



비결핵마이코박테리아 폐질환의 비약물치료: 영양, 운동, 환경 관리

박 영 목

연세대학교 의과대학 세브란스병원 호흡기내과

Non-pharmacological treatment of nontuberculous mycobacterial pulmonary disease: nutrition, exercise, and environmental management

Youngmok Park, MD

Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Internal Medicine, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: Globally, the prevalence of nontuberculous mycobacterial pulmonary disease (NTM-PD) has significantly increased. Consequently, interest in non-pharmacological treatment approaches has risen.

Current Concepts: Nutritional and immunological status plays a pivotal role in the onset, treatment, and prognosis of NTM-PD. A lower body mass index is associated with an increased disease risk. Reduced abdominal fat and hypoalbuminemia have also been linked to the progression of NTM-PD. As a result, nutritional therapy aims to overcome underweight and meet energy, protein, and micronutrient requirements. In addition, exercise, and respiratory rehabilitation are essential for patients. Moderate aerobic and strength training is recommended, while strenuous activities need to be avoided, especially in cases of hemoptysis. Environmental management includes minimizing exposure to potential NTM sources like aerosols from showers, public baths, and gardening. Recommendations include regular cleaning of showerheads, adequate bathroom ventilation, and avoiding public baths and indoor swimming. For patients with gastroesophageal reflux disease, consuming water boiled for at least 10 minutes is advised.

Discussion and Conclusion: Although antibiotics remain central to NTM-PD treatment, they may not be suitable for every patient due to their potential side effects. Therefore, a comprehensive approach encompassing nutritional management, exercise, and environmental control is essential. Continued research into developing non-pharmacological interventions remains vital for holistic treatment strategies to address NTM-PD.

Key Words: Nontuberculous mycobacteria; Nutrition therapy; Exercise therapy; Environment

Received: October 12, 2023 Accepted: October 14, 2023

Corresponding author: Youngmok Park
E-mail: 0mokfv@yuhs.ac

© 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/4.0>) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

비결핵마이코박테리아(nontuberculous mycobacteria)는 폐질환을 비롯해 림프절 감염, 피부 감염, 파종성 질환 등을 일으킨다. 비결핵마이코박테리아 폐질환은 전 세계적으로 증가하는 추세로, 국내자료에 따르면 2010년 기준 10만 명당 11.4명이던 비결핵마이코박테리아 폐질환의 유병률이 2021년에는 56.7명으로 급격히 증가하였으며, 결핵의 유병률을 처음으로 추월하였다[1]. 그러나 비결핵마이코박테리아 폐질환은 결핵과 달리 신고해야 하는 의무가 없으므로, 실제 유병률은 2-3배 높을 것으로 추측된다.

비결핵마이코박테리아는 사람에서 사람으로 전파되지는 않으나, 자연 환경에 존재하는 비결핵마이코박테리아가 공기를 통해 호흡기로 침투하여 폐질환을 일으킨다. 현재까지 알려진 감염원으로는 호수, 강, 토양 등의 자연 환경, 샤워기, 수도물, 가슴기 등의 가정환경, 배수시설, 오염된 의료기기, 제빙기 등의 병원 시설이 있다[2]. 비결핵마이코박테리아 치료의 중심에는 복합 항생제 요법이 있지만, 동반질환을 관리하고 환자의 영양면역학적 상태를 개선하며 감염원을 제어하기 위한 다학제적 접근의 필요성이 대두되고 있다[3]. 이 논문에서는 비결핵마이코박테리아 폐질환 환자에서의 영양 관리, 운동, 환경 관리 등의 비약물적 치료법에 대하여 살펴보려고 한다.

영양관리

비결핵마이코박테리아는 환경에 상재 하는 균이므로 누구나 비결핵마이코박테리아에 노출된다. 그러나 노출된 모두가 질병을 얻는 것은 아니므로 질병의 발생에 관여하는 숙주인자(host factor)를 탐색하고 이를 적절히 조절하는 것은 비결핵마이코박테리아의 예방뿐 아니라 질병의 활성도를 억제하거나 재발을 방지하는 데에 중요하다. 비결핵마이코박테리아 폐질환의 발병에 관여하는 숙주인자로는 만성 폐쇄성 폐질환(chronic obstructive pulmonary disease), 결핵, 기관지확장증(bronchiectasis) 등의 구조적 폐질환이 대표적이

며, 장기 이식이나 자가면역 질환으로 면역억제제를 복용하는 것도 주요 요인이다[2].

이에 더하여, 환자의 영양면역학적 상태가 비결핵마이코박테리아 폐질환의 발병 및 경과와 연관되어 있다는 보고가 다수 있다. 국내 자료에 따르면 체질량지수가 18.5 kg/m² 미만인 군은 그렇지 않은 군에 비해 비결핵마이코박테리아 폐질환이 발생할 위험이 높았으며, 4년 간격으로 시행한 검진에서 체질량지수가 1 kg/m² 이상 감소하는 경우 비결핵마이코박테리아 폐질환의 위험이 증가하였다(adjusted hazard ratio [aHR], 1.08) [4]. 또 다른 연구에서는, 비결핵마이코박테리아 폐질환 환자 150명을 전향적으로 추적하였을 때, 47명(31%)에서 질병이 점점 진행하였는데, 복부 지방률이 높은 그룹에 비해 보통이거나(aHR, 2.758) 낮은 그룹이(aHR, 3.084) 비결핵마이코박테리아 폐질환이 진행할 위험이 높았고, 혈청 알부민 농도가 3.5 g/dL 이하인 경우에도 동일한 결과를 보였다(aHR, 12.943) [5].

비결핵마이코박테리아 폐질환 환자의 영양 상태는 질병의 치료 및 예후 와도 밀접한 관계를 가진다. 비결핵마이코박테리아 폐질환은 12개월 이상의 장기간 복합 항생제 치료가 필요한 질환이다. 국내의 연구결과에 따르면 치료를 시작한 마이코박테리움 아비움(*Mycobacterium avium* complex) 폐질환 환자 306명 중에서 12개월 이상 약을 유지하지 못한 환자가 113명으로 36.9%에 달하였으며, 영양실조(prognostic nutritional index <45)가 치료 중단 의 의미한 위험 요소였다(aHR, 2.755) [6]. 또 다른 코호트 연구에서는 체질량지수 18.5 kg/m² 미만이 비결핵마이코박테리아 폐질환 환자의 장기간 사망에 위험 요소였다(aHR, 1.96) [7].

이렇듯, 저조한 영양면역지표는 비결핵마이코박테리아 폐질환의 발생, 진행, 예후와 밀접한 연관이 있다. 그러나 비결핵마이코박테리아 폐질환 환자는 폐가 구조적으로 손상되어 호흡 노력(work of breath)이 증가하고 기침, 피로, 호흡곤란 등으로 인해 적절한 영양 섭취가 어려우며, 장기간 복합 항생제 치료로 위장관계 및 미각 장애를 호소하는 경우가 많다. 따라서 비결핵마이코박테리아 폐질환 환자의 영양요법은 저체중을 극복하고 열량, 단백질, 미량원소의 증가된 요

구량을 충족하는 방향으로 권고된다[8]. 만성 호흡기질환 환자에서 영양학적 중재가 체중 증가, 운동 능력 개선, 삶의 질 향상을 보였다는 근거가 확립되어 있으므로[9], 비결핵마이코박테리아 폐질환 환자에서도 이에 준하는 수준에서 전문가의 의견에 근거하여 권고하고 있다.

구체적 지침으로는 같은 식재료라도 열량을 높이는 방식으로 조리할 것을 권고하며, 소량씩 여러 번 섭취하여 섭식 장애를 최소화하도록 권고한다[8]. 과일, 야채, 생선, 콩류, 견과류 및 통 곡물 제품의 충분한 섭취를 권장하며, 정제 곡물, 붉은 고기, 고지방식품의 섭취를 지양하도록 권장한다[10]. 정규 식사 사이에 영양보충 음료를 추가로 섭취하는 것도 대안이 될 수 있다. 그러나 비결핵마이코박테리아 폐질환 환자를 대상으로 적절한 영양학적 평가지표의 종류나 영양보충의 효과를 확인한 연구는 매우 제한적이어서 향후 추가 연구가 필요하다.

운동

비결핵마이코박테리아 폐질환 환자의 다수는 고령이며 만성 폐쇄성 폐질환이나 기관지확장증 등의 만성 호흡기질환을 동반한다[11]. 만성 호흡기 질환 환자는 과도한 객담을 호소하는 경우가 많은데, 이는 삶의 질을 저하시킬 뿐 아니라 반복적인 감염의 위험인자가 되고, 결국 만성 기도 질환의 악화를 초래한다[12]. 따라서 전문가들은 비결핵마이코박테리아 폐질환 환자에게 기도 청소 요법(airway clearance therapy)을 시행하도록 권장한다. 구체적으로는 자가 유도 배출법(autogenic drainage), 입술을 오므린 호흡법(pursed-lip breathing), 허프 기침(huffing cough) 등이 있으며, 지속적 양압기(positive expiratory pressure device)나 진동식 지속적 양압기(oscillating positive expiratory pressure device)의 규칙적 사용을 들 수 있다.

비결핵마이코박테리아 폐질환을 대상으로 수행한 호흡재활 및 운동요법 연구의 근거는 쉽게 찾아보기 힘들다. 그러나 만성 폐쇄성 폐질환과 기관지확장증 환자에서 호흡재활 및 운동요법은 호흡곤란이나 피로 등의 증상은 물론이고 감

정 상태를 포함한 삶의 질을 전반적으로 개선하는 것으로 나타났다[13,14]. 따라서 비결핵마이코박테리아 폐질환 환자에게 적절한 운동과 호흡재활을 적극 권유하는 것이 필요하다. 유산소 운동과 함께 근력운동을 적절히 병행하도록 권고하나, 신체적으로 무리가 갈 정도의 운동은 반드시 피해야 한다. 또한, 비결핵마이코박테리아 폐질환 환자에서 객혈을 동반하는 경우에는 상체 운동을 삼가고 당분간 안정을 취하도록 한다[10].

환경 관리

비결핵마이코박테리아는 우리의 주변에 상재하는 균이므로 감염원을 규명하고 노출을 최소화하는 것이 필수적이다. 비결핵마이코박테리아 폐질환의 발병에 여러 환경 인자들이 관련되어 있다는 연구는 다양하다. 대표적으로는 샤워 시 발생하는 에어로졸, 분무기 사용, 공중 목욕탕의 잦은 이용, 실내 수영, 잦은 원예활동 등이 있다[15]. 그러나 이 모든 감염원을 현실에서 완벽히 조절한다는 것은 거의 불가능하다. 간혹 환경인자 조절에 너무 몰두한 나머지 오히려 스트레스를 호소하는 환자도 있다. 따라서 환자들이 실천 가능한 수준에서 생활 습관을 교정할 수 있도록 적절히 안내하는 것이 필요하다.

샤워기는 비결핵마이코박테리아 폐질환의 발생과 연관이 높다고 알려져 있다[16]. 전문가들은 샤워기를 식초나 락스를 이용하여 적절히 세척하거나 주기적으로 교환하는 방법을 권고하며, 무엇보다 욕실을 충분히 환기 시키고 샤워 시간을 짧게 하는 것이 중요하다고 입을 모은다[10]. 공중목욕탕의 사우나나 실내 수영 역시 비결핵마이코박테리아 폐질환과 연관성이 있어 권고하지 않는다[17,18].

비결핵마이코박테리아 폐질환 환자는 위식도역류병(gastroesophageal reflux disease)을 동반하는 경우가 많다. 국내에서도 위식도역류병이 비결핵마이코박테리아 폐질환의 발생과 연관되어 있다는 연구결과가 있는데, 그 기전으로는 음용수에 존재하는 비결핵마이코박테리아가 인후두 역류(laryngopharyngeal reflux)를 통해 폐로 들어가 폐질환

을 일으킨다고 여겨진다[19]. 그러므로 환자들은 음용수의 선택에도 주의를 기울일 필요가 있다. 시판하는 생수나 필터를 통과시킨 물에서 비결핵마이코박테리아가 검출되었다는 연구가 있으므로[20,21], 음용수는 10분 이상 충분히 끓여서 마실 것을 권고한다.

반면에 *Mycobacterium intracellulare*는 물에서는 검출되지 않는 것으로 알려져 있다[22]. 비결핵마이코박테리아 폐질환의 원인균이 *M. intracellulare*라면 물과 관련한 환경인자의 조절보다는 흡연이나 원예활동을 피하는 것을 우선적으로 권고해야 한다. 불가피하게 원예활동을 해야 한다면, 작업 시 물을 뿌려 흙을 축축하게 한 상태에서 마스크를 착용하고 시행할 것을 권고한다[10].

결론

복합 항생제를 이용한 비결핵마이코박테리아 폐질환의 치료 성적은 아직 만족스럽지 못한 부분이 많다[23,24]. 또한 많은 환자들이 장기간 항생제를 복용하는 과정에서 다양한 부작용을 경험한다. 따라서 생활환경에서의 비결핵마이코박테리아 노출을 적절히 관리하고, 영양 보충, 운동, 호흡재활 등을 통해 질병의 경과나 예후를 개선하려는 비약물적 치료의 병행이 필요하다. 다학제적 접근을 통한 포괄적 관리가 중요한 이유이다. 비결핵마이코박테리아 폐질환에서 비약물적 치료의 중요성과 역할에 대해서는 아직 알려지지 않은 바가 많으므로, 향후 많은 연구가 필요할 것이다.

찾아보기말: 비결핵마이코박테리아; 영양요법; 운동요법; 환경 관리

ORCID

Youngmok Park, <https://orcid.org/0000-0002-5669-1491>

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Kim JY, Kwak N, Yim JJ. The rise in prevalence and related costs of nontuberculous mycobacterial diseases in South Korea, 2010-2021. *Open Forum Infect Dis* 2022;9:ofac649.
- Jeon D. Infection source and epidemiology of nontuberculous mycobacterial lung disease. *Tuberc Respir Dis (Seoul)* 2019; 82:94-101.
- Faverio P, De Giacomi F, Bodini BD, et al. Nontuberculous mycobacterial pulmonary disease: an integrated approach beyond antibiotics. *ERJ Open Res* 2021;7:00574-2020.
- Song JH, Kim BS, Kwak N, Han K, Yim JJ. Impact of body mass index on development of nontuberculous mycobacterial pulmonary disease. *Eur Respir J* 2021;57:2000454.
- Kim SJ, Yoon SH, Choi SM, et al. Characteristics associated with progression in patients with of nontuberculous mycobacterial lung disease : a prospective cohort study. *BMC Pulm Med* 2017;17:5.
- Moon SW, Lee EH, Choi JS, et al. Impact of prognostic nutritional index on outcomes in patients with Mycobacterium avium complex pulmonary disease. *PLoS One* 2020; 15:e0232714.
- Jhun BW, Moon SM, Jeon K, et al. Prognostic factors associated with long-term mortality in 1445 patients with nontuberculous mycobacterial pulmonary disease: a 15-year follow-up study. *Eur Respir J* 2020;55:1900798.
- Youssefnia A, Pierre A, Hoder JM, et al. Ancillary treatment of patients with lung disease due to non-tuberculous mycobacteria: a narrative review. *J Thorac Dis* 2022;14:3575-3597.
- Schols AM, Ferreira IM, Franssen FM, et al. Nutritional assessment and therapy in COPD: a European Respiratory Society statement. *Eur Respir J* 2014;44:1504-1520.
- Kang YA, Kim S, Park Y, Ryu WK, Chung E. What is the nontuberculous mycobacterial pulmonary disease? *NTM-KOREA*; 2022.
- 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.
- Flume PA, Chalmers JD, Olivier KN. Advances in bronchiectasis: endotyping, genetics, microbiome, and disease heterogeneity. *Lancet* 2018;392:880-890.
- McCarthy B, Casey D, Devane D, Murphy K, Murphy E, Lacasse Y. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;2015: CD003793.
- Lee AL, Gordon CS, Osadnik CR. Exercise training for bronchiectasis. *Cochrane Database Syst Rev* 2021;4:CD013110.
- Prevots DR, Marshall JE, Wagner D, Morimoto K. Global epidemiology of nontuberculous mycobacterial pulmonary disease: a review. *Clin Chest Med* 2023;44:675-721.
- Tzou CL, Dirac MA, Becker AL, et al. Association between Mycobacterium avium complex pulmonary disease and

- mycobacteria in home water and soil. *Ann Am Thorac Soc* 2020;17:57-62.
17. Prevots DR, Adjemian J, Fernandez AG, Knowles MR, Olivier KN. Environmental risks for nontuberculous mycobacteria: individual exposures and climatic factors in the cystic fibrosis population. *Ann Am Thorac Soc* 2014;11:1032-1038.
 18. Park Y, Kwak SH, Yong SH, et al. The association between behavioral risk factors and nontuberculous mycobacterial pulmonary disease. *Yonsei Med J* 2021;62:702-707.
 19. Kim Y, Yoon JH, Ryu J, et al. Gastroesophageal reflux disease increases susceptibility to nontuberculous mycobacterial pulmonary disease. *Chest* 2023;163:270-280.
 20. Cerna-Cortes JF, Cortes-Cueto AL, Villegas-Martínez D, et al. Bacteriological quality of bottled water obtained from Mexico City small water purification plants: incidence and identification of potentially pathogenic nontuberculous mycobacteria species. *Int J Food Microbiol* 2019;306:108260.
 21. Rodgers MR, Blackstone BJ, Reyes AL, Covert TC. Colonisation of point of use water filters by silver resistant non-tuberculous mycobacteria. *J Clin Pathol* 1999;52:629.
 22. Wallace RJ Jr, Iakhiaeva E, Williams MD, et al. Absence of *Mycobacterium intracellulare* and presence of *Mycobacterium chimaera* in household water and biofilm samples of patients in the United States with *Mycobacterium avium* complex respiratory disease. *J Clin Microbiol* 2013;51:1747-1752.
 23. Kwak N, Park J, Kim E, Lee CH, Han SK, Yim JJ. Treatment outcomes of *Mycobacterium avium* complex lung disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin Infect Dis* 2017; 65:1077-1084.
 24. Kwak N, Dalcolmo MP, Daley CL, et al. *Mycobacterium abscessus* pulmonary disease: individual patient data meta-analysis. *Eur Respir J* 2019;54:1801991.

Peer Reviewers' Commentary

이 논문은 비결핵마이코박테리아 폐질환의 비약물요법인 영양요법, 운동요법, 환경 관리에 대하여 최신문헌을 바탕으로 이론적 근거와 권고 사항을 정리한 논문이다. 비결핵마이코박테리아 폐질환은 장기간의 병합 항생제 사용에도 치료 성적이 좋지 못하고 재발이 잦다. 또한 많은 환자가 장기간 항생제 사용에 따른 부작용으로 치료를 도중에 중단하기도 한다. 이러한 측면에서 비결핵마이코박테리아의 노출을 줄이는 환경 관리, 그리고 면역 상태를 개선하여 질병의 발생과 악화를 줄이기 위한 노력이 중요하다. 이 논문에서는 영양, 운동, 그리고 환경인자와 관련된 기존의 연구 결과를 바탕으로, 일선 진료 현장에서 쉽게 활용할 만한 권고안을 잘 정리하여 설명해 주고 있다. 이 논문은 대표적인 난치성 호흡기 질환인 비결핵마이코박테리아 폐질환 환자를 치료하고 상담하는 임상 현장에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]