

□ 중 설 □

흉부질환의 CT진단

서울대학교 의과대학 방사선과학교실

임 정 기

CT in Chest Diseases

Jung-Gi Im, M.D.

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

서 론

흉부질환의 방사선학적 진단에 있어서 가장 기본적인 면서도 중요한 검사법은 단순흉부 X선이다. 흉부질환에 있어서 CT의 이용은 초창기라 할수 있는 70년대 말 및 80년대 초반에는 CT가 갖는 장점인 단면영상(cross sectional image)과 높은 대조해상력(contrast resolution)을 이용하여 주로 종격동종양의 진단이나 늑막질환과 폐질환의 감별에 사용되는 정도로 그 이용은 제한적이었다. 그 이유는 당시의 CT는 주사시간(scanning time)이 길고 화소(pixel)의 크기가 커서 결과적으로 영상의 선예도(sharpness)가 떨어져 폐실질 질환에는 이용가치가 적었기 때문이다.

그러나, 그 이후로 전술된 바 있는 기술적 요인들이 개선되면서 영상의 질 또한 발전되어 종격동이나 늑막질환 뿐 아니라 폐실질 질환에서도 광범위하게 사용되고 있다. 특히, 80년대 후반 이후로 고해상 CT(high-resolution CT)의 임상 이용이 활발하여짐에 따라 폐실질 질환 특히, 방사선학적 진단의 난제이었던 미만성 폐질환의 형태학적 이해와 진단에 획기적인 발전을 하게 되었다.

이 symposium에서는 고식적 CT와 고해상 CT의 촬영영상의 기술적인 면에서의 차이점, 임상적 적응증의 차이에 관하여 토의하고, 후반에는 고해상 CT의 판독에 요구되는 해부학, 미만성 폐질환에 있어서 고해상 CT의 이용 및 혼한 질환의 전형적 소견에 관하여 토의하고자 한다.

고식적 CT(Conventional CT)와 고해상 CT의 차이

고식적 CT는 현재 대부분의 흉부질환의 진단 및 폐암의 병기결정에서 사용되고 있는 방법으로서, 대개 스캔의 절편 두께를 10 mm로 하여 폐첨부에서부터 간의 상부까지 스캔사이에 간격(gap) 없이 스캔하여 영상을 얻게되며 조영제를 주입하여 정상적 혈관이나 병변중 혈관도가 높은 부위를 밝게 조영하여 대조도를 극대화한다. 이 방법은 종격동 림프절 확대여부 및 종괴의 종격동이나 흉벽침습 등은 물론 원발성 종격동종양, 늑막질환 및 혈관질환의 진단에 유용하다.

고식적 CT는 대조도를 극대화하는 방법이라 하면, 고해상 CT는 해상력을 극대화하는 방법이다. 이를 위하여 스캔절편의 두께를 1~1.5 mm 정도로 얇게하여 영상중첩효과(partial volume averaging)을 최소화하고, 영상 재구성시 해상력을 극대화하는 algorithm을 사용하게 된다¹⁾.

고해상 CT는 스캔 사이사이에 간격을 두게되므로 이 간격에 해당하는 폐는 영상화가 되지 않으나 미만성 폐질환의 진단에는 이러한 점이 문제가 되지 않으며, 또한 대조도의 문제도 폐 자체가 갖는 내재적 대조도(natural contrast)가 있으므로 문제되지 아니한다.

고식적 CT 판독의 기본

고식적 CT에서는 종격동등 연조직이 잘 보이도록 하

는 영상(mediastinal window setting: window width 400 HU, level -10 HU)이 추가되며, 폐가 잘 보이도록 하는 영상(lung window setting: width 1500 HU, level -700 HU)은 연조직 중심영상에 비하여 그 중요성이 낮다.

흉부질환의 진단에 있어서 CT의 목적은 크게 1) 병변의 발견 2) 병변의 위치결정 3) 병변의 특성화 4) 악성종양의 병기결정 등이다. 조영제 주입은 고식적 CT 검사에 있어서 중요한 한 부분이며, 특히 병변의 특성화 및 폐암의 병기결정에 있어서 필요하다.

병변의 발견은 종격동이나 폐내에 정상 구조물 이외의 음영이 있음을 인지함으로써 하게되며, 병변의 위치결정은 폐, 늑막, 종격동 혹은 흉벽 병변을 감별하는 것으

로 늑막을 중심으로 이의 내측 혹은 외측을 구분하는 과정이 기본이 된다. 병변의 특성화는 병변의 위치, 모양, 조영증강의 정도, 다발성 여부, 동반된 타병소 등을 종합하여 이르게 된다. 폐암의 병기결정은 종격동 림프절 전이는 림프절의 크기가 장경 1.5 cm 이상일 경우 전이의 가능성이 높으며, 종격동이나 흉벽침습 여부는 지방층(fat plane)의 소실, 늑골파괴, 종괴의 늑막밖으로의 성장 등을 관찰함으로써 판단하게 된다.

폐질환에 있어서 고해상 CT

미만성 폐질환의 진단에 있어서 단분홍부 X선은 전폐야를 한장의 사진에 보여주고 반복적 추적검사가 가능하

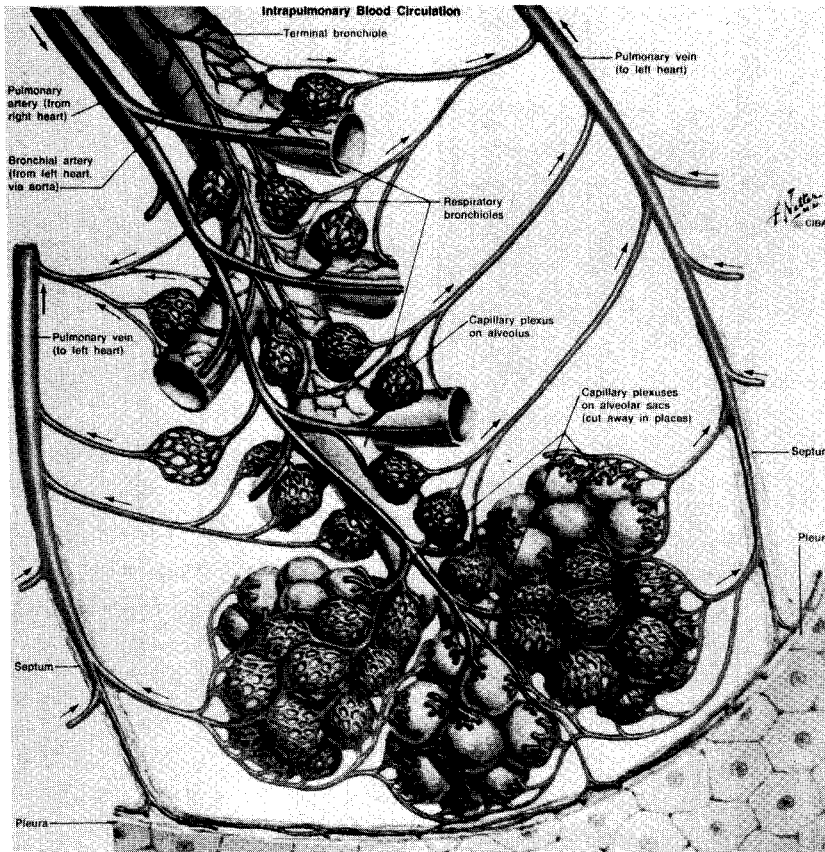


Fig. 1. Schematic diagram of the secondary pulmonary lobule.

Central portion of the lobule is occupied by bronchioles and accompanying pulmonary artery. The lobule is outlined by interlobular septa which contain branches of pulmonary vein. The lymphatics run along the interlobular septa and centrilobular bronchovascular bundle.

다는 장점이 있으나, 반면 CT에 비하여 대조 해상력이 낮고 또한 단면영상이 아닌 투사되어 중첩된 영상이라는 단점을 지닌다. 낮은 대조해상력은 미만성 폐질환의 진단에 높은 위음성율(false negative rate)을 나타내게 되며 Epler 등²⁾은 10%, Gansler 등³⁾은 16%로 보고한 바 있다. 단순흉부 X선이 중첩영상이라는 특성은 결과적으로 진단특이도의 감소로 나타나 Mathieson 등⁴⁾에 의하면 단순흉부 X선상 미만성 폐질환의 특이적 진단율은 57%로 보고하고 있다. 이에 비하여 고해상 CT에서는 76%에서 특이적 진단을 보여 무려 19%의 진단 정확성의 상승을 보이고 있다.

1. 해부학

폐는 직경 1~2.5 cm 크기의 제 2소엽의 합으로 구성되어 있으며, 이 제 2소엽은 고해상 CT상 영상화가 가



Fig. 2. A 65-year-old female with lymphangitic carcinomatosis from stomach cancer. High-resolution CT scan obtained at the level of right lower lobe shows prominent centrilobular core structure (curved arrow) and irregular thickening of the interlobular septa (straight arrows).

능한 구조물로서 영상 판독시 기본이 된다. 제 2소엽의 중앙부에는 기관지 및 폐동맥이 주행하고 있다. 림프관은 소엽의 중심부 그리고 소엽 중격내에 위치하게 된다 (Fig. 1). 이와같은 해부학의 중요성은 병변의 파급이 air-way를 따른 것인지 아니면 혈행성 혹은 림프행성 파급인지를 감별할 수 있는 중요한 정보를 주기 때문이다.^{1,5)}

2. 미만성 폐질환에 있어서의 고해상 CT의 임상적 응용

미만성 폐질환에 있어서의 고해상 CT 이용은 크게 1) 병변의 발견, 2) 병변의 특성화, 3) 병변의 정량화 및 정성화, 4) 개흉생검시 적정 위치 선정, 5) 병변의 추적검사 등으로 나누어 생각할 수 있다.

병변의 발견에 관해서는 단순흉부 X선상에서 보이지 않는 희미한 ground-glass opacity 등이 고해상 CT에서는 뚜렷히 영상화가 되며 이러한 경우는 경도의 폐부종, pneumocystis carinii pneumonia⁶⁾, 각혈 후 흡인된 혈액, 초기의 방사선 폐렴⁷⁾, 폐포단백증(alveolar proteinosis) 등⁸⁾이다.

병변의 특성화는 병변의 분포가 소엽중격, 소엽중심부 그리고 이와 전혀 관계없이 무작위로 분포하는가에 따라서 그 진단이 달라지게 된다. 소엽의 중격이 주로 두터워지는 질환으로서는 정수압 증가에 의한 폐부종

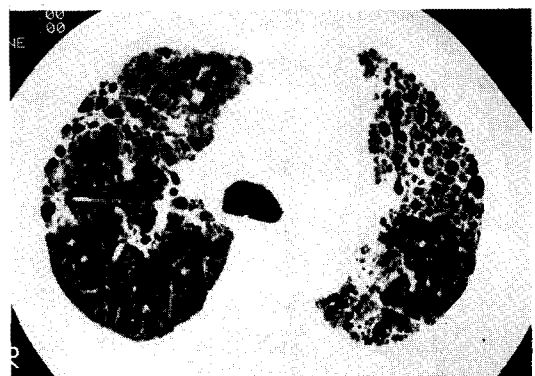


Fig. 3. A 56-year-old female with idiopathic pulmonary fibrosis. High-resolution CT scan obtained at the level of the tracheal carina shows multiple variable sized cysts distributed predominantly at subpleural area appearing as a honeycomb. Note small areas of ground-glass opacity.

(hydrostatic edema), 림프행성 폐전이(Fig. 2), 그리고 특발성 폐섬유화증이 있다. 이중에서도 정수압증가에 의한 폐부종의 경우는 소엽중격이 평활하게 두터워지는 반면, 림프행성 전이의 경우는 불규칙한 두께의 비후를 보이게 된다⁹⁾. 특발성 폐섬유화증에서는 중격이 두터워지기는 하나 그 형태가 심하게 변형이 되어서 나타난다¹⁰⁾(Fig. 3).

소엽중심성의 병변은 크게 소엽중심부의 간질(interstitium)의 병변과 기도(air-way) 병변으로 나눌 수가 있으며, 간질의 병변으로는 정수압 증가에 의한 폐부종 그리고 림프행성 암전이에 의한 것이 있다(Fig. 2). 이러한 경우는 소엽중심부에 결절성 음영으로 나타난다. 기도 자체질환 혹은 기도를 따른 병변의 경우로서는 경기관지 파급된 폐결핵(Fig. 4, 5), 미만성 세기관지염



Fig. 4. A 32-year-old female with bronchogenic spread tuberculosis.

High-resolution CT scan of right upper lung field shows multiple centrilobular nodules and branching linear structure (arrows) in posterior segment of the right upper lobe. Note also thickened bronchial wall (arrowheads) due to bronchial tuberculosis.



Fig. 5. A 31-year-old male with bronchogenic spread tuberculosis.

High-resolution CT scan obtained at the level of the aortic arch shows centrilobular nodules and branching linear structures (arrows) and lobular consolidation (open arrow).



Fig. 6. A 45-year-old male with silicosis.

High-resolution CT scan shows multiple well defined nodules in both upper lung fields, mainly in posterior segment of the upper lobes. Some of the nodules are conglomerate (arrows) indicating fibrosis.



Fig. 7. A 49-year-old female with hypersensitivity pneumonitis.

There are multiple fuzzy margined centrilobular nodules (solid arrow) and focal ground-glass opacities (open arrow) scattered throughout the lung.

(diffuse panbronchiolitis), 규 폐증(silicosis) (Fig. 6), 과민성 폐렴(hypersensitivity pneumonitis) (Fig. 7) 낭성섬유화증(cystic fibrosis), 섬모운동 부전증(immotile cilia syndrome) 등이 있다. 이러한 경우는 소엽중심부에 결절성 혹은 가지치는 선상의 모양으로 나타난다.

고해상 CT상 ground-glass opacity는 대개 폐포벽이 두터워지거나 혹은 폐포강내에 부분적인 충만병변일 경우에 나타나며 가역성 병변인 경우가 많다¹⁰⁾. 이러한 병변의 고해상 CT 소견은 경계가 불분명한 증가된 음영을 보이나 이로 인해서 폐혈관의 윤곽이 소실되지는 않는 상태를 말한다(Fig. 8).

고해상 CT상 음영도의 감소 혹은 낭성병변으로서 대표적인 병변이 소엽중심성 폐기종이며(Fig. 9) 이와 감별을 요하는 병변으로서 특발성 폐섬유화증의 봉와상폐



Fig. 8. A 69-year-old male with fibrosing alveolitis.

There are multiple subpleural microcysts (arrowheads) suggesting established fibrosis and ground-glass opacity (arrows) suggesting early cellular infiltration stage.

(honeycombing) (Fig. 3)¹⁾, 림프관평활근종증(lymphangioleiomyomatosis)^{11,12)}(Fig. 10) 그리고 조직구증식증(histiocytosis-X)¹³⁾(Fig. 11) 등이 있다. 폐기종의 경우는 특징적으로 병변에 벽을 관찰할 수가 없으며, 이에 비하여 특발성 폐섬유화증의 경우는 각 낭성 병변의 벽을 뚜렷하게 관찰할 수가 있고, 이의 분포도 늑막하부에 주로 나타나게 되며, 또한 섬유화에 의해서 기관지 및 혈관의 주행에 심한 변형이 일어나게 된다. 림프관평활근종증의 경우는 특징적으로 젊은 여자에서 반복되는 기흉 및 늑막삼출 등으로 발현하며 고해상 CT에서는 3mm~15mm 정도 크기의 매끈한 윤곽의 기낭으로 나타나게 된다. 이와같은 기낭의 분포는 상엽이나 하엽에 차이없이 고르게 나타난다. 이에 비하여 조직구증식증-X의 경우는 주로 상엽에 분포하고 낭성 병변과 함께 결절성 병변이 동반되어 있는 것이 특징이다.



Fig. 9. Severe centrilobular emphysema in a 67-year-old heavy smoker male.

Note diffuse focal emphysema appearing as lower attenuation areas devoid of vascular branches and lining walls (arrowheads). Note also normal lung parenchyma appearing as slightly increased attenuation which contains normal vessels within it (arrows).

고해상 CT상 병변의 정량화에 관해서는 폐기종의 정량화가 대표적인 것이며, 병변의 정성화(qualification)에 관해서는 특발성 폐섬유화증의 부신피질호르몬 치료에 의한 반응여부의 예측에 관한 것이 대표적이다. 즉, 치료전 병변이 주로 ground-glass opacity인 경우는 치료에 의한 효과가 좋은 반면 병변이 주로 봉화상폐인 경우는 치료에 대한 반응이 좋지 않다(Fig. 8). 치료전 ground-glass opacity의 면적과 치료 후의 DLCO 호전 정도와는 직선적 상관관계가 있음이 발표된 바 있다¹⁴⁾.

특발성 폐섬유화증이나 혹은 그 이외의 국소적 폐병변의 경우에 대표적인 병변을 얻을 수 있는 부위를 고해상 CT로서 파악하여 개흉생검의 정확도를 높일 수가 있고 단순흉부 X-선상 나타나지 않는 병변의 호전 혹은 악화



Fig. 10. A 30-year-old female with recurrent pneumothorax and progressive dyspnea due to lymphangioliomyomatosis.

Note smooth thin walled, 5~14 mm sized cysts scattered uniformly throughout the lung. The cysts in lymphangioliomyomatosis are different from that of centrilobular emphysema that the former have a definable wall. Chest radiograph showed hyperinflated lung (not shown here).

여부를 고해상 CT로 추적하여 파악을 할 수가 있다.

3. 폐결핵에 있어서의 고해상 CT

성인에 있어서의 폐결핵은 거의 대부분이 재활성결핵으로서 병변의 파급은 90% 이상이 기관지를 통한 파급이다. 그러나 이와같은 경기관지 파급의 소견은 흉부 X-선상에서는 20% 정도에서만 나타나는데 비하여 고해상 CT에서는 저자의 연구결과에 의하면 95%에서 관찰이 된다^{15,16)}(Fig. 4, 5).

결핵의 경기관지 파급의 고해상 CT 소견은 제 2소엽 중심부에 소결절(2~4mm) 혹은 가지치는 선상 구조물



Fig. 11. Histiocytosis-X in a 43-year-old male smoker. There are multiple cystic lesions which have irregularly thick walls. Note also small solid and cavitary nodules. On chest radiograph, the lesions were more compact in upper lung fields.



Fig. 12. High-resolution CT scan of a woman aged 28 years with miliary tuberculosis. Multiple discrete nodules are seen in an even distribution throughout the lung. These nodules are uniform in size and bears no relationship to the airways.

(branching linear structure)이 가장 흔한 소견이다 (Fig. 4). 이 이외에 좀더 큰 fuzzy margin의 소결절 혹은 제 2소엽 자체의 경결(consolidation) (Fig. 5) 혹은 기관지벽의 비후 등의 소견이 나타난다¹⁵⁾. 이에 비해서 혈행성파급 결핵(miliary tuberculosis)은 소엽내에 특정부위에 치우침없이 무작위로 분포하게 된다(Fig. 12).

Radiology-pathology correlation에 의하면 소엽중심부에 위치하는 결절성 병변은 건락성 폐사에 의한 것이다. 경계가 불분명하면서 좀더 큰 결절의 경우 변연부로는 비특이성 염증성 삼출액인 경우가 많고, 이에 비하여 중심부는 건락성 폐사에 의한 것이다. 공동형성은 제 2소엽 중심부에서 시작되며 공동이 커지면 제 2소엽 전체 혹은 몇개의 소엽을 침범할 수 있다¹⁶⁾.

활동성 폐결핵을 항결핵요법으로 치료하면서 추적 고

해상 CT를 할 경우에 소엽중심성 병변이 없어지거나 작아지면서 섬유화에 의해서 폐기종, 섬유화성 띠(band) 그리고 기관지 확장증 등이 나타나게 된다¹⁵⁾. 이와 함께 석회화도 나타날 수가 있으며 이러한 병변들은 초기의 경기관지 파급성 병변과 확연하게 구분되는 것으로서 폐결핵의 활동성 판정에 도움이 되는 점이다(Fig. 13).

4. 기관지 확장증의 진단에 있어서의 고해상 CT

기관지 확장증은 고해상 CT로 매우 정확하게 진단을 할 수가 있으며 이로써 근래에는 과거에 시행되던 기관지 조영술을 대체하고 있는 상태이다^{17,18)}(Fig. 14).



Fig. 13. High-resolution CT scans of a 51-year-old man who was treated for pulmonary tuberculosis and in whom reactivation of disease was suspected on the basis of recent radiographs. (A) High-resolution CT scan obtained at the level of the lung apex shows conglomerate nodules with calcification and aggregated ectatic bronchi (arrows): suggesting treated lesions.

(B) HRCT obtained on the same day as (a) and 6 cm below (a) shows multiple peripheral small nodules and branching linear structures (arrows). Bronchovascular structures are not distorted, suggesting that these lesions represent new active disease. This was confirmed by follow up study with antituberculous chemotherapy.



B



Fig. 14. High-resolution CT scan from a woman aged 32 years who has bronchiectasis.

Dilated bronchi (arrows) are identified by a larger size as compared with that of accompanying pulmonary artery (arrowhead) and by a thickened bronchial wall.

결 론

흉부질환에 있어서 CT의 이용은 CT가 갖는 단면영상 그리고 높은 대조 해상도의 장점으로 인하여 그 비중이 점차 증가하고 있다. 최근 고해상 CT의 보편적인 이용으로 미만성 간질성 폐질환의 진단에 있어서 괄목할 발전을 하고 있다. 향후의 이용방향은 병변의 발견 및 특성화 뿐만 아니라 병변의 양적 및 질적 분석을 통한 폐 기능 장애 정도파악에도 초점이 맞추어질 것이다.

REFERENCES

- 1) Webb ER, Stein MR, Finkbeiner WE, Im J-G: Normal and diseased isolated lungs: High-resolution CT. *Radiology* **166**:81-87, 1988
- 2) Epler GR, McCloud TC, Gaensler EA, Mikas JP, Crrington CB: Normal chest roentgenograms in chronic diffuse infiltrative lung disease. *N Engl J Med* **298**:801-809, 1978
- 3) Gaensler EA, Carrington CB: Open biopsy for chronic diffuse infiltrative lung disease: clinical, roentgenographic and physiologic correlations in 502 patients. *Ann Thorac Surg* **30**:411-426, 1980
- 4) Mathieson JR, Mayo JR, Staples CA, Muller NL: Chronic diffuse infiltrative lung disease: comparison of diagnostic accuracy of CT and chest radiography. *Radiology* **171**:111-116, 1989
- 5) Heitzman ER, Markarian B, Berger I, Dailey E: The secondary pulmonary lobule: A practical concept for interpretation of radiographs II. Application of the anatomic concept to an understanding of roentgen pattern in disease state. *Radiology* **93**:514-520, 1969
- 6) Bergin CJ, Wirth RJ, Berry GJ, Castellino RA: Pneumocystis carinii pneumonia: CT and HR CT observations. *J Comput Assist Tomogr* **14**:756-759, 1990
- 7) Ikezoe J, Takashima S, Morimoto S, et al: CT appearance of acute radiation-induced injury in the lung. *AJR* **150**:765-770, 1988
- 8) Godwin JD, Müller NL, Takasugi JE: Pulmonary alveolar proteinosis: CT findings. *Radiology* **169**:609-613, 1988
- 9) Stein MG, Mayo J, Muller N, Aberle DR, Webb WR, Gamsu G: Pulmonary lymphangitic spread of carcinoma: Appearance on CT scans. *Radiology* **162**:371-375, 1987
- 10) Müller NL, Staples CA, Miller RR, Vedal S, Thurlbeck WM, Ostrow DN: Disease activity in idiopathic pulmonary fibrosis: CT and pathologic correlation. *Radiology* **165**:731-734, 1987
- 11) Rappaport DC, Weisbrod GL, Herman SJ, Chamberlain DW: Pulmonary lymphangiomyomatosis: high-resolution CT findings in four cases. *AJR* **152**:961-964, 1989
- 12) Lenoir S, Grenier P, Brauner MW, et al: Pulmonary lymphangiomyomatosis and tuberous sclerosis: comparison of radiography and thin-section CT findings. *Radiology* **175**:329-334, 1990
- 13) Moore AD, Godwin JD, Müller NL, et al: Pulmonary histiocytosis-X: comparison of radiographic and CT findings. *Radiology* **172**:249-254, 1989
- 14) Lee JS, Im J-G, Ahn JM, Kim YM, Han MC: Fibrosing alveolitis: Prognostic implication of ground-glass attenuation at high-resolution CT. *Radiology* **184**:451-454, 1992
- 15) Im J-G, Itoh H, Lee JH, Shim YS, Han MC: Pulmonary tuberculosis: CT findings-early active disease and sequential change with antituberculous therapy. *Radiology* **186**:163-169, 1993
- 16) Im J-G, Ahn JM, Lee JH, Itoh H, Han MC, Shim YS: Pulmonary tuberculosis: High resolution CT correlated with pathologic findings of isolated lungs. *Radiographics* **13**:238, 1993
- 17) Grenier P, Maurice F, Musset D, Menu Y, Nahum H: Bronchiectasis: Assessment by thin-section CT. *Radiology* **161**:95-99, 1986
- 18) 차상훈, 임정기, 한만청, 심영수. 기관지 확장증: 고해상 CT와 기관지조영술의 비교. *대한방사선의학회지* **27**:632-636, 1991