CI, Yankelevitz DE, Libby DM, Pasmantier MW, Smith JP, Miettinen OS. Survival of patients with stage I lung cancer detected on CT screening. *N Engl J Med* 2006;355:1763-1771.
14. Lee HJ, Kim JH, Kim YK, Park CM, Yi CA, Jeong YJ. Lung cancer screening with low-dose CT: potential benefits and potential harms. *J Korean Soc Thorac Radiol* 2012;1 Suppl: S1-S7.
15. Kazerooni EA, Austin JH, Black WC, Dyer DS, Hazelton TR, Leung AN, McNitt-Gray ME, Munden RE, Pipavath S. ACR-STR practice parameter for the performance and reporting of lung cancer screening thoracic computed tomography (CT): 2014 (Resolution 4). *J Thorac Imaging* 2014;29:310-316.

16. American Association for Physicists in Medicine. CT scan protocols [Internet]. College Park: American Association for Physicists in Medicine [cited 2015 May 19]. Available from: <http://www.aapm.org/pubs/CTProtocols/?tab¼5#CTPanel>.
17. Bach PB, Mirkin JN, Oliver TK, Azzoli CG, Berry DA, Brawley OW, Byers T, Colditz GA, Gould MK, Jett JR, Sabichi AL, Smith-Bindman R, Wood DE, Qaseem A, Detterbeck FC. Benefits and harms of CT screening for lung cancer: a systematic review. *JAMA* 2012;307:2418-2429.
18. Regulations for Installation and Management of Special Medical Equipment, Pub. L. No. 65 (June 27, 2011).
19. Korean Society of Radiology. Guidelines for quality assurance of CT. In: The Korean Society of Radiology. Guidelines for quality assurance of special medical equipment. Seoul: Korean Society of Radiology; 2013. p. 12-28.
20. Wahidi MM, Govert JA, Goudar RK, Gould MK, McCrory DC; American College of Chest Physicians. Evidence for the treatment of patients with pulmonary nodules: when is it lung cancer? ACCP evidence-based clinical practice guidelines (2nd edition). *Chest* 2007;132:94S-107S.
21. 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* 2015;12:273-276.
22. Van Hamersvelt RW, Willemink MJ, Takx RA, Eikendal AL, Budde RP, Leiner T, Mol CP, Isgum I, de Jong PA. Cardiac valve calcifications on low-dose unenhanced ungated chest computed tomography: inter-observer and inter-examination reliability, agreement and variability. *Eur Radiol* 2014;24:1557-1564.
23. Jacobs PC, Prokop M, van der Graaf Y, Gondrie MJ, Janssen KJ, de Koning HJ, Isgum I, van Klaveren RJ, Oudkerk M, van Ginneken B, Mali WP. Comparing coronary artery calcium and thoracic aorta calcium for prediction of all-cause mortality and cardiovascular events on low-dose non-gated computed tomography in a high-risk population of heavy smokers. *Atherosclerosis* 2010;209:455-462.
24. Prokop M. Lung cancer screening: the radiologist's perspective. *Semin Respir Crit Care Med* 2014;35:91-98.
25. Patz EF Jr, Pinsky P, Gatsonis C, Sicks JD, Kramer BS, Tammemagi MC, Chiles C, Black WC, Aberle DR; NLST Overdiagnosis Manuscript Writing Team. Overdiagnosis in low-dose computed tomography screening for lung cancer. *JAMA Intern Med* 2014;174:269-274.
26. Lindell RM, Hartman TE, Swensen SJ, Jett JR, Midthun DE, Mandrekar JN. 5-Year lung cancer screening experience: growth curves of 18 lung cancers compared to histologic type, CT attenuation, stage, survival, and size. *Chest* 2009;136:1586-1595.
27. Esserman LJ, Thompson IM Jr, Reid B. Overdiagnosis and overtreatment in cancer: an opportunity for improvement. *JAMA* 2013;310:797-798.
28. McCunney RJ, Li J. Radiation risks in lung cancer screening programs: a comparison with nuclear industry workers and atomic bomb survivors. *Chest* 2014;145:618-624.
29. Lee SM, Lee HJ. Low-dose CT for lung cancer screening: radiation risk. *J Korean Soc Thorac Radiol* 2012;1 Suppl: S8-S11.

Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 최근 폐암선별검사에 대한 관심이 높아지고 있는 가운데, 폐암선별검사에 대한 의학적 근거와 방법에 대해서 자세히 소개하고 있다. 특히 폐암선별검사의 도구로 사용되는 저선량 흉부 CT의 관리, 촬영방법, 판독기준, 위해 등을 국내외의 방대한 자료를 취합 정리하여 소개하고 있어 실제 임상에서 진료를 수행할 때 참고하는 지침서로서도 손색이 없다고 생각된다.

[정리: 편집위원회]