미만성 간질성 폐질환의 방사선학적 진단

서울대학교 의과대학 방사선과학교실

임 정 기

Radiological Diagnosis of Diffuse Interstitial Lung Disease

Jung Gi Im, M.D.

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

서 론

폐병변이 간질을 주로 침범하고 있는 것인지 아니면 폐포강(alveolar air space)을 주로 침범하고 있는 것인지를 감별은 다양한 원인질환을 대별할 수 있도록 하는 일차적 선별과정이며, 따라서 양자의 방사선학적 형태의 인식은 중요하다¹⁾.

간질성 폐질환은 다양한 원인에 의하여 나타나는 방사선학적 형태는 유사하여, 각각의 원인질환에 대한 감별은 불가능한 경우가 많으나, 질환에 따라 이의 형태 및 분포에 있어서 특징적 소견을 보이는 경우가 있으며^{1,2)}, 특히 이러한 병변의 형태나 분포양상은 단면영상이면서 높은 해상력을 갖는 고해상 CT(High-resolution CT)의 이용을 통하여 일목요연하게 표출되며 이는 이 분야의 방사선학적 진단에 발전적 계기가 되고 있다.

단순흉부 X 선에서 미만성 간질성 폐질환의 일반적 소견과 고해상 CT에서 질환별 소견에 대하여 기술한다.

단순흉부 X 선

단순흉부 X 선상 간질성 폐병변의 소견은 폐포강내에 액성물질이 충전되어 나타나는 기강성(air-space) 병변과 달리, 병변 사이사이에 공기로 차 있는 폐포강이 존재하므로 병변은 망상형(reticular)(Fig. 1), 결절형(nodular)(Fig. 2), 망상결절형(Neticulo-nodular)의 양상을 보이며, 이와 같은 소견은 대개 양폐에 미만성으

로 나타난다.

간질의 부위에 따라 혈관 및 기관지 주위에 침윤이 있을 경우 이의 경계가 불분명해지는 소견(perivascular or peribronchial cuffing)이 나타나며, 제2소엽간중격이 침윤성 병변에 의해 두터워질 경우 주로 양측 늑골-횡격막구(costophrenic sulcus)에서 횡으로 주행하는 1~2cm 정도 길이의 선상음영인 Kerley's B line으로 나타나고 폐포벽에 미만성 침윤이 있을시에는 경계가 그려지지 않는 증가된 음영도인 ground-glass의 소견을 보인다¹⁾.

질환에 따라 음영도의 형태의 차이가 있는데 섬유화성 폐포염(Fibrosing alveolitis, Idiopathic pulmonary fibrosis) 등에 의한 섬유화의 경우 망상형 음영이 주가 되는데 비하여(Fig. 1), 혈행성 과급의 속립성 폐결핵의 경우 경계가 분명한 소결절로 나타나는 것이 특징이다(Fig. 2). 그러나 단순흉부 X 선 영상은 중첩된 영상이기 때문에 실제로는 소결절성 병변이 망상형 병변으로 나타나는 경우도 있다.

병변의 분포는 섬유화성 폐포염의 경우 주로 횡격막 직상부의 하엽에 더욱 심하며, 호산성 육아종(eosinophilic granuloma)의 경우 상엽에 병변의 정도가 심하다.

봉와상폐(honeycomb lung)는 간질성 섬유화의 말기에 공통적으로 나타나는 병변으로 단순흉부 X 선에서는 주로 횡격막 직상부 혹은 늑골부근의 폐변연부에서 3~10mm정도 직경의 낭성 음영도로 나타나며 섬유화성 폐포염, 진폐증, 경피증(scleroderma), 류마티드

Fig. 1. Close up view of the right lower lung in patient with miliary tuberculosis. Pulmonary lesion consists of uniform sized small nodular densities (arrow).

Fig. 2. Close up view of the right lower lung in patient with fibrosing alveolitis. Pulmonary lesion consists predominantly of reticular densities (arrow).

폐질환, 유육종증(sarcoidosis)등의 질환에서 볼 수 있다.

고해상 전산화단층촬영(High-Resolution CT)

단순흉부 X선 영상은 높은 공간분해능(Spatial resolution)을 가지는 장점이 있는 반면에 중첩된 영상으로 사진상에 나타난 음영이 실제의 병변 양상을 그대로 반영하지 못하는 단점이 있다. 통상적으로 사용되고 있는 전산화단층촬영(이하 CT로 기술)은 단면영상으로서 전후 구조물의 중첩이 없는 장점이 있으나, 절편의 두께(slice thickness)를 10 mm로 영상을 얻게 되므로 상하 구조물의 중첩현상이 일어나며, 공간분해능이 낮은 단점이 있다. 고해상 CT는 절편의 두께를 최소화하고, 공간분해능을 극대화하여 CT의 단면영상의 장점을 살

리며, 공간분해능의 약점을 극복하므로 미만성 침윤성 폐병변을 있는 그대로 표출하게 된다.

이와 같은 고해상 CT의 이용은 미만성 침윤성 폐질환의 방사선 형태학적 이해에, 특히 제2소엽(secondary pulmonary lobule)을 근간으로한^{3,4)} 큰 발전을 가져왔으며 병변의 분포 및 양상의 분석으로 병변의 혈행성, 기관지원성 및 림프행성⁵⁾ 과급여부와 폐간질의 원발성 병변을 신빙성 높게 감별함으로써 다양한 미만성 침윤성 폐질환의 감별진단, 병변의 활성도 파악에⁶⁾ 진일보의 계기가 되고 있다.

1. 방 법

절편두께를 최소화(1~1.5 mm)하며 영상재구성시 높은 공간분해능의 algorithm (bone algorithm)을 사용하고, 영상구성 pixel수가 많아야 하며, 시야(field of

Fig. 3. Schematic drawing of secondary pulmonary lobule. Polyhedral shaped secondary pulmonary lobule is bounded by interlobular septae within which the pulmonary vein is located. Bronchioles and pulmonary arterioles are located within the central portion of the lobule. (Cited from the CIBA Collection Vol. 7, 28)

view)를 가능한한 축소시킨다. 또한 높은 공간분해능 algorithm사용에 의해 야기되는 인공산물(artifact)을 줄이기 위해 높은 kVp와 높은 mAs를 사용한다(140 kVp, 170 mA, 3 second). GE 9800(General Electric Medical System, Milwaukee, Wisconsin) 스캐너를 사용하였을 경우 pixel No. 512×512, field of view 18 cm로 하였을 경우 각 pixel의 크기는 0.35×0.35 mm가 되어 1 mm 이하의 구조물을 분리 영상할 수 있는 해상력을 갖게 된다^{7,12)}.

2. 제 2차 폐소엽의 정상 해부학(Normal Anatomy of the Secondary Pulmonary Lobule)

폐의 제2소엽은 1 내지 2.5 cm 직경의 다면체(polyhedral)의 구조물로써, 소엽간중격은 약 100 μ 정도의 두께를 가지나 이는 육안적으로 용이하게 식별된다. 이 소엽의 중앙부에는 폐세동맥(pulmonary arteriole)과 세기관지(bronchiole)가 위치해 있으며 소엽간중격으로는 폐정맥이 주행한다(Fig. 3). 림프관은 중심

Fig. 4. High-resolution CT of the normal lung (left upper lobe). Pulmonary vessels show normal branching pattern. End-on view of pulmonary artery appears as round nodule adjacent to the bronchi (arrowheads). Pulmonary vein is identified by its tributaries draining at right angle (big black arrow). Note interlobular septae (white arrow) and central core structure, pulmonary arteriole (small black arrow).

T : Trachea, E : Esophagus, A : Aorta, F : Major fissure.

Fig. 6. 51-year-old female patient with lymphangitic metastasis from stomach cancer. High-resolution CT of the right lower lung shows thickened interlobular septae (slender arrows), prominent central core structure (thick arrow) and nodular lesions, suggesting thickened bronchovascular bundles.

Fig. 5. High-resolution CT of the right lung in patient with fibrosing alveolitis. Relatively thick walled 3-6mm sized cystic lesions, showing classical honeycomb appearance (arrows), are seen especially at the periphery. Central portion of the lung appears almost normal.

부의 세동맥, 세기관지 주위와 변연부의 엽간중격에 주로 위치한다^{2,7)}. 고해상 CT에서 정상의 엽간중격은 일부에서 부분적으로만 영상화되고, 중심부의 폐소동맥 (core structure)은 점상 혹은 갈매기 모양의 미세한 선상으로 나타난다⁷⁾(Fig. 4).

3. 미만성 침윤성 폐질환(DILD)의 고해상 CT

1) 섬유화성 폐포염(Fibrosing Alveolitis, Idiopathic Pulmonary Fibrosis)^{6,8-10)}

섬유화성 폐포염의 다른 미만성 침윤성 폐질환과 구별되는 가장 뚜렷한 2가지 점은 폐 변연부(subpleura)에 주된 병변이 있다는 점과, 대부분의 예에서 변연부 폐야 일부에서 2 내지 8mm 정도 크기의 1 내지 2mm 정도 두께의 벽을 갖는 cystic space, 즉 봉화상폐(honeycomb lung)를 보인다는 점이다. 병변이 주로 횡격막 직상부에 심한 것도 변연 폐야 호발 때문이다. 이때 중심 폐야는 많은 경우에서 거의 정상 폐의 소견으로 나타난다(Fig. 5).

고해상 CT상 폐포염 혹은 세포침윤기(cellular

Fig. 7. 31-year-old female patient with miliary tuberculosis. Relatively uniform sized and well marginated small nodules are uniformly scattered throughout the lung. Note the nodules at the peripheral portion of the lobules abutting the pleura.

B. High-resolution CT at left hilar area shows confluent consolidation of several contiguous secondary lobules, and also a single pulmonary lobule (big arrows) within which branching air-bronchiogram is seen (small arrow). Some of the aerated lobules shows prominent central core structure indicating tuberculous infiltration in and around the respiratory bronchioles (arrowheads). Overall features indicate that the pathological process has been spread through the airways.

Fig. 8. 34-year-old male patient with active pulmonary tuberculosis.

A. Chest radiograph shows patchy and confluent hazy density in left upper lung field.

infiltration stage)가 추가되는 초기의 병변은 경계가

불분명한 증가된 음영도로 기강충만(air-space filling)성 소견을 보이는데 비하여, 섬유화가 진행된 병변은 전형적 봉와상폐, 소엽내 망상형 음영과 함께 폐용적 감소 및 견인 효과에 의한 기관지확장, 세기관지 확장등의 소견이 나타나고, 흔히 내장 흉막(visceral pleura)의 비후와 흉막의 지방층 형성을 동반한다. 이러한 초기의 병변과 진행된 병변이 거의 대부분의 환자에서 이의 비율에 차이는 있으나 혼합되어 나타나므로 병기의 판정에 있어서 전폐야를 광범위하게 영상화하는 고해상 CT의 독특한 장점이 있으며, 이는 개흉생검을 하고자 할 때 위치선정에 길잡이 역할을 수행하는 근거가 되기도 한다.

Fig. 9. 21-year-old female patient with immotile cilia syndrome. High-resolution CT of the right lung at the level of inferior hilum shows bronchial wall thickening and bronchiectasis (black arrows) which are contiguous with peripheral small airways. Peribronchiolar infiltration appears as prominent core structure of the secondary pulmonary lobule (white arrow) or tree in bud appearance (arrowheads).

U : Upper lobe, M : Middle lobe, L : Lower lobe

스테로이드 투약에 의한 치료는 초기의 폐포염 혹은 세포침윤성 시기에는 효과가 좋고, 이미 섬유화가 이루어진 말기에는 효과를 기대할 수 없다고 인정되고 있다. 그러나 전술한 바와 같이 같은 환자의 폐에서 병변의 시기가 서로 다른 부분이 공존하고 있으므로 어느 특정 부위의 소견만 가지고 치료방침 여부를 결정하는 것은 무리가 따른다. 실제 환자에서 스테로이드 투약으로 임상적으로 호전이 된 환자의 투약전과 투약후의 고해상 CT 소견을 비교하여 보면 봉화상폐의 소견을 보이는 부분은 변동이 없는데 비하여, 경계가 불분명한 증가된 음영(폐포염 혹은 세포침윤성 병변 부위를 시사함) 부위는 소실되어 있는 것을 보여주고 있다.

따라서 투약에 의한 치료효과의 예측은 고해상 CT상 경계가 불분명한 증가된 음영부위의 상대적 비율이 관련이 된다고 판단되며, 이에 대한 임상적 경험과 연구가 축적됨에 따라 예후의 정량적 예측이 가능해 지리라 예상된다.

2) 림프행성 전이암(Lymphangitic Carcinomatosis)^{5,13)}

단순흉부 X 선 소견에서는 Kerley's B-line과 망상결절형 음영이 주된 소견인데, 이러한 소견이 제2소엽간중격의 비후 및 중심부 core structure의 확대등에 의한 것임이 고해상 CT에서 명확하게 영상화 된다(Fig. 6). 이는 종양세포 침윤 및 이에 의한 섬유화성 병변이 주로 소엽간중격과 기관지-혈관속(bronchovascular bundle)을 따르는 림프관과 연관되어 나타나기 때문이다.

3) 혈행성 파급병변과 기관지원성 파급병변

제2폐소엽의 중심부에는 폐 세동맥(arteriole)과 세기관지가 같이 주행을 하고 있는데 세동맥을 따른 병변의 파급과 세기관지를 따른 병변의 파급 소견의 구분이 뚜렷하여 감별이 용이하다. 혈행성 파급의 예로 속립성 폐결핵, 혈행성 전이암, 그리고 기관지원성 파급의 예로 활동성 폐결핵의 소견을 기술하고, 끝으로 기관지 혹은 세기관지 자체의 병변의 소견을 기술한다.

(1) 혈행성 파급병변

속립성 폐결핵의 경우 단순흉부 X 선에서 나타나는 2~3 mm 정도의 균등한 크기의 소결절이 고해상 CT에서 영상화되는데 특징적으로 소결절의 경계가 분명하고, 양폐야에 균등하게 분포하나 특히 제2폐소엽 중격에 맞닿은 위치, 즉 소엽의 최말단 부위에 병변이 주로 위치해 있게 된다(Fig. 7). 혈행성 전이암의 경우 대부분 소결절의 크기가 다양하고 속립성 폐결핵보다 크기가 크다. 이 경우에도 특징적으로 소엽 말단부에 위치해서, 늑막(costal pleura) 및 폐엽간열(interlobar fissure)과 맞닿아 있는 소결절이 특징적 소견이다.

(2) 기관지원성 파급병변

단순흉부 X 선상 경계가 불분명하며 광범위한 활동성 폐결핵의 양상을 보이는 경우 전형적인 기관지원성 파급(bronchogenic dissemination)의 소견을 보인다. 즉 경계가 불분명한 4~6 mm 정도 크기의 결절(acinar nodule)이 제2소엽의 중앙부에 주로 위치해 있으며(세기관지 주위의 병변을 시사), 일부에서는 이러한 병변이 융합되어 한개 혹은 여러개의 폐소엽이 경결되어 있는

양상을 보이기도 한다. 상기의 선방소결절(acinar nodule)은 기강(air-space) 내 병변을 의미하며 이는 속립성 결핵과 달리 늑막이나 엽간엽이 맞닿아 있는 경우는 매우 드물다(Fig. 8).

세기관지 자체의 병변을 초래하는 미만성 전세기관지염(diffuse pan-bronchiolitis)의 경우 소엽 중앙부에 3 mm 정도 크기의 경계가 비교적 불분명한 소결절이 산재해 있으며, 이와 같은 소결절은 벽이 두터워진 말초부 기관지와 연결되어 나무가지 끝에 순이 돋는 듯한 특징적인 “tree in bud” 양상을 나타내고, 기관지확장을 동반하기도 한다¹⁴⁾. 이와같은 기관지 및 세기관지 주위의 침윤성 병변 및 기관지 확장증은 용모부동증(immotile cilia syndrome)에서도 나타나는 소견이다(Fig. 9).

4) 진폐증

병변이 상엽의 후분절에 정도가 심하다. 탄분진증에 의한 단순 진폐증(simple pneumoconiosis)의 경우 단순흉부 X 선상 원형 소음영(small rounded opacity) 중 1.5 mm 이하의 p 병변은 실제로 소결절이 아니라 호흡 세기관지(respiratory bronchiole) 주위의 분진의 미세 침착 및 이로 인한 정도의 소엽중심성 기종(centrilobular emphysema), 즉 국소적 분진성 기종(focal dust emphysema)에 의한 것이 고해상 CT 및 병리소견으로부터 밝혀지고 있으며, 크기가 좀더 큰 q(1.5~3 mm), 혹은 r(3~10 mm) 등의 원형 소결절 음영은 호흡세기관지 주위로 분진침착 및 섬유화가 더 두텁게 형성되어 나타나는 것으로 단순흉부 X 선상 원형소결절 음영으로 나타나 실제로는 호흡세기관지 주위의 병변으로 고해상 CT상 주로 제2소엽 중심부에 불명확한 윤곽을 보이는 병변으로 나타나며, 이 내부에 희미한 저음영도는 공기로 차 있는 호흡세기관지에 의한 것이다¹⁵⁾. 이러한 소견은 속립성 결핵이나, 혈행성 전이암에서 보이는 경계가 분명하고 제2소엽 말초부에 병변이 주로 위치해 있는 점과 다른 것으로 곧 고해상 CT상의 감별점이 된다.

단순흉부 X 선상 불규칙형 소 음영(small irregular opacity)은 세기관지 주위나, 소엽중격등에 분진침착이나 섬유화의 양상이 주로 얇은 선상으로 존재할 때 나타나는 소견이다.

5) 기타 질환

호산성 육아종(eosinophilic granuloma)은 진행된 증례의 경우 다른 간질성 폐질환의 말기의 소견과 같이 봉와상폐를 형성하는 것으로 되어 있는데, 고해상 CT에

서 이와같은 봉와상폐의 소견이 섬유화성 폐포염(fibrosing alveolitis)의 그것과 달리 병변의 뚜렷한 변연부(subpleural) 호발의 경향이 없으며, 각각의 기낭의 벽이 얇으며, 주로 상엽에 병변이 더욱 심한 경향이 특징적이다. 임상적으로 기흉이 빈발하는 점도 얇은 기낭벽에 기인하는 것으로 믿어진다.

결 론

미만성 간질성 폐질환의 방사선학적 진단은 일차적으로 병변이 폐간질성 병변인지 폐포성 병변인지 혹은 혼합성 병변인지의 감별이 용이하지 않은 경우가 있고, 전형적인 간질성 병변의 소견을 보이는 경우에도 각 질환별로 특이 소견이 제한되어 있어 난제가 되고 있다. 그러나 최근에 고해상 CT의 이용은 제2폐소엽 단위의 병변분석을 가능하게 하고 있고, 중첩된 영상이 아닌 병변 그 자체를 영상화 함으로써 미만성 간질성 폐질환의 질환별 특이 및 전형적 소견이 정리되어 가고 있으며, 이로 인해 과거 단순흉부 X 선에만 의존한 시기에 비하여 병변의 발견, 위치파악 및 감별진단면에서 괄목할 발전을 보이고 있는 분야이다.

REFERENCES

- 1) Heitzman ER: The lung radiologic-pathologic correlation. Mosby, St Louis, 2nd ed, p 79-105, 1984
- 2) Heitzman ER, Markarian B, Berger I: The secondary pulmonary lobule; A practical concept for interpretation of chest radiographs. I. Roentgen anatomy of the normal secondary pulmonary lobule. Radiology 93:507-512, 1969
- 3) Nakata H, Kimoto T, Kanayama T: Diffuse peripheral lung disease; Evaluation by high resolution computed tomography. Radiology 157:181-185, 1985
- 4) Murata K, Itoh H, Todo G: Centrilobular lesions of the lung; Demonstration by high-resolution CT and pathologic correlation. Radiology 161:641-645, 1986
- 5) Stein MG, Mayo J, Muller NL: Pulmonary lymphangitic spread of carcinoma; Appearance on CT scans. Radiology 162:371-375, 1987
- 6) Müller NL, Staples CA, Miller RR: Disease activity in idiopathic pulmonary fibrosis; CT and pathologic correlation. Radiology 165:731-734, 1987
- 7) Webb WR, Stein MG, Finkbeiner WE, Im J-G:

- Normal and diseased isolated lungs; Hig-resolution CT. Radiology **166**:81-87, 1988
- 8) Bergin CJ, Müller NL: CT of interstitial lung disease; A diagnostic approach. AJR **148**:8-15, 1987
- 9) Mathieson JR, Mayo JR, Staples CA, Müller NL: Chronic diffuse infiltrative lung disease; Comparison of diagnostic accuracy of CT and chest radiography. Radiology **171**:111-116, 1989
- 10) Bergin CJ, Coblentz CL, Chiles C, Bell DY, Castellino RA: Chronic lung diseases; Specific diagnosis by using CT. AJR **152**:1183-1188, 1989
- 11) Murata K, Khan A, Herman PG: Pulmonary parenchymal disease; Evaluation with high-resolution CT. Radiology **170**:629-635, 1989
- 12) Im J-G, Webb WR, Rosen A, Gamsu G: Costal pleura; Appearance at high-resolution CT. Radiology **171**:125-131, 1989
- 13) Munk PL, Müller NL, Miller RR, Ostrow DN: Pulmonary lymphangitic carcinomatosis; CT and pathologic findings. Radiology **166**:705-709, 1989
- 14) Akira M, Kitatani F, Lee Y-S: Diffuse panbronchiolitis; Evaluation with high-resolution CT. Radiology **168**:433, 438, 1988
- 15) Akira M, Higashihara T, Yokoyama K: Radiographic type P pneumoconiosis; High-resolution CT. Radiology **171**:117-123, 1989
-