



# Radiologic Diagnosis of Nontuberculous Mycobacterial Pulmonary Disease

## 비결핵마이코박테륨 폐질환의 영상의학진단

Eun-Young Kang, MD\*

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

The incidence and prevalence of nontuberculous mycobacterial pulmonary disease (NTM-PD) is increasing worldwide, including in Korea, and the clinical importance of NTM-PD is also rapidly increasing. The diagnosis and management of NTM-PD is difficult. Radiologic evidence is mandatory to diagnose NTM-PD, and the radiologic findings may be the first evidence of the disease in many patients. Traditionally, NTM-PD demonstrates two different radiologic forms: fibrocavitary and nodular bronchiectatic. However, the disease also shows non-specific and a wide spectrum of radiologic features. Radiologists must be aware of the radiologic features of NTM-PD and should include them in the differential diagnosis. This review focuses on the epidemiology in Korea, diagnostic criteria, and radiological features of NTM-PD for radiologists.

**Index terms** Nontuberculous Mycobacteria; Lung Diseases; Computed Tomography, X-Ray

## 서론

비결핵마이코박테륨(nontuberculous mycobacteria; 이하 NTM)은 결핵균(*Mycobacterium tuberculosis*)과 한센병균(*Mycobacterium leprae*)을 제외한 마이코박테륨(*Mycobacterium*; 이하 M)을 말하며, 현재까지 190개 이상의 종(species)과 아종(subspecies)이 알려져 있다(1). NTM은 자연수와 처리수를 포함한 물과 흙 등 주위 환경에 널리 분포하며, 그중 일부는 인간에게 폐질환, 림프절염, 피부 연조직 및 골 감염질환, 파종성질환 등 폐와 폐 이외의 곳에 질병을 일으킨다. 그중 만성폐질환은 NTM으로 인한 질환 중 가장 흔한 형태이다(1, 2).

우리나라를 포함하여 전 세계적으로 호흡기 검체에서 NTM이 분리되는 빈도와 NTM 폐질환의 발생률과 유병률이 빠르게 증가하고 있고, NTM 폐질환은 임상에서 더 흔하게 접하게 되었으며 그 중요성이 강조되고 있다. 더해서 NTM 폐질환의 영상의학검사와 소견은

Received April 22, 2021

Revised April 29, 2021

Accepted May 2, 2021

\*Corresponding author

Eun-Young Kang, MD  
Department of Radiology,  
Korea University Guro Hospital,  
Korea University  
College of Medicine,  
148 Gurodong-ro, Guro-gu,  
Seoul 08308, Korea.

Tel 82-2-2626-3210

Fax 82-2-863-9282

E-mail keyrad@korea.ac.kr

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**

Eun-Young Kang

<https://>

[orcid.org/0000-0002-4848-509X](https://orcid.org/0000-0002-4848-509X)

NTM 폐질환의 진단과 치료에 필수이다. 본 종설에서는 영상의학과 의사를 위한 NTM 폐질환의 국내 역학, 진단기준, 영상의학 소견을 중심으로 검토하고자 한다.

## 역학

NTM 폐질환은 주위 환경에 널리 분포하고 있는 균이 공기를 통한 호흡기 흡인으로 감염되어 발생한다. NTM은 병원성이 낮은 균으로 일상적인 노출에 비한다면 NTM 폐질환은 상대적으로 드물게 발생한다. 그러나 NTM 폐질환은 전 세계적으로 유병률과 발생률이 꾸준히 증가하고 있다(3, 4). 우리나라에서도 호흡기 검체에서 NTM이 분리되는 빈도와 NTM 폐질환의 유병률과 발생률이 크게 증가하고 있다(4-12).

미국을 포함한 북미의 데이터는 최근 연간 NTM 분리율이 6~22/100000이고 연간 질병 발생률이 5~10/100000로 보고하고 있다(3). 영국의 경우는 NTM 양성 배양률은 2007년의 4.0/100000에서 2012년 6.1/100000로 증가하였다(13). 우리나라에서는 1990년대 초 이전에는 호흡기 검체에서 분리되는 마이코박테륨의 대부분이 결핵균이었지만, 1990년대 후반 이후 NTM이 분리되는 비율이 점차 증가하고 있고, 일부 3차 병원에서는 이 비율이 2001~2002년에 약 21~43%에서 2010~2011년에는 약 58~70%로 빠르게 증가하였다(5, 10, 11).

NTM 폐질환은 결핵과 달리 보건당국에 신고하고 관리하는 질병이 아니기 때문에 발생률과 유병률을 정확하게 파악하기는 어렵다. 우리나라 국민건강보험자료를 이용한 NTM 감염률은 2007년부터 2016년까지 10년간 현저하게 증가 추세를 보였으며, 2007년 6.7건/100000명에서 2016년에는 39.6건/100000명으로 증가했으며 연간 발생률은 2008년 6.0건/100000명에서 2016년 19.0건/100000명으로 증가하였다(7). 증가율은 노인과 여성에서 더 높았고, 인구밀도와 도시화 정도와도 연관이 있었다(6, 7). 우리나라의 2009년부터 2016년까지 국민건강보험 자료를 바탕으로 시행한 또 다른 연구에서도 NTM 감염의 유병률이 전국적으로 증가하는 추세를 보고하였고, NTM 감염이 증가한 같은 기간에 결핵의 유병률과 발생률은 감소하였다(9).

NTM 폐질환의 유병률이 증가하는 원인으로는 결핵의 감소에 따라 NTM에 대한 교차면역반응 역시 감소하여 NTM 감염률이 실제 증가하였으며, NTM에 대한 환경 노출의 증가, NTM 균의 분리와 배양법의 향상, CT 접근성의 증가, 후천성면역결핍증후군 환자 또는 면역저하 환자의 증가, 노인 인구 증가, 만성폐쇄성폐질환 등 동반 폐질환이 있는 환자의 증가와 생존 연장 등의 요인이 기여한 것으로 생각한다(6, 13, 14).

NTM 폐질환을 일으키는 원인균의 분포는 국가와 지역에 따라 다양하며 차이가 있다. NTM은 지연성장균(slow grower)과 신속성장균(rapid grower)으로 나누고 인간에게 폐질환을 일으키는 지연성장균으로는 *M. avium complex* (이하 MAC; *M. avium*, *M. intracellulare*, *M. chimaera*), *M. kansasii*, *M. malmoense*, *M. xenopi* 등이 있으며, 신속성장균으로는 *M. abscessus complex* (이하 MABC; *M. abscessus*, *M. massiliense*, *M. bolletii*), *M. fortuitum*, *M. chelonae* 등이 있다. 그중 폐질환의 가장 흔한 원인균으로는 MAC, *M. kansasii*, *M. xenopi*, *M. abscessus* (이하 MAB) 등이 있다(1). NTM의 병원성은 균종에 따라 다르며 지역에 따라 차이를 보일 수 있

다. 병원성이 낮은 *M. gordonae*가 분리되면 단순 집락균이거나 오염균으로 인지하는 반면, *M. kansasii*가 분리되면 일반적으로 병원성으로 간주하여 치료를 시작하기에 충분한 증거가 될 수도 있다(1). 또한 균종에 따라 치료가 다르기 때문에, 호흡기 검체에서 NTM이 분리되었을 때, 정확한 균 동정이 필요하다.

NTM 폐질환의 원인균으로는 전 세계적으로 *M. avium*과 *M. intracellulare*로 구성된 MAC가 가장 흔한 원인균이다. *M. kansasii*가 두 번째로 흔한 원인균이며, 신속성장균인 *M. abscessus*, *M. fortuitum*, *M. chelonae* 등은 상대적으로 드문 원인균이다(2). 2008년 NTM-Network European Trials Group은 6개 대륙, 30개 나라, 62개 실험실에서 20182명 환자의 종 식별 데이터를 제공받아 분석한 연구 결과 가장 흔히 분리되는 NTM으로 MAC, *M. gordonae*, *M. xenopi*, *M. fortuitum*, MAB, *M. kansasii*가 있었으며, 이들이 분리되는 모든 NTM의 80%를 차지하였다. 대부분의 국가에서 MAC가 우세하였으며, MAC, *M. xenopi*, *M. kansasii* 및 신속성장균의 지역적인 분포의 차이가 있었다(15).

우리나라에서 NTM 폐질환의 가장 흔한 원인균은 다른 나라와 동일하게 MAC으로 29~76%를 차지한다. 과거에는 MAC 폐질환 중 *M. avium*보다 *M. intracellulare*가 더 많았지만 최근에는 *M. avium*이 *M. intracellulare*보다 더 자주 분리되고 있다. MABC가 두 번째로 흔한 원인균으로 11~42%를 차지한다 MABC 내에서는 *M. abscessus*와 *M. massiliense*가 균등하게 분포하고 있는 반면 *M. bolletii*는 국내에서 비교적 드물다. *M. kansasii*에 의한 NTM 폐질환은 증가하고 있지만 아직까지는 2~6%로 상대적으로 드문 원인균이다(4-6, 8, 9, 11, 12, 16-19).

## NTM 폐질환의 진단기준

NTM 폐질환은 임상 소견이 비특이적이고, 영상의학 소견이 다양하며, NTM 원인균을 분리하는데 어려움이 있고, NTM의 분리가 폐질환을 의미하지 않으며, 더해서 폐질환을 일으키지 않으면서 폐 내에 존재할 수 있기 때문에, 임상에서 NTM 폐질환의 실질적인 진단이 어려울 수 있다.

NTM 폐질환의 진단기준은 미국흉부학회(American Thoracic Society; 이하 ATS)가 1990년에 처음으로 제시하였고, 이어 1997년에 개정된 진단기준을 제시하였으며(20), 2007년 미국흉부학회와 미국감염학회(Infectious Diseases Society of America; 이하 IDSA)는 1997년 ATS 진단기준보다 미생물학적 진단기준이 완화된 NTM 폐질환의 진단기준을 발표하였다(2). 2007년 개정된 진단기준을 사용한 경우 1997년 진단기준을 사용한 경우에 비해 NTM 폐질환의 진단율이 높고 더 빠른 진단을 할 수 있는 것으로 알려져 있다(21). 2020년 ATS, European Respiratory Society, European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases, IDSA의 개정된 NTM 폐질환의 치료지침에서 2007년에 발표한 NTM 폐질환의 임상적, 영상의학적, 미생물학적인 진단기준을 사용하여 NTM 폐질환의 유무를 분류할 것을 추천하였다(Table 1) (1).

NTM 폐질환은 임상 양상, 영상의학 소견, 미생물학적 소견 때로는 조직학적인 소견 등의 결과를 종합적으로 판단하여 진단한다. NTM이 호흡기 검체에서 분리되었다고 해서 NTM 폐질환이 있다고 할 수 없으며, 호흡기 검체에서 NTM이 분리되었을 때, 폐병변의 원인균인지 아니면 오염

균 또는 집락균인지 구별하는 것은 임상적으로 매우 중요하다. 북미지역에서는 NTM이 분리된 환자 중 약 44~46%가 NTM 폐질환을 가진 것으로 보고되고 있다(3). 국내 연구에서는 이 비율이 낮게 보고되었다(17, 22). 우리나라의 한 대학병원의 연구에서 2002년부터 2003년까지 1548건의 NTM이 검출된 794명의 환자 중에서 131명(17%)이 1997년 ATS 기준에 따른 NTM 폐질환으로 진단되었고 64명(8%)이 가능성 있는(probable) NTM 폐질환으로 진단되었다(17).

세계적으로 가장 널리 사용하는 2007년 ATS/IDSA의 NTM 폐질환의 진단기준은 호흡기 증상이 있으면서, 흉부X선사진 또는 흉부 CT에서 공동성 병변, 다병소의 기관지확장증 혹은 이를 동반한 다발성 소결절의 소견을 보이고, 다른 질환이 배제되어야 한다. 미생물학적인 기준은 객담 검사에서 최소한 2회 이상의 배양 양성을 보이거나, 기관지세척액 1회에서 배양 양성인 경우, 또는 경기관지폐생검 등 조직 배양이 양성이거나 또는 조직검사서 육아종 등 항산균 감염의 병리학적 증거가 있으면서 1회 이상 객담 또는 기관지세척액에서 배양 양성이어야 한다(Table 1) (1, 2).

NTM 폐질환의 진단기준을 충족하여 NTM 폐질환을 진단하더라도 반드시 즉각적인 치료가 필요한 것은 아니며, 또한 이 진단기준을 만족시키지 못하더라도 NTM 폐질환으로 판단하고 치료하는 경우도 있을 수 있다. 치료를 시작하기 전에 NTM 균종의 병원성, 환자의 치료에 대한 능력, 치료 목표에 대해서 충분하고 신중하게 논의하고 평가한 후에 치료를 시작하여야 하며, 때로는 주의 깊게 기다리는 것이 고려되기도 한다(1).

## NTM 폐질환의 영상의학진단

NTM 폐질환의 진단에 영상의학적 근거는 필수 요소이다. 그러나 NTM 폐질환은 다양한 영상의학 소견을 보이며 비특이적이어서 NTM 폐질환을 영상의학 소견으로 진단하기는 쉽지 않다. 또한 NTM 폐질환은 영상의학검사서 이상 소견의 변화 속도가 매우 느려서 수개월 간격을 두고 시행한 영상의학검사서 소견의 변화가 없다고 해서 NTM 폐질환이 아니라고 할 수 없다.

NTM 폐질환은 정상면역자와 면역저하자에게 모두 발생한다. 만성폐쇄성폐질환, 기관지확장

**Table 1.** Diagnostic Criteria for Nontuberculous Mycobacterial Pulmonary Disease Based on the Official ATS/IDSA Statement (2007)

### Clinical/Radiologic (Both Required)

Clinical: pulmonary symptoms

Radiologic: nodular or cavitary opacities on chest radiograph, or a high-resolution CT scan that shows multifocal bronchiectasis with multiple small nodules

Appropriate exclusion of other diagnoses

### Microbiological

1. Positive culture results from at least two separate expectorated sputum samples; if the results are non-diagnostic, consider repeat sputum AFB smears and cultures
2. Positive culture results from at least one bronchial wash or lavage
3. Transbronchial or other lung biopsy with mycobacterial histopathological features (granulomatous inflammation or AFB) and positive culture for NTM or biopsy showing mycobacterial histopathological features (granulomatous inflammation or AFB) and one or more sputum or bronchial washings that are culture positive for NTM

AFB = acid-fast bacteria, ATS = American Thoracic Society, IDSA = Infectious Diseases Society of America, NTM = nontuberculous mycobacteria

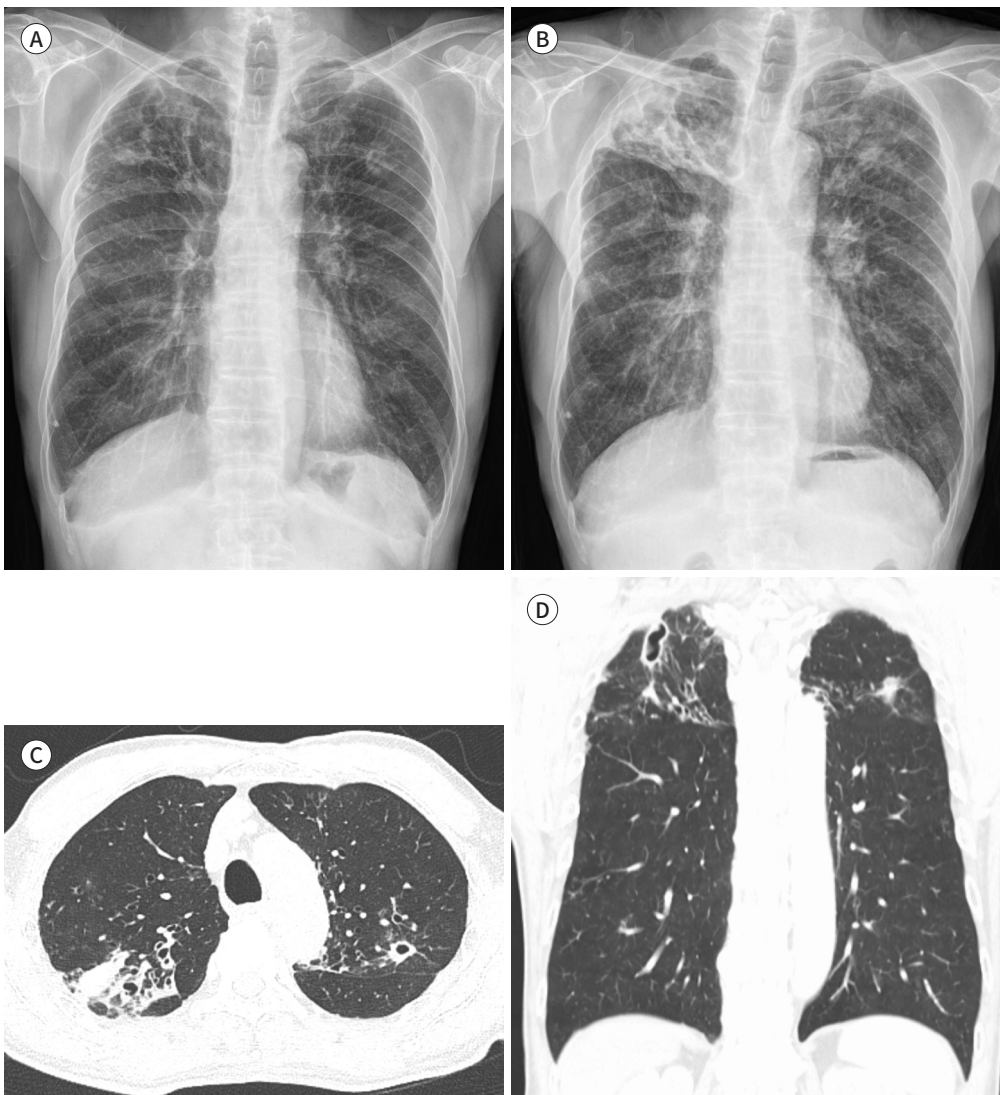
증, 낭포성섬유증(cystic fibrosis), 진폐증, 이전 결핵, 폐포단백증 및 식도운동장애와 같은 구조적 만성 폐질환이 있을 때 호발하며, 여러 동반 질환을 갖고 있는 취약한 노인과 명확한 소인이 없는 여성에서도 발생한다. 또한 기관지확장증과 NTM 폐감염은 종종 공존하여 인과 관계를 파악하기 어렵다(2).

NTM 폐질환의 영상의학 소견은 일반적으로 두 가지 형태, 섬유공동병변형(fibrocavitary disease)과 결절기관지확장형(nodular/bronchiectatic disease)으로 분류한다(2). 실제로는 두 가지 형태가 상당히 중복되어 나타날 수 있으나 전통적으로 두 가지 형태로 분류하고 있다. 흉부X선사진은 NTM 폐질환 진단을 위해 처음으로 사용하지만 종종 정상으로 보이며 비특이적인 소견으로

**Fig. 1.** Fibrocavitary form of *Mycobacterium avium* pulmonary disease in a 74-year-old male.

**A, B.** Serial chest radiographs show consolidation, nodules, and cavitary lesions in both upper lung zones that progressed slowly for 4.5 years.

**C, D.** Chest CT scans with lung window setting taken at the same time as the first chest radiograph show cavities with associated small consolidation, irregular linear and nodular densities, and cicatrizing bronchiectasis in both upper lobes.



보여 진단이 어려울 수 있다. 섬유공동병변형을 평가하는 데에는 흉부X선사진이 적절할 수 있으나 결절기관지확장형의 특징적인 소견을 증명하기 위해서는 일반적으로 흉부 CT가 요구된다(2). 영국흉부학회(British Thoracic Society)의 진료지침에서는 NTM 폐질환을 의심하는 모든 환자들에게 흉부X선사진과 흉부 CT를 시행할 것을 권고하였다(13). 132명 대상으로 CT 소견에 근거한 NTM 폐질환의 진단 정확도를 평가한 연구에서 CT의 민감도와 특이도는 각각 56.4%와 80.3%이었다. 관찰자 간의 일치도는 중등도이었다. CT 소견에 근거한 NTM 폐질환의 진단은 높은 특이도를 보이거나 민감하지는 않았다(23).

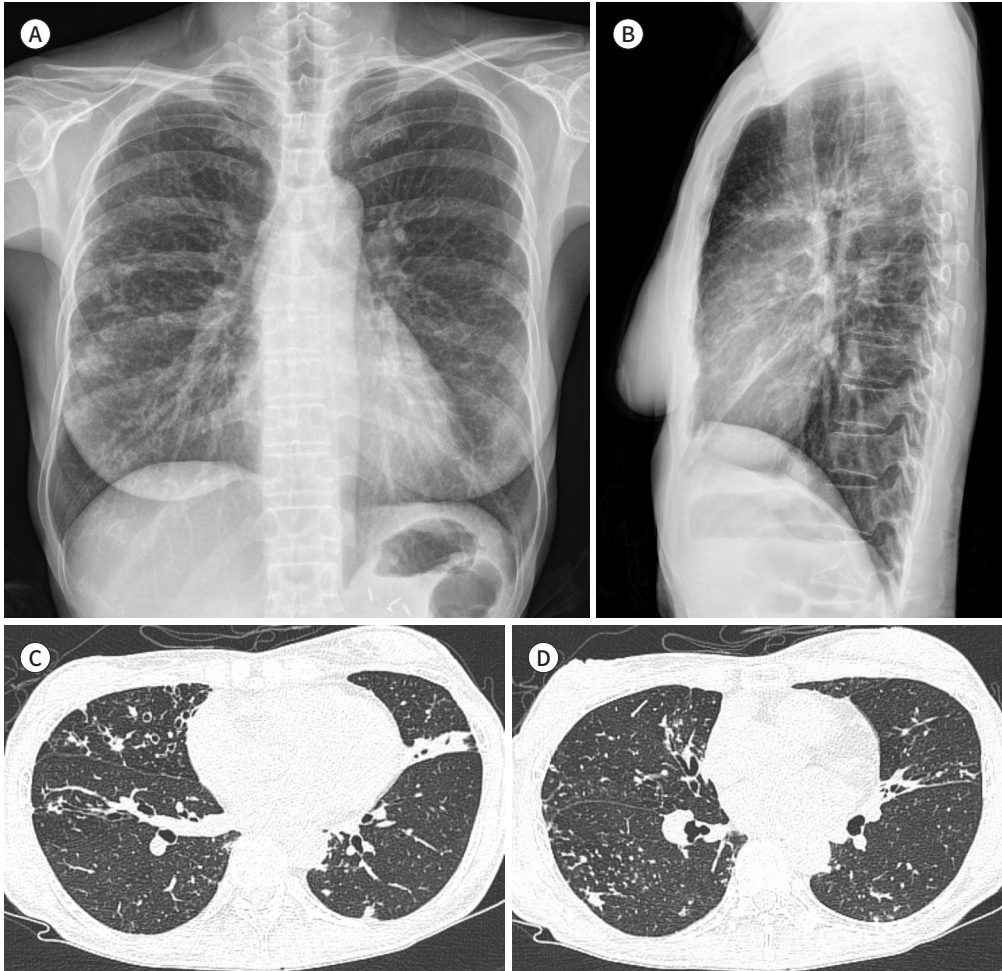
MAC는 *M. avium*과 *M. intracellulare*가 주된 구성 균이고 두 균종에 의한 폐질환은 현재까지는 치료나 예후에서 차이가 없다고 여겨져 MAC 폐질환으로 통칭하고 있다. MAC 폐질환에는 섬유공동병변형과 결절기관지확장형의 두 가지 형태를 모두 보인다. 섬유공동병변형은 흡연력과 음주력이 있는 중년 이상의 남성에서 흔하고 만성폐쇄성폐질환, 폐결핵 등의 기저 질환을 갖고 있는 경우가 많다. 영상의학 소견은 상엽에 공동이 보이며, 공동 주변에 흉막 비후가 흔히 동반된다. 심한 섬유화로 인해 상엽의 용적이 감소되고 기관 전위가 보인다. 병변 근처 기관지가 확장되고, 소엽중심성 결절들이 보인다(Fig. 1). 림프절 종대, 흉막 삼출, 좁쌀 음영은 드물다. 이러한 형태의 NTM 폐질환은 치료를 하지 않으면 1~2년 이내에 광범위한 폐 실질의 파괴로 진행할 수 있으며 이로 인해 사망에 이를 수도 있다(2). 결절기관지확장형은 비흡연자이고, 기저 만성폐질환이 없는 중년 또는 노년의 여성에게 호발한다. 흉부X선사진에서는 주로 중하부의 폐야에 병변들이 보인다. CT에서는 특징적으로 다병소의 원통형 기관지확장증과 동반하여 5 mm 이하의 소결절과 소엽중심부 결절과 나뭇가지발아 모양(tree-in-buds)을 보인다(Fig. 2). 이러한 소견은 조직병리학적으로 기관지확장증, 세기관지확장증, 기관지 및 세기관지 주위의 염증과 육아종 형성과 부합하는 소견이다(2, 24). 결절기관지확장형의 일부(7%)에서는 한쪽 폐에 국한하여 침범하는 경우가 있는데, 그중 21%에서 결국 양 폐로 진행하여, 이는 CT를 시행할 당시의 질병의 진행 정도와 관련이 있을 것으로 생각한다(25). 결절기관지확장형은 섬유공동병변형에 비해 상대적으로 진행 속도가 느려서 일부 환자에서는 영상의학 소견의 변화가 수년에 걸쳐 서서히 나타나기도 하며, 장기간의 추적 관찰이 필요하다. 우리나라 3차 병원에서 시행한 한 연구에서 결절기관지확장형의 비율은 2001년 56%에서 2015년 72%로 크게 증가한 반면 섬유공동병변형의 비율은 2001년 39%에서 2015년 20%로 감소하였다(8). 일본의 한 연구에서도 결절기관지확장형은 2000년 60.0%에서 2016년 84.4%로 크게 증가하였다(26).

MAB 폐질환도 섬유공동병변형과 결절기관지확장형의 두 가지 형태의 영상의학 소견을 보인다. 흉부X선사진에서 양측 여러 개의 폐엽을 침범하는 결절망상 음영과 폐엽 부피 감소와 동반한 폐경화와 공동을 보였으며, CT에서 기관지확장증 및 세기관지염의 소견이 가장 흔히 보였으며, 상엽의 부피 감소를 동반하는 폐경화와 공동 소견도 모두 보였다(Fig. 3) (27). MAB 폐질환의 CT 소견은 MAC 폐질환과 상당한 중복이 있다. 그러나 상엽의 섬유공동병변형은 MAC 폐질환에서 결절기관지확장형은 MAB 폐질환에서 더 흔히 보인다고 하였으며, 폐엽의 부피 감소, 결절, 폐경화, 얇은 벽의 공동의 소견은 MAB 폐질환보다는 MAC 폐질환에서 더 자주 보이고 있다고 하였다(28).

Fig. 2. Nodular bronchiectatic form of *Mycobacterium avium* pulmonary disease in a 58-year-old female.

A, B. Chest posteroanterior and lateral views show small patchy and nodular opacities in the mid to lower lungs, with anterior lung zone dominance.

C, D. Chest CT images reveal the nodular bronchiectatic form characterized by mild bronchiectasis, small nodules, centrilobular nodules, and branching densities in both lungs, predominantly in the right middle lobe and the lingular segments of the left upper lobe.



*M. kansasii* 폐질환은 재활성 폐결핵과 매우 유사하다. 상엽에 호발하는 섬유공동병변형이 가장 흔한 형태이며(Fig. 4), MAC 폐질환과 유사한 결절기관지확장형도 보고되고 있다(2). *M. kansasii*가 분리된 105명을 대상으로 한 연구에서, 그중 86명에서 폐질환으로 진단하였다. 영상의학 소견에 따라 섬유공동병변형은 50%에서 보였으며, 그중 95%는 단독 소견으로 나머지는 다른 소견과 동반하였으며, 결절기관지확장형은 25%에서 보였다(29).

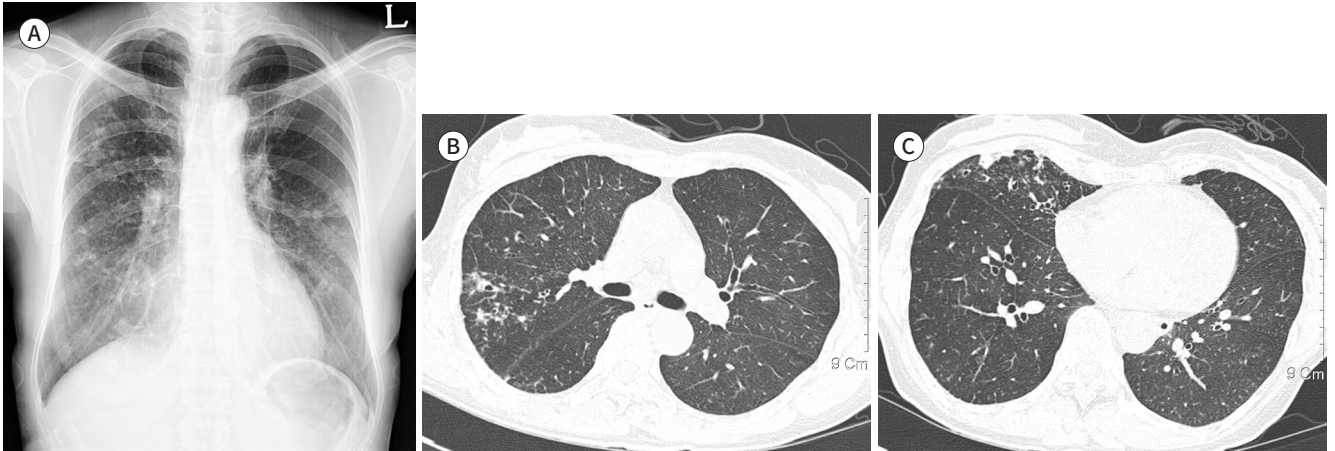
NTM 폐질환은 과민성폐렴과 유사한 형태로도 나타날 수 있다. 오염된 온수 욕조에 노출되어 발생한 경우가 보고되어 온수욕조폐(hot tub lung)라 불리고 있으나, 이는 온수 욕조 이외의 직업적 노출에서도 발생할 수 있다. 흉부X선사진과 흉부 CT에서 전체 폐에 광범위한 결절성 침윤이 보이며, CT에서 간유리 음영과 모자이크 패턴의 음영을 종종 보인다(2).

NTM 폐질환은 드물게 고립성 폐결절과 폐종괴의 형태로도 나타날 수 있다(30-32). 영상의학 소

**Fig. 3.** Nodular bronchiectatic form of *Mycobacterium abscessus* pulmonary disease in a 51-year-old female.

**A.** Chest radiograph shows patchy and nodular opacities in both lungs, with middle and lower lung zone dominance.

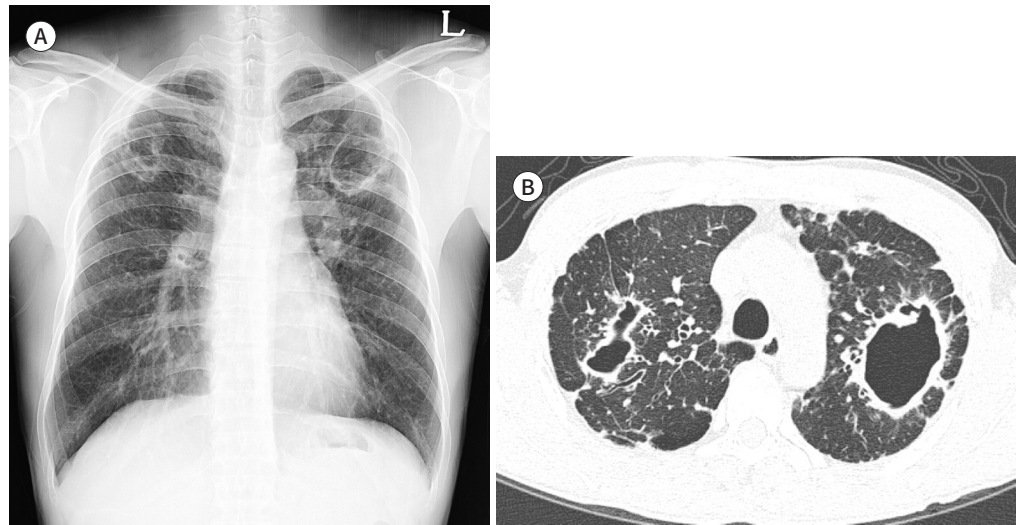
**B, C.** Chest CT images show centrilobular nodules and branching densities, lobular consolidation, and mild bronchiectasis in the right upper and middle lobes and left lingular segments.



**Fig. 4.** Fibrocavitary form of *Mycobacterium kansasii* pulmonary disease in a 39-year-old male.

**A.** Chest radiograph shows thin-walled cavitary lesions in both upper lungs.

**B.** Chest CT image shows cavitary lesions associated with irregular linear and nodular densities and multifocal low attenuation areas in adjacent areas of the cavitary lesions in both upper lobes.



견에서 고립성 폐결절이 보이면 결핵종과 폐암의 가능성을 먼저 고려하게 되고, 이어서 시행하는 조직검사에서 육아종이 보이면 결핵종일 것으로 판단하게 된다. 그러나 폐결절의 조직검사에서 육아종이 보이는 경우에 결핵종뿐 아니라 NTM 폐질환도 가능하다. NTM에 의한 고립성 폐결절은 대부분 MAC에 의한 감염으로 알려져 있다(30).

NTM 폐감염의 영상의학 소견은 정상 면역 환자군, 후천성면역결핍증 환자군, 비후천성면역결핍증 면역저하 환자군에게서 서로 다를 수 있다. 후천성면역결핍증 환자의 NTM 폐감염은 폐문부와 종격동의 괴사를 동반한 임파절 종대, 폐경화, 파종된 형태의 좁쌀 결절들, 흉막삼출 등의 소견을 좀 더 흔히 보인다(Fig. 5) (33). 비후천성면역결핍증 면역저하 환자의 NTM 폐감염은 정상 면역

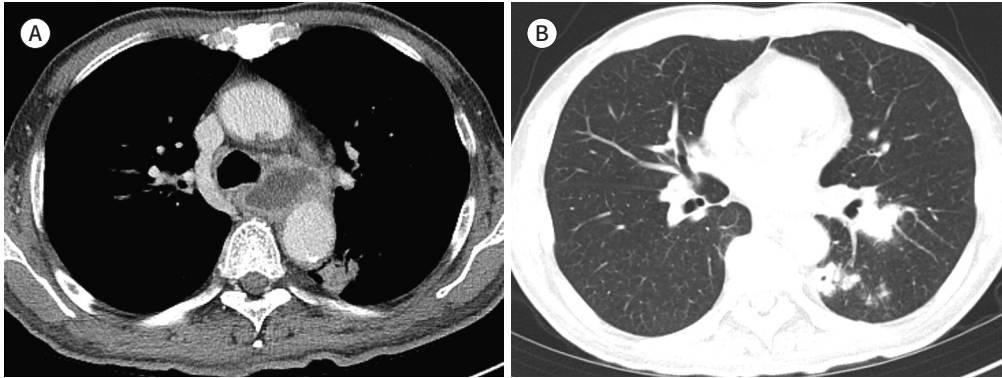


Fig. 5. Nontuberculous mycobacterial infection in a 65-year-old male with AIDS.

A. CT image with mediastinal window setting shows lymph node enlargement with internal necrotic low density and peripheral rim enhancement in the left lower paratracheal area. Nontuberculous mycobacterial infection was confirmed histologically by bronchoscopic lymph node biopsy.

B. CT image with lung window setting shows small consolidations and cavitary lesions in the left lower lobe, which are suggestive of nontuberculous mycobacterial pulmonary disease.

AIDS = acquired immunodeficiency syndrome



환자군의 NTM 폐질환과 동일하게 기관지확장증과 공동이 없는 경계가 불분명한 결절이 가장 흔한 소견이었으며, 공동이 있는 경계가 불분명한 결절들과 2 cm 이상의 불분명한 음영증가 병변들이 좀 더 흔하게 보였다(34).

NTM 폐질환 환자의 초치료군( $n = 15$ )과 재치료군( $n = 17$ )의 CT 소견을 비교한 연구에서 상당 부분 동일하나 경계 명확한 결절, 폐경화, 기관지확장, 기관지내강협착, 점액 매복, 기관지확장을 동반한 무기폐는 재치료군에서 유의하게 높은 빈도로 나타났다. 이러한 CT 소견들을 NTM 폐질환의 초치료 환자와 재치료 환자의 감별에 사용하여 정확한 진단과 치료 계획 수립에 도움을 줄 수 있다고 하였다(35).

영상의학 소견은 NTM 폐질환을 진단하는데 필수 요소이며, 더해서 NTM 폐질환의 예후와 치료 반응을 평가하는데 좋은 예측 인자일 수 있다(36-38). 영국흉부학회 진료지침은 NTM 폐질환의 치료 시작 직전과 치료 종료 시점에 치료에 대한 영상의학적 반응 평가를 위해 CT를 시행할 것을 권고하였다(13). MAC 폐질환 치료 후 39명의 객담 음전군과 20명의 객담 비음전군의 CT 소견을 비교한 연구에서 무기폐, 공동성 병변, 흉막 비후의 소견이 객담 비음전군에서 훨씬 더 빈번하고 광범위했다. 또한 기관지확장증도 객담 비음전군에서 훨씬 더 광범위했다(36). NTM 폐질환의 안정군( $n = 46$ )과 진행군( $n = 25$ )의 CT 소견을 비교한 연구에서 큰 폐경화, 공동성 병변, 4폐엽 이상의 광범위한 침범의 소견은 진행군에서 의미 있게 많았으며, NTM 폐질환의 치료 반응을 예측하는데 불량한 예후를 예측할 수 있는 인자가 될 수 있다고 하였다. 또한 폐결핵의 과거력이 있는 환자가 진행군에서 유의하게 높게 나타나, 이 또한 예후 예측에 도움을 줄 수 있다고 하였다(37). 다양한 영상의학 패턴에 따라 예후가 다를 수 있는데, 폐경화 형태를 보이는 경우가 가장 예후가 좋지 않았으며, 공동 형태를 보이는 경우는 기관지확장증 형태를 보이는 경우보다 더 나쁜 예후를 보였다(38).

## NTM 폐질환과 폐결핵의 영상의학적 감별

공중보건 관점에서 폐결핵이 NTM 폐질환보다 더 중요한 질환이다. NTM 폐질환은 폐결핵과 달리 환자를 격리하거나 접촉을 추적할 필요가 없으며 치료방법 또한 다르므로, 환자를 처음 접했을 때 NTM 폐질환과 폐결핵을 감별진단하는 것은 중요하다. 그러나 두 질환의 임상 양상이 유사하고 객담 배양에 근거한 확실한 진단에는 상당한 시간이 걸리기 때문에 두 질환을 조기에 감별진단하는 것은 어려울 수 있다(5). 따라서 조기에 NTM 폐질환과 폐결핵을 영상의학 소견에 따라 구분해 주는 것이 필요하다.

NTM 폐질환과 폐결핵의 영상의학 소견은 많은 공통점이 있다. NTM 폐질환은 폐결핵에 비해 인지되지 않는 상태에서 발병하고, 서서히 진행하며, 수개월간 변하지 않을 수 있으며, 만성적인 경과를 보이고, 진단이 늦어지는 경향이 있다. NTM 폐질환의 대표적인 두 가지 형태인 섬유공동병변형과 결절기관지확장형 중 상엽에 발생하는 섬유공동병변형은 폐결핵과 구별하기 어려운 반면 좌설분절과 우중엽에서 발생하는 결절기관지확장형은 폐결핵과의 감별진단이 비교적 용이하다.

NTM 폐질환과 폐결핵의 임상 소견과 흉부X선사진 소견을 비교한 연구에서 고령, 비흡연자, 폐결핵 치료력이 있는 환자, 흉부X선사진에서 흉막삼출을 동반하지 않고 양측 중간 또는 하부 폐를 침범한 결절기관지확장형의 소견은 NTM 폐질환을 예측할 수 있는 소견이라고 하였다(18). NTM 폐질환과 폐결핵의 CT 소견을 비교한 연구에서 폐결핵에서는 흉막 삼출, 10 mm 미만의 결절, 나뭇가지발아 모양, 공동이 유의하게 높았으며, NTM 폐질환은 기관지확장증과 낭성 변화가 유의하게 높았다(39).

섬유공동병변형의 NTM 폐질환은 주변 폐 실질의 침윤이 적은 얇은 벽의 공동을 보이며, 기관지로 파급되는 경향은 적지만 연속적으로 질병이 확산되며, 폐병변이 있는 부위의 흉막을 더 뚜렷하게 침범한다. 그러나 이러한 차이점 중 어느 것도 영상의학 소견으로 폐결핵을 구분하여 배제하기는 충분하지 않다. 더해서 NTM 폐질환은 기저 부위의 흉막질환은 자주 발견되지 않으며 흉막삼출은 드물다(2, 20). CT에서 공동을 보인 128명의 NTM 폐질환 환자와 128명의 폐결핵 환자를 대상으로 한 연구에서 NTM 폐질환에서 공동의 벽은 더 얇고 균일한 형태였다. 공동에 더해서 인접 흉막이 두꺼워지고, 불명확한 나뭇가지발아 모양의 결절, 10 mm 이하의 비공동성 결절을 동반하는 경우는 결핵보다는 NTM 폐질환을 시사한다고 하였다(40).

## 결론

NTM 폐질환의 발생률과 유병률은 우리나라를 포함하여 전 세계적으로 증가하고 있다. NTM 폐질환의 진단에 영상의학 소견은 필수 요소이며, 많은 환자에서 영상의학 소견은 NTM 폐질환을 진단하는 첫 번째 근거가 될 수 있다. 영상의학과 의사는 NTM 폐질환의 영상의학 소견을 숙지하여, NTM 폐질환의 가능성을 염두에 두고 NTM 폐질환을 감별진단에 포함시켜야 한다.

### Conflicts of Interest

Eun-Young Kang was appointed as the Guest Editor in the July issue of Journal of the Korean Society

of Radiology; however, she was not involved in the peer reviewer selection, evaluation, or decision process of this article. Otherwise, no other potential conflicts of interest relevant to this article were reported.

## Funding

None

## REFERENCES

1. Daley CL, Iaccarino JM, Lange C, Cambau E, Wallace RJ Jr, Andrejak C, et al. Treatment of nontuberculous mycobacterial pulmonary disease: an official ATS/ERS/ESCMID/IDSA clinical practice guideline. *Eur Respir J* 2020;56:2000535
2. Griffith DE, Aksamit T, Brown-Elliott BA, Catanzaro A, Daley C, Gordin F, et al. An official ATS/IDSA statement: diagnosis, treatment, and prevention of nontuberculous mycobacterial diseases. *Am J Respir Crit Care Med* 2007;175:367-416
3. Prevots DR, Marras TK. Epidemiology of human pulmonary infection with nontuberculous mycobacteria: a review. *Clin Chest Med* 2015;36:13-34
4. Jeon D. Infection source and epidemiology of nontuberculous mycobacterial lung disease. *Tuberc Respir Dis (Seoul)* 2019;82:94-101
5. Kwon YS, Koh WJ. Diagnosis of pulmonary tuberculosis and nontuberculous mycobacterial lung disease in Korea. *Tuberc Respir Dis (Seoul)* 2014;77:1-5
6. Park Y, Kim CY, Park MS, Kim YS, Chang J, Kang YA. Age- and sex-related characteristics of the increasing trend of nontuberculous mycobacteria pulmonary disease in a tertiary hospital in South Korea from 2006 to 2016. *Korean J Intern Med* 2020;35:1424-1431
7. Lee H, Myung W, Koh WJ, Moon SM, Jhun BW. Epidemiology of nontuberculous mycobacterial infection, South Korea, 2007-2016. *Emerg Infect Dis* 2019;25:569-572
8. Ko RE, Moon SM, Ahn S, Jhun BW, Jeon K, Kwon OJ, et al. Changing epidemiology of nontuberculous mycobacterial lung diseases in a tertiary referral hospital in Korea between 2001 and 2015. *J Korean Med Sci* 2018;33:e65
9. Yoon HJ, Choi HY, Ki M. Nontuberculosis mycobacterial infections at a specialized tuberculosis treatment centre in the Republic of Korea. *BMC Infect Dis* 2017;17:432
10. Yoo JW, Jo KW, Kim MN, Lee SD, Kim WS, Kim DS, et al. Increasing trend of isolation of non-tuberculous mycobacteria in a tertiary university hospital in South Korea. *Tuberc Respir Dis (Seoul)* 2012;72:409-415
11. Koh WJ, Chang B, Jeong BH, Jeon K, Kim SY, Lee NY, et al. Increasing recovery of nontuberculous mycobacteria from respiratory specimens over a 10-year period in a tertiary referral hospital in South Korea. *Tuberc Respir Dis (Seoul)* 2013;75:199-204
12. Lee SK, Lee EJ, Kim SK, Chang J, Jeong SH, Kang YA. Changing epidemiology of nontuberculous mycobacterial lung disease in South Korea. *Scand J Infect Dis* 2012;44:733-738
13. Haworth CS, Banks J, Capstick T, Fisher AJ, Gorsuch T, Laurenson IF, et al. British Thoracic Society guidelines for the management of non-tuberculous mycobacterial pulmonary disease (NTM-PD). *Thorax* 2017;72:ii1-ii64
14. Glassroth J. Pulmonary disease due to nontuberculous mycobacteria. *Chest* 2008;133:243-251
15. Hoefsloot W, van Ingen J, Andrejak C, Angeby K, Bauriaud R, Bemer P, et al. The geographic diversity of non-tuberculous mycobacteria isolated from pulmonary samples: an NTM-NET collaborative study. *Eur Respir J* 2013;42:1604-1613
16. Jhun BW, Koh WJ. Treatment of Mycobacterium abscessus pulmonary disease. *Korean J Med* 2019;94:343-352
17. Koh WJ, Kwon OJ, Jeon K, Kim TS, Lee KS, Park YK, et al. Clinical significance of nontuberculous mycobacteria isolated from respiratory specimens in Korea. *Chest* 2006;129:341-348
18. Koh WJ, Yu CM, Suh GY, Chung MP, Kim H, Kwon OJ, et al. Pulmonary TB and NTM lung disease: comparison of characteristics in patients with AFB smear-positive sputum. *Int J Tuberc Lung Dis* 2006;10:1001-1007
19. Kim HS, Lee Y, Lee S, Kim YA, Sun YK. Recent trends in clinically significant nontuberculous Mycobacteria isolates at a Korean general hospital. *Ann Lab Med* 2014;34:56-59
20. American Thoracic Society. Diagnosis and treatment of disease caused by nontuberculous mycobacteria.

- This official statement of the American Thoracic Society was approved by the Board of Directors, March 1997. Medical Section of the American Lung Association. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:S1-S25
21. Chae DR, Kim YI, Kee SJ, Kim YH, Chi SY, Ban HJ, et al. The impact of the 2007 ATS/IDSA diagnostic criteria for nontuberculous mycobacterial disease on the diagnosis of nontuberculous mycobacterial lung disease. *Respiration* 2011;82:124-129
  22. Lee JY, Choi HJ, Lee H, Joung EY, Huh JW, Oh YM, et al. Recovery rate and characteristics of nontuberculous mycobacterial isolates in a university hospital in Korea. *Tuberc Respir Dis* 2005;58:385-391
  23. Kwak N, Lee CH, Lee HJ, Kang YA, Lee JH, Han SK, et al. Non-tuberculous mycobacterial lung disease: diagnosis based on computed tomography of the chest. *Eur Radiol* 2016;26:4449-4456
  24. Jeong YJ, Lee KS, Koh WJ, Han J, Kim TS, Kwon OJ. Nontuberculous mycobacterial pulmonary infection in immunocompetent patients: comparison of thin-section CT and histopathologic findings. *Radiology* 2004; 231:880-886
  25. Choi Y, Lee KS, Kim SK, Koh WJ. Unilateral lung involvement of nodular bronchiectatic Mycobacterium avium complex pulmonary diseases: proportion and evolution on serial CT studies. *AJR Am J Roentgenol* 2019; 212:1010-1017
  26. Furuuchi K, Morimoto K, Yoshiyama T, Tanaka Y, Fujiwara K, Okumura M, et al. Interrelational changes in the epidemiology and clinical features of nontuberculous mycobacterial pulmonary disease and tuberculosis in a referral hospital in Japan. *Respir Med* 2019;152:74-80
  27. Han D, Lee KS, Koh WJ, Yi CA, Kim TS, Kwon OJ. Radiographic and CT findings of nontuberculous mycobacterial pulmonary infection caused by Mycobacterium abscessus. *AJR Am J Roentgenol* 2003;181:513-517
  28. Chung MJ, Lee KS, Koh WJ, Lee JH, Kim TS, Kwon OJ, et al. Thin-section CT findings of nontuberculous mycobacterial pulmonary diseases: comparison between Mycobacterium avium-intracellulare complex and Mycobacterium abscessus infection. *J Korean Med Sci* 2005;20:777-783
  29. Bakula Z, Kościuch J, Safianowska A, Proboszcz M, Bielecki J, van Ingen J, et al. Clinical, radiological and molecular features of Mycobacterium kansasii pulmonary disease. *Respir Med* 2018;139:91-100
  30. Lim J, Lyu J, Choi CM, Oh YM, Lee SD, Kim WS, et al. Non-tuberculous mycobacterial diseases presenting as solitary pulmonary nodules. *Int J Tuberc Lung Dis* 2010;14:1635-1640
  31. Kwon YS, Koh WJ, Kwon OJ, Lee NY, Han J, Lee KS, et al. Mycobacterium abscessus pulmonary infection presenting as a solitary pulmonary nodule. *Intern Med* 2006;45:169-171
  32. Hong SJ, Kim TJ, Lee JH, Park JS. Nontuberculous mycobacterial pulmonary disease mimicking lung cancer: clinicoradiologic features and diagnostic implications. *Medicine (Baltimore)* 2016;95:e3978
  33. Martinez S, McAdams HP, Batchu CS. The many faces of pulmonary nontuberculous mycobacterial infection. *AJR Am J Roentgenol* 2007;189:177-186
  34. Lee Y, Song JW, Chae EJ, Lee HJ, Lee CW, Do KH, et al. CT findings of pulmonary non-tuberculous mycobacterial infection in non-AIDS immunocompromised patients: a case-controlled comparison with immunocompetent patients. *Br J Radiol* 2013;86:20120209
  35. Gwak SH, Kim SJ, Cho BS, Jeon MH, Lee KM, Kim EY, et al. High resolution CT findings of nontuberculous mycobacterial pulmonary disease: comparison between the first treatment and the re-treatment group. *J Korean Soc Radiol* 2012;66:527-533
  36. Kuroishi S, Nakamura Y, Hayakawa H, Shirai M, Nakano Y, Yasuda K, et al. Mycobacterium avium complex disease: prognostic implication of high-resolution computed tomography findings. *Eur Respir J* 2008;32: 147-152
  37. Yang GE, Han H, Hong JY, Ohk TG. Comparison of CT findings of non-tuberculous mycobacterial pulmonary infection: disease stable versus progressed group. *J Korean Soc Radiol* 2018;79:57-62
  38. Shu CC, Lee CH, Hsu CL, Wang JT, Wang JY, Yu CJ, et al. Clinical characteristics and prognosis of nontuberculous mycobacterial lung disease with different radiographic patterns. *Lung* 2011;189:467-474
  39. Yuan MK, Chang CY, Tsai PH, Lee YM, Huang JW, Chang SC. Comparative chest computed tomography findings of non-tuberculous mycobacterial lung diseases and pulmonary tuberculosis in patients with acid fast bacilli smear-positive sputum. *BMC Pulm Med* 2014;14:65
  40. Kim C, Park SH, Oh SY, Kim SS, Jo KW, Shim TS, et al. Comparison of chest CT findings in nontuberculous mycobacterial diseases vs. Mycobacterium tuberculosis lung disease in HIV-negative patients with cavities. *PLoS One* 2017;12:e0174240

## 비결핵마이코박테륨 폐질환의 영상의학진단

강은영\*

비결핵마이코박테륨(nontuberculous mycobacterium; 이하 NTM) 폐질환은 우리나라를 포함하여 전 세계적으로 발생률과 유병률이 증가하고 있다. 더불어 NTM 폐질환의 임상적 중요성도 빠르게 증가하고 있으나, NTM 폐질환은 진단과 치료가 어려운 질환이다. NTM 폐질환의 진단을 위해서는 영상의학적 근거가 필수이며, 많은 환자에서 영상의학 소견은 NTM 폐질환을 진단하는 첫 번째 근거가 될 수 있다. NTM 폐질환의 영상의학 소견은 일반적으로 섬유공동병변형과 결절기관지확장형의 두 가지 형태로 구분하나, NTM 폐질환은 다양하고 비특이적인 영상의학 소견을 보일 수 있다. 영상의학과 의사는 영상의학 소견에 따라 NTM 폐질환의 가능성을 감별진단에 포함하여야 한다. 본 종설은 영상의학과 의사를 위한 NTM 폐질환의 국내 역학, 진단기준, 영상의학 소견을 중심으로 검토하였다.

고려대학교 의과대학 고려대학교 구로병원 영상의학과