

건강한 흡연자의 흡기 및 호기 고해상전산화단층촬영 소견¹

박현선 · 광병국 · 최치훈 · 양근명 · 이창준 · 조동일² · 김양수³

목 적 : 건강한 흡연자에 있어서 흡연량에 따른 폐실질의 변화를 흡기와 호기 HRCT를 통해 알아보고자 한다.

대상 및 방법 : 임상력과 폐기능 검사, 단순 흉부 촬영에서 정상 소견을 보인 건강한 27명의 흡연자를 대상으로 20 pack-years를 기준으로 소량(16예)과 다량흡연자(11예)로 나누어 흡기와 호기시 HRCT 촬영을 하였고 이를 흡연력이 없는 25예와 비교하였다. 흡기시 HRCT에서 폐실질의 소결절, 늑막하 소결절, 간유리 음영, 중심소엽성 폐기종, 부중격성 폐기종, 기관지벽의 비후, 기관지확장증, 중격선 등을 관찰하였고 호기시 HRCT에서 공기포획을 관찰하였다.

결 과 : 흡기시 HRCT에서 폐실질 소결절은 비흡연자의 경우에 25예중 1예(4%), 소량흡연자는 16예중 2예(13%), 다량흡연자는 11예중 5예(45%)에서 관찰되었고 늑막하 소결절은 각각 2예(8%), 4예(25%), 2예(18%), 간유리 음영은 각각 0예(0%), 1예(6%), 3예(27%), 중심소엽성 폐기종은 각각 0예(0%), 1예(6%), 3예(27%), 부중격성 폐기종은 각각 3예(12%), 0예(0%), 5예(45%), 기관지벽 비후는 각각 0예(0%), 2예(13%), 1예(9%), 기관지확장증은 각각 0예(0%), 1예(6%), 2예(18%), 중격선은 각각 1예(4%), 4예(25%), 2예(18%) 등이 관찰되었다. 호기시 HRCT에서 공기포획은 비흡연자의 경우에 15예중 0예(0%), 소량흡연자는 12예중 2예(17%), 다량흡연자는 11예중 5예(45%)에서 관찰되었다. 세군간의 비교에 있어서 의미있는 차이를 보인 소견은 폐실질 소결절($P=0.006$), 간유리 음영($P=0.018$), 중심소엽성 폐기종($P=0.018$), 부중격성 폐기종($P=0.005$), 공기포획($P=0.013$) 등이었다.

결 론 : HRCT에서 다량흡연자는 폐실질의 소결절, 간유리 음영, 중심소엽성 폐기종, 부중격성 폐기종, 공기포획 등이 비흡연자 또는 소량흡연자보다 더욱 흔히 관찰되었다.

흡연인에서 담배입자(색소)를 가진 대식세포는 호흡성 세기관지(respiratory bronchiole)에 축적되어 이에 따른 세기관지의 염증성 변화와 섬유화를 일으키게 되며 특히 세기관지의 섬유화는 폐기능 검사에서 소기도 기능장애의 중요한 원인으로 생각되고 있다. 폐의 병리학적인 변화는 초기에 소기도에 염증성 병변을 일으키고 진행하면 기관지의 기종성 변화와 만성 염증성 병변을 일으킨다(1-4).

폐의 병변이 진행된 경우에는 임상력, 폐기능 검사로 폐의 병변을 알 수 있지만, 증상을 나타내기 전에 조기 병리학적 변화를 알아내는 데에는 제한점이 있다. 흡연력이 있는 경우에 HRCT의 폐실질의 변화에 관한 논문이 몇몇 보고되고 있고(5-7), Remy-Jardin 등(5)은 흡연자에서 폐실질의 소결절,

간유리 음영, 기종성 병변 등의 소견을 기술하였다. 하지만 아직 흡기와 호기시의 변화를 동시에 시행한 논문은 없다.

본 연구의 목적은 흡연력이 있는 건강한 성인에 있어서 HRCT소견을 소량흡연자와 다량흡연자로 나누어 알아 보고자 한다.

대상 및 방법

흡연력이 있고, 임상증상이 없거나 경미한 정도의 기침, 가래 또는 1등급 이하의 호흡곤란(0등급=호흡곤란이 없는 경우; 1등급=3층의 계단을 오르거나 힘든 가사일을 하거나 또는 평지에서 1마일 이상을 걷는 등 심한 운동후에 호흡곤란을 느끼는 상태; 2등급=가벼운 가사일이나 1층의 계단을 오를 경우에 호흡곤란을 느끼는 상태; 3등급=평지에서 1 또는 2블록을 걷는 등 가벼운 운동후에 호흡곤란을 느끼는 상태; 4등급=쉬거나

¹국립의료원 진단방사선과

²국립의료원 흉부내과

³중앙대학교 의과대학 진단방사선과

이 논문은 1997년 10월 31일 접수하여 1998년 2월 24일에 채택되었음.

식사 또는 대화시에도 호흡곤란을 느끼는 상태)(8)을 보이며, 단순 흉부 촬영과 폐기능 검사상 정상 소견을 보인 27명의 동의를 얻어 HRCT를 촬영하였다. 과거 흉부 외과적 수술을 받았거나 호흡기 질환을 앓았던 경우는 제외하였다. 모두 남자이었고, 평균 연령은 41.9세(29-73세)이었다. 이를 20 pack-years를 기준으로 할 때, 소량흡연자가 16명이었고 이들의 평균연령은 37.7세(29-73세), 평균 흡연량이 11.7 pack-years(5-20 pack-years)이었고, 다량흡연자는 11명으로 평균연령 47.9세(30-65세), 평균흡연량이 31.0 pack-years(20-60 pack-years)이었다. 대조군으로 건강한 비흡연자 25명의 동의를 얻어 같은 방법으로 검사하였으며, 이들의 평균연령은 37.8세(26-80세)이었고 남녀비는 15:10이었다. 흡기시 HRCT(대조군 25예, 소량흡연자 16예, 다량흡연자 11예)와 호기시 HRCT(대조군 15예, 소량흡연자 12예, 다량흡연자 11예)를 시행하였다.

폐기능 검사는 Sensor Medics 6200 Autobox DL(Sensor Medics, California, USA)을 이용하여 노력성 폐활량(FVC), 1초간 노력성 호기량(FEV1), 1초간 노력성 호기량의 노력성 폐활량에 대한 비(FEV1/FVC), 노력성 호기중간유량(FEF 25-75%), 최고호기유량(PEF), 최대자발성 호흡량(MVV), 총폐용량(TLC), 잔기량(RV), 일산화탄소폐확산능(DLCO), 일산화탄소폐확산능의 폐포환기에 대한 비(DLCO/VA) 등을 조사하였다.

HRCT 기기는 PQ-2000(Picker international, Ohio, USA)를 사용하여 절편두께는 2mm, 절편간격은 20mm, 140kvp, 150mA, matrix 512×512, bone algorithm으로 재구성하였고, 창간격은 1000 HU, 창중심은 -600 HU의 조건으로 폐첨부에서 횡격막 하방 폐저부까지 촬영하였다. 양와위에서 심흡기(deep inspiration)와 심호기(deep expiration)상태에서 시행하였고 조영증강은 하지 않았다.

두 사람의 방사선과 전문의가 환자의 임상소견과 흡연습관을 알지 못한 상태에서 합의하여 판독하였다. 심흡기시 HRCT에

서 a)호흡성 기관지염을 나타내는 폐실질의 소결절(7mm 미만의 원형 음영)(5), b)간질의 탄분증을 나타내는 늑막하 소결절(5), c)폐포에 염증세포의 축적으로 나타날 수 있는 간유리 음영, d)중심소엽성 폐기종, e)부중격성 폐기종, f)기관지 벽의 비후(중심기관지벽: 정상기관지벽보다 2배이상 두꺼워진 경우, 말초기관지벽: 말초부위에 기관지벽이 보이는 경우)(5), g)기관지확장증(기관지내경의 직경이 동반하는 폐동맥의 직경보다 크게 보이거나 기관지가 말초폐야에서 보이는 경우)(9), h)여러개의 간질성 탄분증의 결과로 나타나는 중격선(septal line)(소엽간 중격의 비후)(5), i)심호기시 HRCT에서 소기관지의 협착이나 폐쇄로서 나타날 수 있는 공기포획(하나의 횡단면에서 한쪽 폐야에 25%이상의 공기포획이 있는 경우)(10, 11)이 있는지 알아보았다. 흡연량에 따른 HRCT소견을 바탕으로 세군간의 차이의 의미를 chi-square test로 0.05 유의수준에서 알아보았다.

결 과

비흡연자의 경우 심흡기시 HRCT에서는 폐실질의 소결절은 25예중 1예(4%), 늑막하 소결절은 2예(8%), 부중격성 폐기종은 3예(12%), 중격선은 1예(4%)가 관찰되었으며 간유리 음영, 중심소엽성 폐기종, 기관지벽 비후, 기관지확장증은 보이지 않았고 심호기시 시행한 15예의 HRCT에서 공기포획은 보이지 않았다. 소량흡연자의 경우에는 심흡기시 HRCT에서 폐실질 소결절이 16예중 2예(13%), 늑막하 소결절은 4예(25%), 간유리 음영은 1예(6%), 중심소엽성 폐기종은 1예(6%), 부중격성 폐기종은 0예(0%), 기관지벽 비후는 2예(13%), 기관지확장증은 1예(6%), 중격선은 4예(25%) 등이 관찰되었고 심호기시 HRCT에서는 공기포획이 12예중 2예(17%)가 관찰되었다. 다량흡연자의 경우 심흡기시 HRCT에서 폐실질 소결절이 11예중 5예(45%)(Fig. 1), 늑막하 소결절이 2예(18%), 간유리 음영이 3예(27%)(Fig. 2), 중심소엽성 폐기종이 3예(27%)

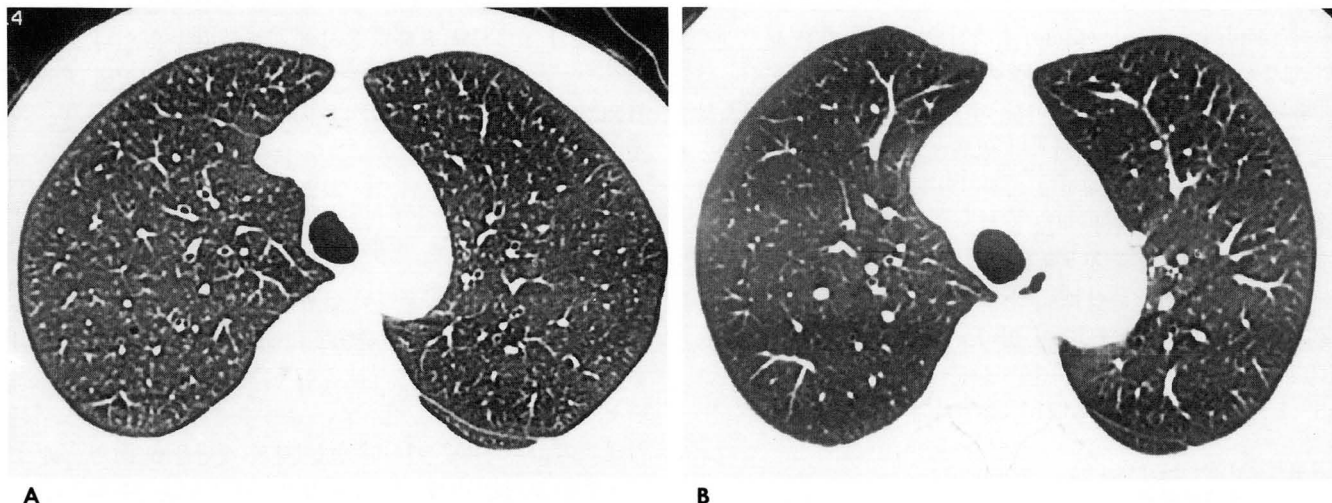


Fig. 1. Micronodules in smoker's lung. Inspiratory HRCT scan of a 32 pack-years smoker (A) demonstrates micronodules in both upper lobe compared with normal findings in nonsmoker's lung(B).

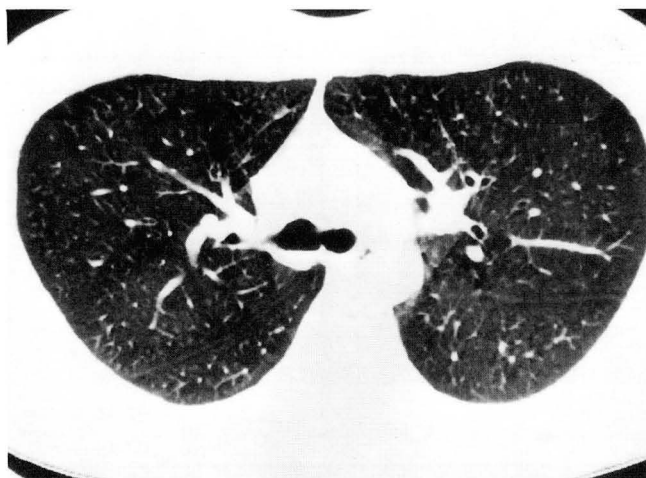


Fig. 2. Ground-glass attenuation in smoker's lung. Inspiratory HRCT scan of a 25 pack-years smoker demonstrates focal distribution of ground-glass attenuation in posterior portion of both upper lobe and superior segment of left lower lobe.



Fig. 3. Centrilobular and paraseptal emphysema in smoker's lung. Inspiratory HRCT scan of a 40 pack-years smoker shows areas of centrilobular and paraseptal emphysema and subpleural micronodules in BUL.

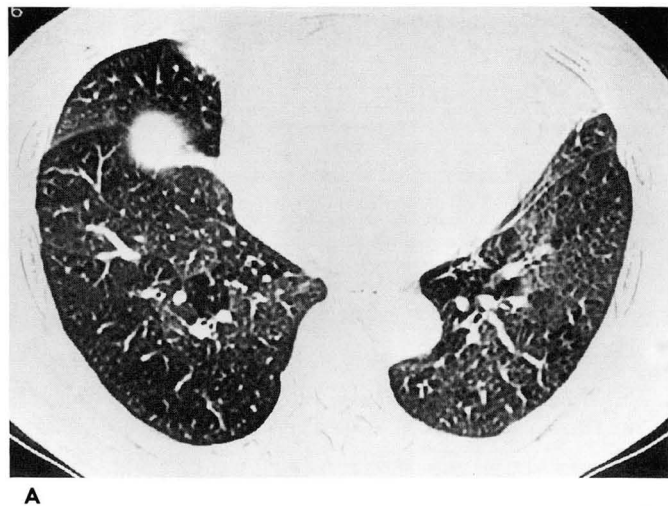


Fig. 4. Air-trapping in smoker's lung. Expiratory HRCT scan (A) of a 38 pack-years smoker demonstrates air-trapping but inspiratory HRCT scan (B) shows normal findings.

%) (Fig. 3), 부중격성 폐기종이 5예(45%) (Fig. 3), 기관지벽 비후가 1예(9%), 기관지확장증은 2예(18%), 중격선은 2예(18%) 등이 관찰되었고 심호기시 HRCT에서 공기포획이 11예중 5예(45%) (Fig. 4)가 관찰되었다. 이러한 HRCT소견을 바탕으로 세군간의 비교에 있어서 의미있는 차이를 보인 소견은 폐 실질 소결절($P=0.006$), 간유리 음영($P=0.018$), 중심소엽성 폐기종($P=0.018$), 부중격성 폐기종($P=0.005$), 공기포획($P=0.013$) 등이었다. 늑막하 소결절($P=0.325$), 기관지벽 비후($P=0.116$), 기관지확장증($P=0.098$), 중격선($P=0.328$) 등의 소견은 세군간에 의미있는 차이를 보이지않았다(Table 1).

고 찰

흡연으로 기관지에 염증성 병변이 있더라도 결합조직에 심한 염증 반응을 일으키지 않는 한 임상 증상을 보이지 않으며 또한 폐기능 검사에서도 만성 폐쇄성 병변의 조기 발견에는 한계가 있다(2, 4). 이런 경우에 HRCT가 유용하다는 보고가 있다(5, 6).

소결절을 7mm이하의 경계가 불분명한 병변으로 정의하였고 낮은 창중심과 좁은 창간격을 이용할 경우 폐의 작은 구조들이 과장되어 소결절의 위양성 결과가 나올 수 있으므로 창간격을 1000HU로, 창중심을 -600HU로 설정하여 촬영하였다. 본 연

Table 1. HRCT Findings in Nonsmokers and Light and Heavy Smokers

	Nonsmokers(n=25)	Smokers(n=27)		P value*
		Light(n=16)	Heavy(n=11)	
Parenchymal micronodules	1(4)	2(13)	5(45)	0.006
Subpleural micronodules	2(8)	4(25)	2(18)	0.325
Ground-glass attenuation	0	1(6)	3(27)	0.018
Centrilobular emphysema	0	1(6)	3(27)	0.018
Paraseptal emphysema	3(12)	0	5(45)	0.005
Bronchial wall thickening	0	2(13)	1(9)	0.116
Bronchiectasis or bronchiolectasis	0	1(6)	2(18)	0.098
Septal line	1(4)	4(25)	2(18)	0.318
Air-trapping on expiration**	0	2(17)	5(45)	0.013

Numbers in parentheses are percentages

*Determined with Chi-square tests,

**Nonsmokers(n=15), light smokers(n=12), heavy smokers(n=11)

구에서는 다량흡연자에서 비흡연자 또는 소량흡연자에 비해 폐 실질질의 소결절을 더욱 흔히 발견하였고 이는 호흡기 질환의 기왕력이나 오염원에 노출된 직업력이 없는 사람에서 흡연에 의한 소기도염과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다. Remy Jardin 등(5)의 보고에서는 폐 실질성 소결절이 흡연력이 없는 경우에는 한 예도 없었으며 흡연력이 있는 경우 27%에서 보였다. 본 연구에서는 비흡연자의 경우 25예중 1예(4%), 소량흡연자의 경우 16예중 2예(12%), 다량흡연자의 경우 11예중 5예(45%)에서 폐 실질질의 소결절을 발견하였고 세군간에 의미있는 차이를 보였다($P=0.006$). 비흡연자의 경우에서 보인 1예는 흡연에 의한 소기관지의 반응이 비특이적 병변으로 다른 소기관지 병변에 의해서도 발생할 수 있으므로(1, 4) 공기 오염에 의한 소기관지염과 단순 탄분증의 경우를 완전히 배제할 수는 없었다.

폐음영은 혈액, 공기 그리고 폐조직의 상대적인 양에 의해 결정되며 따라서 모세혈양이나 공기, 또는 폐간질조직의 변화는 간질음영의 원인이 된다. 흡연자에 있어서 간유리 음영은 주로 폐포와 폐간질을 침범하는 다양한 염증성 병변에 의해서 발생할 수 있다(6). Remy-Jardin 등(5)의 보고에 있어서는 간유리 음영이 비흡연자의 경우에는 한 예도 없었으며 흡연자의 경우 21%에서 보였다. 본 연구에서도 비흡연자의 경우 0예(0%)와 소량흡연자의 1예(6%), 다량흡연자의 3예(27%)에서 간유리 음영을 보였고 세군간에 의미있는 차이($P=0.018$)를 보였다.

흡연과 관계된 폐기종성 병변은 중심소엽성 병변으로 흡연에 의하여 소기관지에 발생한 염증성 변화가 파괴성 병변을 일으켜 중심소엽성 폐기종을 일으키며(1, 4), 본 연구에서도 다량흡연자에서 비흡연자 또는 소량흡연자에 비해 중심소엽성 폐기종성 병변과 부중격성 폐기종성 병변을 더욱 흔히 발견하였다. 이는 폐기종성 병변이 오랜 기간동안의 지속적인 흡연량과 관련이 있다는 Auerbach 등(12)의 보고와 일치하였다.

흡연자에 있어서 근육과 상피, 간질조직의 증가로서 기관지 벽이 두꺼워지거나 기관지확장증의 결과로 나타나며(2) 분석에 있어서는 창중심을 낮게 할 경우 기관지 벽이 과장될 수 있

으므로 적절한 창설정이 중요하다. 본 연구에서는 -600 HU로 설정하여 기관지벽의 비후는 비흡연자의 경우 0예(0%), 소량흡연자는 2예(12%), 다량흡연자는 1예(9%)를 보였고 기관지 확장증은 비흡연자가 0예(0%), 소량흡연자가 1예(6%), 다량흡연자가 2예(18%)로 두가지 소견 모두 흡연자에서만 관찰되었지만 세군간의 의미있는 차이는 없었다(각각 $P=0.116$, 0.998).

호기시 공기포획은 건강한 사람(10), 폐쇄성 폐질환과 소기관지 병변(11)에서 볼 수 있으며 기전은 폐쇄후부의 공기포획과 저산소성 혈관수축에 의하여 발생한다. 정상 성인에서의 공기포획의 기전은 폐탄력성의 부분적 차이와 인접한 폐단위의 움직임과 환기의 상호보완작용으로 발생하므로(13) 정상과 비정상적 공기포획의 차이는 정의가 중요하다. Webb 등(10)은 하나의 횡단면에서 한쪽 폐야의 25%를 기준으로 그 이하는 정상 공기포획, 25% 이상을 비정상 공기포획이라 하였다. 본 연구에서 비흡연자의 경우 15예중 0예(0%), 소량흡연자는 12예중 2예(17%), 다량흡연자는 11예중 5예(45%)에서 호기시 공기포획을 발견하였으며 세군간의 차이에 의미가 있었다($P=0.013$).

본 연구는 첫째, 대상군이 적고 둘째, 공기오염과 같은 환경적인 요인을 고려할 때 다량흡연자의 연령분포가 높으며 셋째, 일부 비흡연자와 소량흡연자에서 호기시 HRCT를 시행하지 않았고 넷째, 병리학적 소견의 병행이 없다는 제한점이 있다. 따라서 더 많은 대상군으로 흡기와 호기시의 HRCT를 시행하고 병리학적인 뒷받침이 필요하겠다.

결론적으로 HRCT에서 다량흡연자는 폐 실질질의 소결절, 간유리 음영, 중심소엽성 폐기종, 부중격성 폐기종, 공기포획 등이 비흡연자 또는 소량흡연자보다 더욱 흔히 관찰되었다.

참 고 문 헌

1. Niewoehner DE, Kleinerman J, Rice DB. Pathologic changes in the peripheral airways of young cigarette smokers. *N Eng J*

- Med* 1974; 291: 755-758
2. Bosken CH, Wiggs BR, Pare PD, Hogg JC. Small airway dimensions in smokers with obstruction to airflow. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142: 563-570
3. Adesina AM, Vallyathan V, McQuillen EN, Weaver SO, Craighead JE. Bronchiolar inflammation and fibrosis associated with smoking: a morphologic cross-sectional population analysis. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 144-149
4. Cosio MG, Hale KA, Niewoehner DE. Morphologic and morphometric effects of prolonged cigarette smoking on the small airways. *Am Rev Respir Dis* 1980; 122: 265-271
5. Remy-Jardin M, Remy J, Boulenguez C, Sobaszek A, Edme JL, Furon D. Morphologic effects of cigarette smoking on airways and pulmonary parenchyma in healthy adult volunteers: CT evaluation and correlation with pulmonary function tests. *Radiology* 1993; 186: 107-115
6. Remy-Jardin M, Remy J, Gosselin B, Becette V, Edme JL. Lung parenchymal changes secondary to cigarette smoking: pathologic-CT correlation. *Radiology* 1993; 186: 643-651
7. Hartman TE, Tazelaar HD, Swensen SJ, Muller NL. Cigarette smoking: CT and pathologic findings of associated pulmonary disease. *RadioGraphics* 1997; 17: 377-390
8. American Thoracic Society. Definition and classification of chronic bronchitis, asthma and pulmonary emphysema: a statement by the Committee on Diagnostic Standard for Non-Tuberculous Respiratory Diseases. *Am Rev Respir Dis* 1962; 85: 762
9. Naidich DP, McCauley DI, Khouri NF, Stitik FP, Siegelman SS. Computed tomography of bronchiectasis. *J Comput Assist Tomogr* 1982; 6: 437-444
10. Webb WR, Stern EJ, Kanth N, Gamsu G. Dynamic pulmonary CT: findings in healthy adult men. *Radiology* 1993; 186: 117-124
11. Stern EJ, Webb WR, Gamsu G. Dynamic quantitative computed tomography: a predictor of pulmonary function in obstructive lung diseases. *Invest Radiol* 1994; 29: 564-569
12. Auerbach O, Hammond EC, Garfinkel L, Benante C. Relationship of smoking and age to emphysema: whole-lung section study. *N Eng J Med* 1972; 286: 853-857
13. Menkes H, Traysman R. State of the art: collateral ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1977; 116: 6287-309

Inspiratory and Expiratory HRCT Findings in Healthy Smokers' Lung¹

Hyeon Seon Park, M.D., Byung Kook Kwak, M.D., Chi Hoon Choi, M.D.
Keun Mung Yang, M.D., Chang Joon Lee, M.D., Dong Il Joo, M.D.², Yang Soo Kim, M.D.³

¹Department of Diagnostic Radiology, National Medical Center

²Department of Chest Medicine, National Medical Center

³Department of Diagnostic Radiology, Medical College, ChungAng University

Purpose: To evaluate the lung changes in healthy smokers, as seen on inspiratory and expiratory high-resolution computed tomography(HRCT).

Material and methods: Twenty-seven healthy smokers (light smokers, below 20 pack-years, n=16; heavy smokers, above 20 pack-years, n=11) and 25 nonsmokers underwent inspiratory and expiratory HRCT. All healthy smokers had normal pulmonary function and chest radiography. Parenchymal and subpleural micronodules, ground-glass attenuation, centrilobular and paraseptal emphysema, bronchial wall thickening, bronchiectasis and septal line were evaluated on inspiratory scan and by air-trapping on expiratory scan.

Results: On inspiratory scan, parenchymal micronodules were observed in one of 25 nonsmokers (4%), two of 16 light smokers(13%) and five of 11 heavy smokers(45%); subpleural micronodules in two(8%), four(25%), two(18%); ground-glass attenuation in 0(0%), one(6%), three(27%); centrilobular emphysema in 0(0%), one(6%), three(27%); paraseptal emphysema in three(12%), 0(0%), five(45%); bronchial wall thickening in 0(0%), two(13%), one(9%), bronchiectasis in 0(0%), one(6%) two(18%) and septal line in one(4%), four(25%), two(18%). On expiratory scan, air-trapping was detected in 0 of 15 nonsmokers(0%), two of 17 light smokers(12%), and five of 11 heavy smokers (45%). Statistically significant differences between these three groups were found in parenchymal micronodules(P=0.006), ground-glass attenuation(P=0.008), centrilobular emphysema(P=0.018), paraseptal emphysema(P=0.005) and air-trapping(P=0.013) between these three groups.

Conclusion: According to the findings of HRCT, heavy smokers had higher frequency of parenchymal micronodules, ground-glass attenuation, centrilobular and paraseptal emphysema, and air-trapping than nonsmokers and light smokers.

Index words: Bronchiolitis

Computed tomography(CT), high-resolution

Emphysema, pulmonary

Lung, CT

Lung, diseases

Address reprint requests to: Hyeon Seon Park, M.D., Department of Diagnostic Radiology, National Medical Center, 6Ga, Eulchi-Ro Choong-Gu, Seoul, 100-196, Korea Tel. 82-2-265-9141