

발 간 등 록 번 호

11-1790387-100533-01

소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료지침

2026

Mycoplasma pneumoniae Infection



대한소아청소년과학회
The Korean Pediatric Society



대한소아감염학회
The Korean Society of Pediatric Infectious Diseases



대한 소아알레르기 호흡기학회
Korean Academy of Pediatric Allergy and Respiratory Disease



대한소아응급의학회
Korean Society of Pediatric Emergency Medicine



대한소아중환자학회
Korean Society of Pediatric Critical Care Medicine



대한진단검사의학회
Korean Society for Laboratory Medicine



질병관리청

[비매품]

본 마이코플라스마 감염증 진료지침은 다음 학회 및 단체의 승인을 받았다.

질병관리청, 대한소아청소년과학회, 대한소아감염학회, 대한 소아알레르기 호흡기학회,
대한소아응급의학회, 대한소아중환자의학회, 대한진단검사의학회

이 책자는 일선 마이코플라스마 감염증 진료현장에서 활용할 목적으로
대한소아청소년과학회와 여러 유관 학회 및 질병관리청이 협력하여
발간·제작되었습니다.

머 리 말

폐렴은 전 세계적으로 소아 사망의 흔한 원인이 되는 감염 질환입니다. 다행히 우리나라에서는 폐렴으로 사망하는 소아가 드물지만, 여전히 외래와 응급실의 방문, 또한 입원의 매우 흔한 원인 질환입니다.

소아청소년에서 발생하는 지역사회 폐렴의 원인 병원체는 크게 바이러스, 세균, 마이코플라스마 폐렴균 등으로 분류하고 증상의 중증도에 따라 치료가 결정됩니다. 이 중 마이코플라스마 폐렴균에 의한 폐렴은 학동기 소아청소년에 주로 발병합니다. 우리나라에서는 연중 산발적으로 발생하는 경우도 있지만 매 3-4년을 주기로 유행하는 경향을 보이고 있습니다. 치료는 대증치료 및 항생제 치료를 합니다. 마이코플라스마 폐렴균은 세포벽이 없어 베타락탐계 항생제에 효과가 없으므로 마크로라이드 계열의 항생제를 1차 표준 치료제로 추천합니다. 그러나 최근 우리나라에서는 마크로라이드 계열에 내성이 있는 균이 확산되어 마크로라이드 내성이 70-80%에 달하며 치료 대안으로 테트라사이클린, 플루오로퀴놀론 사용이 고려되지만, 소아 연령 제한 및 부작용 등의 문제가 대두되었습니다.

이에, 적절한 마이코플라스마 폐렴균 감염증에 대한 치료 지침이 필요하게 되었습니다. 국내에서는 2019년에 소아 마크로라이드 불응성 중증 마이코플라스마 폐렴 치료 지침을 개발 배포한 적 있으나, 코로나19 팬데믹 이후에 2023년 하반기부터 2024년에 마이코플라스마 폐렴균 감염증이 국내외에서 크게 유행하며, 항생제 내성 문제가 더욱 부각되었습니다. 특히, 환자 수의 급격한 증가 및 중증 환자의 발생과 관련하여 보건당국의 대응 및 의료기관의 진료, 전원 기준 등에 대한 체계적인 지침이 필요한 상황이 도래하였습니다.

이제, 본 2025년 소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료지침을 작성하여 배포하고자 합니다. 본 지침이 일선에서 마이코플라스마 폐렴균 감염증 환자들을 진료하시는 의료진 여러분께 실질적인 도움이 되기를 바라며, 향후 국가적 차원의 체계적인 대응을 뒷받침하고, 환자들이 보다 신속하고 적절한 치료를 받을 수 있는 기반이 되기를 바랍니다.

2025년 12월

소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 감염증 지침 위원 일동

인 사 말

코로나19 기간 중 발생이 크게 감소했던 호흡기감염병들이 다시 유행하는 양상을 보이고 있습니다. 특히 마이코플라스마 폐렴균 감염증은 2023년 하반기부터 증가하기 시작하여 2024년 한 해 동안 크게 유행하면서, 질병관리청에서 표본감시를 시작한 이후 가장 많은 입원환자 발생을 보였습니다.

질병관리청은 마이코플라스마 폐렴균 감염증 유행에 대응하기 위해, 유관 학회 및 관계부처와 협력하여, 처음으로 마이코플라스마 폐렴균 감염증 유행주의보를 발령하였습니다. 아울러, 기존 급여체제에서 제외되었던 2차 약제의 급여기준을 마련하고, 「소아 마크로라이드 불응성 마이코플라스마 폐렴 항생제 치료지침(개정판)」 안내 및 2차 약제 사용 관련 안내문을 제공하여 의료현장의 진료를 지원하고 유행에 대응해 왔습니다.

전문학회와 관계부처의 긴밀한 협조와 의료진들의 노력 덕분에, 감시체계 운영 이래 가장 큰 규모로 발생했던 마이코플라스마 폐렴균 감염증 유행을 지날 수 있었습니다.

하지만, 큰 유행을 겪으면서 국내 마이코플라스마 폐렴균의 마크로라이드계 항생제 내성을 증가, PCR 검사의 보편화 등 변화된 병원체 특성과 임상 환경에 맞는 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 지침의 필요성은 더욱 커졌습니다.

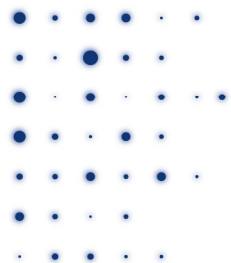
이러한 시기에, 질병관리청에서 대한소아청소년과학회 등 관련 학회들과 함께 과학적 근거와 현장의 의견을 종합하여 「소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료지침」을 마련하게 되어 기쁘게 생각하며, 지침 개발에 참여해주신 위원분들과 위원장님께 진심으로 감사의 말씀을 전합니다.

지침에 수록된 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진단 및 중증도 판단 기준, 항생제 사용 가이드라인, 진료 및 전원 기준 등은 1차 의료기관부터 상급종합병원까지 모든 의료기관에서 마이코플라스마 폐렴균 감염증 환자를 신속하게 평가하고 적절한 치료방향을 결정하는데 큰 도움이 될 것으로 기대합니다.

질병관리청은 앞으로도 유관 학회 및 일선 현장의 의료진들과 긴밀하게 소통하며, 실효성 있는 정책을 마련하고 변화하는 감염병 발생에 선제적으로 대응해 나가겠습니다.

감사합니다.

2025년 12월
질병관리청장 임승관



**소아청소년
마이코플라스마
폐렴균 감염증
진료지침**

2026



목차(Contents)

소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료지침 2026

- 서론 2
- 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 지침 개발 참여 위원 4

PART

I

마이코플라스마 폐렴균 감염증 진단 및 중증도 판정 기준 5

1. 소아청소년 마이코플라스마 폐렴의 유행현황 6
2. 소아청소년 마크로라이드 불응성 마이코플라스마 폐렴의 국내외 유행 현황 6
3. 마이코플라스마 폐렴의 진단 11
4. 마이코플라스마 폐렴 중증도 판정과 전원 기준 15

PART

II

마이코플라스마 폐렴균 감염증 항생제 가이드라인 21

1. 국내 소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 감염증 치료 시 항생제 권고안 요약 · 22
2. 핵심질문에 따른 권고 및 근거 요약 24

PART

III

의료기관 종별 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 및 전원 기준 45

1. 의료기관 종별에 따른 진단 및 치료 46
2. 의료기관 종별 중증도에 따른 환자 배치(disposition) 및
응급실/중환자실 포함한 진료흐름도, 전원 권고안 제시 49
3. 비약물적 보조요법 및 합병증 관리방안 60

서론

마이코플라스마 폐렴균은 주로 학동기 아동에서 상·하기도 감염 및 폐렴을 유발하며 드물게 심각한 합병증(뇌염, 심근염 등)을 동반합니다. 치료는 대증치료 및 마크로라이드 항생제 치료를 합니다. 국내에서 마이코플라스마 폐렴균의 마크로라이드 내성 70~80%에 달하며 치료 대안으로 테트라사이클린, 플루오로퀴놀론 사용 가능하나, 소아에서 사용 연령 제한 및 부작용 문제가 대두되었습니다. 이에, 적절한 마이코플라스마 폐렴균 감염증에 대한 치료 지침이 필요하게 되었습니다. 국내에서는 2019년에 소아 마크로라이드 불응성 중증 마이코플라스마 폐렴 치료 지침을 개발 배포한 적 있으나, 코로나19 팬데믹 이후에 2023년 하반기부터 2024년에 마이코플라스마 폐렴균 감염증이 해외뿐 아니라 국내에서도 크게 유행하며, 항생제 내성 문제가 지속적으로 대두되고, 특히 환자의 급속한 증가 및 중증 환자의 발생과 관련하여 의료기관 진료 및 전원 기준 등에 대한 지침이 필요한 상황이 도래하였습니다.

1. 진료지침 개발 방법

마이코플라스마 폐렴균 감염증의 진단과 치료에 관련한 전문가(소아감염, 소아호흡기학, 소아응급의학, 소아중환자의학, 진단검사의학)로 위원을 구성하여

- 1) 마이코플라스마 폐렴균 감염증의 진단, 중증도 평가 체계 검토
- 2) 항생제 치료 가이드라인 작성
- 3) 의료기관 종별 진료 및 전원 기준 등에 대하여 문헌 고찰을 수행하였습니다. 또한, 국내 의료현장의 현실을 반영하기 위하여 1,2차 의료기관 일선 의사들을 대상으로 인터뷰를 수행하였으며 소아 마이코플라스마 폐렴균 감염증을 주로 진료하는 전국의 의료진을 대상으로 설문조사를 실시하여 분석하였습니다.

2019년에 발표되었던 “소아 마크로라이드 불응성 중증 마이코플라스마 폐렴 치료 지침”에서는 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 시행하고 GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation) 방법론을 적용하여 근거수준 및 권고 등급을 제시하였습니다. 그 후, 2020년 초부터 2023년 5월 까지 코로나19 팬데믹 동안 마이코플라스마 폐렴균의 유행이나 추가 보고된 연구 자료가 부족한 상태에서 2024년 본 지침의 작업을 수행하였습니다.

이에, 기존의 소아청소년에서의 지역사회 폐렴 지침, 다른 나라의 마이코플라스마 폐렴균 감염증에 대한 지침 등을 조사하여 국내 상황에 맞게 적용하고 의료기관 종별 진료 및 전원 기준을 추가하였습니다. 본 과정에서 소아감염, 소아호흡기학, 소아응급의학, 소아중환자의학, 진단검사의학 분야의 전문가들이 의견을 모아 팀별로 회의 및 초안을 작성하고, 총 8회에 걸친 전체 위원 회의를 통하여 합의를 도출하여 전문가 권고안의 형태로 작성하였습니다.

2. 개정된 마이코플라스마 폐렴균 진료지침의 승인 및 활용

마이코플라스마 폐렴균 진료지침 연구진이 마련한 안에 대하여 유관학회 및 단체의 승인을 얻었습니다.

본 진료지침은 기존의 지침들과 최근의 연구 결과들을 토대로 우리나라의 현실에 가장 적합한 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 및 관리 방법을 제시하고자 하였습니다. 그러나 개별 환자에 대한 진료행위는 담당 의사가 환자의 여러 상황을 고려하여 최종적으로 결정하여야 하며, 본 지침이 마이코플라스마 폐렴균 감염증 환자를 진료하는 의료인의 의료 행위를 제한하는 기준이 되어서는 안 됩니다.

3. 지원

본 마이코플라스마 폐렴균 진료지침은 2024년도 질병관리청 정책연구용역사업의 일환으로 진행되었습니다.

마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 지침 개발 참여 위원

위원장

김예진 (성균관의대, 대한소아청소년과학회)

위원

— 감염증 진단, 중증도 평가체계

양현종	(순천향의대, 대한소아알레르기 호흡기학회)
성흥섭	(울산의대, 대한진단검사의학회)
유인영	(가톨릭의대, 대한진단검사의학회)
장광천	(국민건강보험 일산병원, 대한소아알레르기 호흡기학회)
조혜경	(이화의대, 대한소아감염학회)
최영준	(고려의대, 대한소아감염학회)

— 항생제 치료

최수한	(부산의대, 대한소아감염학회)
곽병욱	(한림의대, 대한소아감염학회)
김환수	(가톨릭의대, 대한소아알레르기 호흡기학회)
양은애	(충남의대, 대한소아알레르기 호흡기학회)
이준기	(충북의대, 대한소아감염학회)

— 의료기관 종별 진단 및 전원기준


은병욱	(을지의대, 대한소아감염학회)
김경훈	(서울의대, 대한소아알레르기 호흡기학회)
윤서희	(연세의대, 대한소아응급의학회)
이봉진	(서울의대, 대한소아중환자의학회)
이정용	(울산의대, 대한소아응급의학회)
이 은	(전남의대, 대한소아알레르기 호흡기학회)



PART



마이코플라스마 폐렴균 감염증 진단 및 중증도 판정 기준

-
1. 소아청소년 마크로라이드 불응성 마이코플라스마 폐렴의 국내외 유행 현황
 2. 마이코플라스마 폐렴의 진단
 3. 마이코플라스마 폐렴 중증도 판정과 전원 기준
- 

PART



마이코플라스마 폐렴균 감염증 진단 및 중증도 판정 기준

마이코플라스마 폐렴 진단은 분자 진단 기술 또는 신속 항원법을 사용한다.

중증도 판정 및 상급 기관 전원 판단은 여러 가지 환자의 상태를 파악하여 결정하여야 하며, 전신 상태(의식, 식이, 활동, 탈수), 연령에 따른 호흡수 등의 활력 징후, 호흡곤란 정도, 청색증, 산소 포화도, 흉부 영상에서 폐렴의 범위, 흉막삼출액의 양 등에 따른 종합적인 판단을 해야 한다.

1. 소아청소년 마이코플라스마 폐렴의 유행현황

마이코플라스마 폐렴은 학동기 소아에서 흔한 지역사회 획득 폐렴의 원인으로, 국내에서는 약 3-7년 주기로 반복적인 유행이 발생해 왔다. 특히 2024년에는 질병관리청 감시체계 도입 이후 최대 입원 환자가 발생하며, 유행주의보가 발령될 정도로 대유행이 지속되었다. 전체 입원 환자의 약 70% 이상이 1-12세 소아였고, 마크로라이드 내성률은 2023년 68.8%에서 2024년 83.4%로 증가하였다. 이러한 높은 유병률과 내성률은 국내 소아 진료 현장에서 마이코플라스마 감염에 대한 진단, 중증도 평가 및 항생제 선택의 어려움을 가중시키고 있다.

2. 소아청소년 마크로라이드 불응성 마이코플라스마 폐렴의 국내외 유행 현황

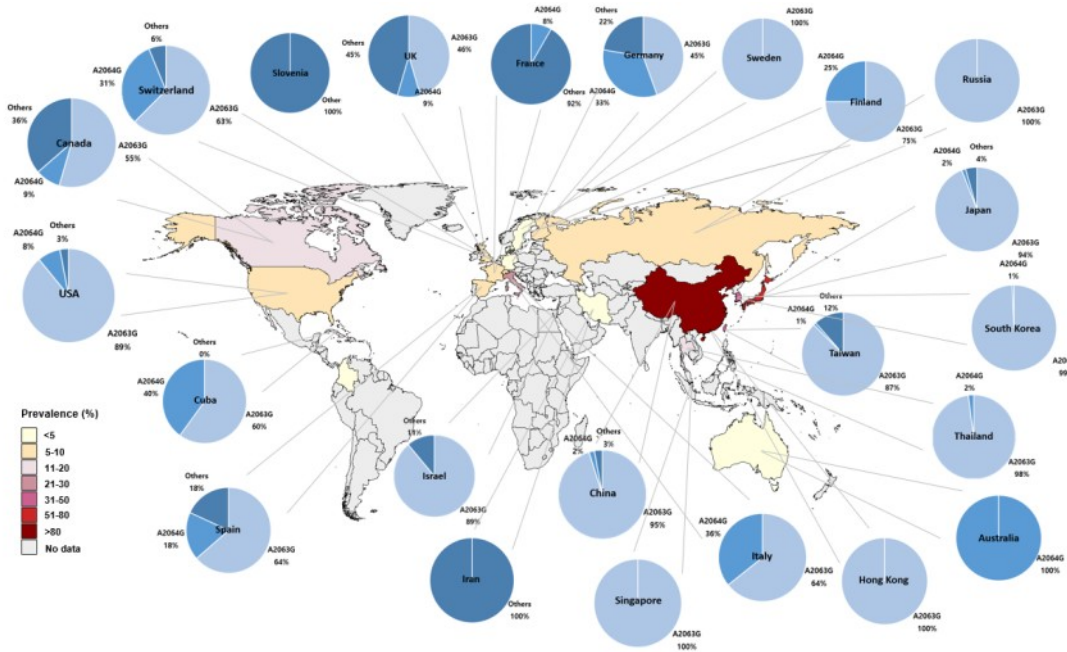
가. 2022년 이전 국내외 유행 현황

전 세계 26개 국가에서 출간된 150편의 논문에 대한 체계적 문헌고찰¹⁾²⁾³⁾ 결과, 마크로라이드 불응성 마이코플라스마 폐렴의 유병률이 전 세계적으로 증가하는 추세(2000년 18.2%, 2010년 41.0%, 2019년 76.5%)이며, 이러한 급증은 주로 중국(90-100%), 일본(87%), 한국(84.6%)과 같은 아시아에서의 유병률 급증에 기인한다(그림 1, 2).

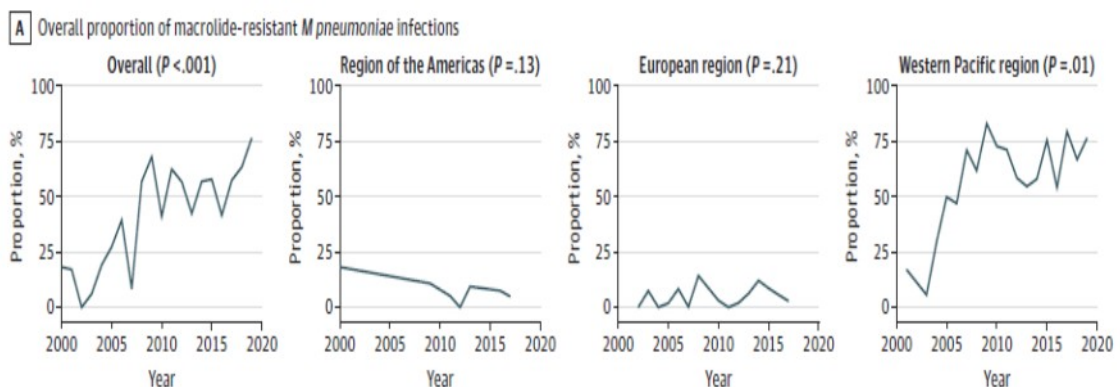
- 1) Kim K, Jung S, Kim M, Park S, Yang HJ, Lee E, et al. Global trends in the proportion of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infections: a systematic review and meta-analysis. JAMA Netw Open. 2022;5:e2220949.
- 2) Roh EJ, Lee MH, Lee JY, et al. Analysis of national surveillance of respiratory pathogens for community-acquired pneumonia in children and adolescents. BMC Infect Dis. 2022;22(1):330.
- 3) Sung M, Roh EJ, Lee ES, et al. Assessment of variables associated with prolonged admission duration in children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia. Clin Respir J. 2022;16(11):756-767.

📍 마크로라이드 불응성 마이코플라스마 폐렴 유병률은 서태평양지역(53.4%), 중동지역(9.8%), 북미(8.4%), 유럽(5.1%) 순으로 중국, 일본, 한국에서 가장 높았다.

📍 전 세계적으로 A2063G 점돌연변이가 96.8%로 가장 높았고, A2064G는 4.8%이었다.



[그림 1] Map of the Proportion of Macrolide-Resistant *Mycoplasma pneumoniae* Infections by Country

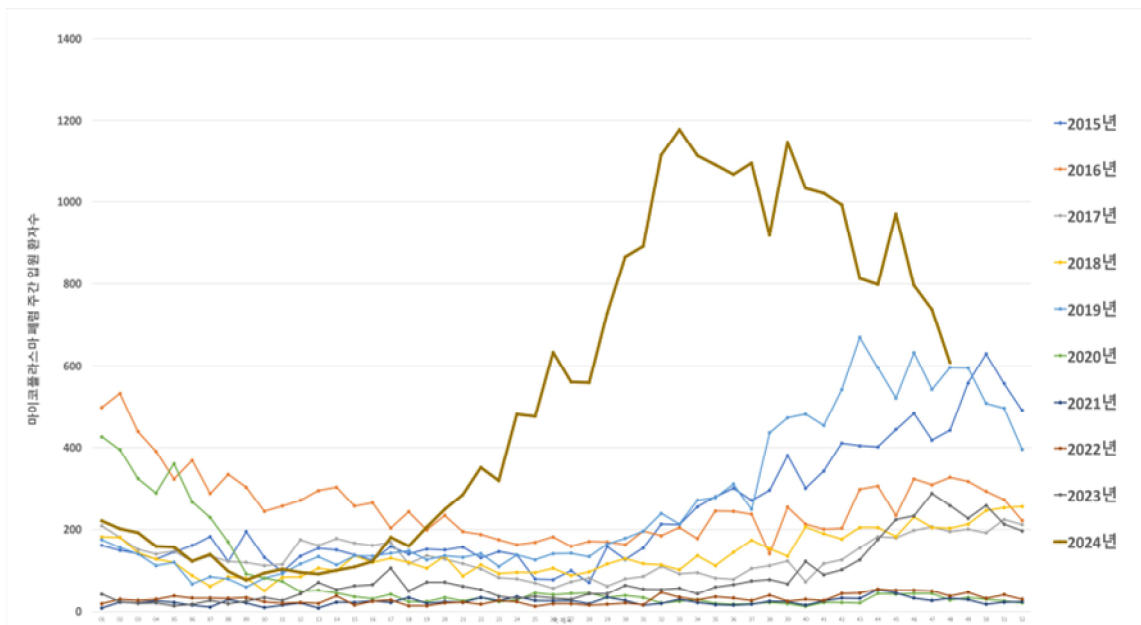


[그림 2] Proportion of Macrolide-Resistant *Mycoplasma pneumoniae* Infections Worldwide

나. 2022년 이후 국내외 유행 현황

(1) 국내 유행 현황

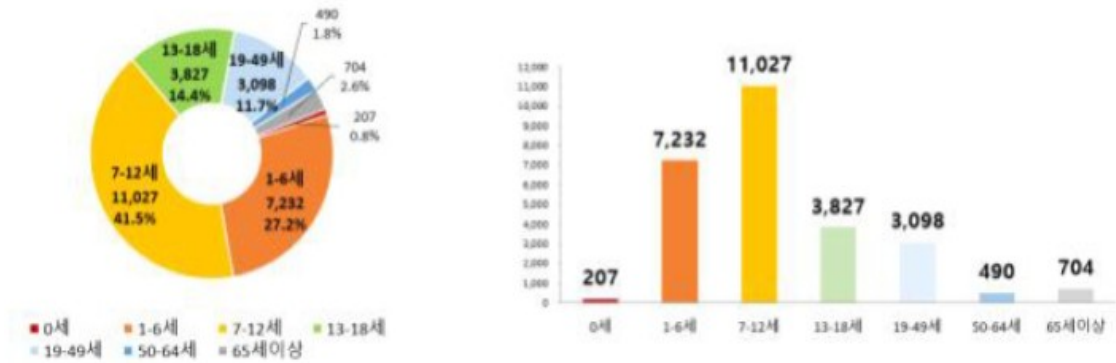
- ④ 2024년도에는 질병관리청의 급성호흡기감염증 표본감시(ARI, 2010~) 및 세균성급성호흡기감염증 병원체 감시사업(ARI Net, 2009~)이 시작된 이후 가장 많은 마이코플라스마 폐렴 주간 입원환자가 발생하였다.
- ④ 마이코플라스마 폐렴 주간 입원환자 수가 5월 4주부터 2주 연속 250명 이상 발생이 지속함에 따라, 2024년 6월 24일 마이코플라스마 폐렴균 감염증 유행주의보가 발령되었다.
- ④ 유행주의보 발령 이후 현재(2024년 11월 4주)까지 마이코플라스마 폐렴 주간 입원환자 600명 이상 유지되는 대유행이 발생하였고, 2025년 2월 7일 마이코플라스마 폐렴 유행주의보가 해제되었다. (그림 3).



[그림 3] 2015-2024년도 마이코플라스마 폐렴 주간 입원환자 수

(질병관리청 감염병통계 포털, <https://dportal.kdca.go.kr/pot/is/st/ari.do>)

2024년 마이코플라스마 폐렴 입원환자(26,585명) 중 1-12세 이하 소아 연령이 68.7% (18,259명)로 소아 연령에서 가장 많이 발생하였다(그림 4).



[그림 4] 2024년(1-50주) 연령별 마이코플라스마 폐렴 입원환자 발생 현황
(질병관리청 감염병통계 포털, <https://dportal.kdca.go.kr/pot/is/st/ari.do>)

④ 마크로라이드계 항생제 내성률은 2023년 68.8%에서 2024년 7월 현재 83.4%로 증가 추세이다 (그림 5). 내성 관련한 내용은 제2절 마이코플라스마 폐렴균 감염증 항생제 가이드라인에 상세히 소개되어 있다.



[그림 5] 마크로라이드 항생제 내성률(질병관리청 세균분석과 ARI Net)

(2) 해외 유행 현황

📍 코로나19 대유행 이후 2023년도에 전 세계적으로 마이코플라스마 폐렴이 급증하였다.

(가) 중국

- 2023년도 중국 후난 지역의 연구 결과 70명의 소아 마이코플라스마 폐렴 환자 중 60명(85.7%)에서 마크로라이드 내성 점돌연변이(A2063G 59명, A2064G 1명)가 검출되었다.⁴⁾
- 2016-2023년 기간 동안 중국 쑤저우시 3개 병원의 후향적 차트 리뷰 결과, 2023년도 전체 소아 호흡기질환의 45.3%가 마이코플라스마 폐렴균 감염증으로 급증하였고, 마크로라이드 내성률은 97.3% 이었다.⁵⁾

(나) 미국

- 미국 남동부 텍사스 84개 의료기관 네트워크(TCH network) 데이터 분석 결과, 마이코플라스마 폐렴균 PCR 양성률이 점차 증가하여 2024년도 6월에는 18.3%이었음을 보고하였다.⁶⁾
- 2024년 10월 18일, 미국 CDC에서 2-4세 어린 소아에서의 마이코플라스마 폐렴이 7.2%로 급증하였음을 보고하였다.

(다) 덴마크

- 2016년 1월부터 2024년 4월 30일까지 마이코플라스마 폐렴균 PCR을 시행한 0-17세 모든 환자에 대한 전향적 코호트 연구 결과, 코로나19 유행 이전 시기와 비교했을 때 마이코플라스마 폐렴균 감염증과 입원이 3배 증가하였음을 보고하였다.⁷⁾

(라) 일본

- 2024년 오사카에서는 마크로라이드 내성 마이코플라스마 비율이 60.2%로 급증했으며, 이는 2018년의 17.6%에서 통계적으로 유의하게 높은 증가를 보였다.⁸⁾

4) Li FF, Lyu X, Zhang JL, Liu X, Li BH, Li BC, et al. Analysis of drug-resistance mutations and treatment of mycoplasma pneumonia in children in Hunan Province in 2023. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi*. 2024;58:2038-44.

5) Xu L, Wang P, Wang Y, Liu B, Xu X, Yang Q, et al. Epidemiological, clinical, and genotypic characteristics of pediatric *Mycoplasma pneumoniae* infections: an 8-year survey in Suzhou, China in the pre- and post-COVID-19 eras. *Front Microbiol*. 2024;15:1483152.

6) Danner MT, Binns HC, Nguyen K, Johnson C, Dunn J, Niles D, et al. Resurgence of pediatric *Mycoplasma pneumoniae* infections in Southeast Texas, Nov 2023-June 2024. *J Pediatric Infect Dis Soc*. 2024 Dec 2:piae119.

7) Dungu KHS, Holm M, Hartling U, Jensen LH, Nielsen AB, Schmidt LS, et al. *Mycoplasma pneumoniae* incidence, phenotype, and severity in children and adolescents in Denmark before, during, and after the COVID-19 pandemic: a nationwide multicentre population-based cohort study. *Lancet Reg Health Eur*. 2024;47:101103.

8) Miyashita N, Ogata M, Fukuda N, Yamura A, Ito T. Macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infection prevalence increases again in Osaka. *Respir Investig*. 2025;63(4):517-520.

3. 마이코플라스마 폐렴의 진단

마이코플라스마 폐렴균 감염증 치료에서 조기 진단은 매우 중요하다. 마이코플라스마 폐렴균의 진단은 비인두 도찰, 구인두 도찰, 객담, 기관지 세척액 및 기관지폐포 세척액 등의 호흡기에서 채취한 검체에서 P1 단백질 인코딩 유전자, 16S rRNA 유전자, CARDS 유전자, ATPase 유전자와 같은 표적 유전자의 증폭을 통해 마이코플라스마 폐렴균을 확인하거나 23S rRNA 유전자 분석을 통해 약제 내성 돌연변이를 신속하게 검출할 수 있는 다양한 분자 진단 기술(molecular diagnostic techniques)을 사용한다. 이러한 기술들은 국내에서도 널리 활용되고 있으며, 신속성, 민감도, 특이도가 매우 높아 마이코플라스마 폐렴균의 표준 진단법으로 자리 잡고 있다.⁹⁾

대부분의 분자 진단법은 비인두 도찰 검체를 비롯하여 기관지 세척액, 기관지폐포 세척액, 객담을 적합 검체로 권고하고 있으나, 일부 검사법에서는 구인두 도찰물 검체를 허용하고 있다. 특히, 일부 연구에서는 분자 진단법을 사용할 때 구인두 도찰 검체가 비인두 도찰 검체에 비해 높은 민감도를 보였다고 보고된 바 있다.¹⁰⁾ 그러나 각 검사법에 적합한 검체에 대한 논란은 여전히 존재하며, 분자 진단 및 신속항원 검사법에서 다양한 검체의 사용 적절성을 평가한 연구는 제한적이다. 따라서 각 검사 키트나 개별 검사법에서 권고하는 검체를 우선적으로 사용하는 것이 바람직하며, 검사실 내에서 각 검체의 적절성을 평가하는 과정이 이루어진다면 해당 검체의 사용을 전문의의 검토 하에 고려할 수 있다.

가. 분자 진단법(molecular assay) (표1)

중합효소연쇄반응법(polymerase chain reaction, PCR)은 마이코플라스마 폐렴균 진단의 표준 진단법으로 마이코플라스마 폐렴균의 표적 유전자에 대한 핵산 증폭 기술을 통해 실시간(real-time), 단일, 또는 다중 검출법이 사용되고 있다. P1 단백질 인코딩 유전자 검출법이 16S rRNA 유전자 검출법보다 민감도가 높은 것으로 알려져 있으며, 다양한 PCR 중에서는 최근 개발된 이중(nested) PCR이 조금 더 민감한 것으로 보고되고 있으나 임상적으로 큰 차이는 없다.¹¹⁾¹²⁾¹³⁾ 민감도가 높기

9) Wang YS, Zhou YL, Bai GN, Li SX, Xu D, Chen LN, et al. Expert consensus on the diagnosis and treatment of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children. *World J Pediatr.* 2024;20:901-14.

10) Leber AL, Oyeniran SJ, Wang H. Reduced sensitivity of a multiplex commercial respiratory panel for detection of *Mycoplasma pneumoniae* is due to specimen type. *J Clin Microbiol.* 2024;62:e01139-24.

11) Gao L, Sun Y. Laboratory diagnosis and treatment of *Mycoplasma pneumoniae* infection in children: a review. *Ann Med.* 2024;56:2386636.

12) Bernet C, Garret M, de Barbeyrac B, Bebear C, Bonnet J, et al. Detection of *Mycoplasma pneumoniae* by using the polymerase chain reaction. *J Clin Microbiol.* 1989;27:2492-6.

13) Loens K, Ursi D, Goossens H, Ieven M. Molecular diagnosis of *Mycoplasma pneumoniae* respiratory tract infections. *J Clin Microbiol.* 2003;41:4915-23.

때문에 대부분의 분석에서 100 CFU/mL 미만을 검출할 수 있다. 적절한 표적 선택과 증폭 조건이 검증되면 특이도가 높고 교차 반응성이 없는 장점이 있으나, 무증상 집락(colonization) 또는 보균(carriage) 검출에 따른 위양성 문제 및 사균과 생균을 구분할 수 없다는 문제점이 있다. 분자 진단법에서 위음성 결과는 여러 요인으로 인해 발생할 수 있다. 주요 원인은 검체 내 낮은 병원체 농도, PCR 증폭을 방해하는 억제제의 존재, 프라이머나 프로브와 표적 DNA 간의 유전적 변이, 기술적 오류 등이다.¹⁷⁾ 인후 도찰이나 비인두 도찰 검체 채취 시 점막 표면을 충분히 긁어내지 않아 표적 DNA 양이 부족할 경우 위음성이 발생할 수 있다. 객담 검체에 포함된 다당류나 혈액 성분, 채취 장비 또는 운송 배지에서 유래한 화학물질 등이 PCR 증폭을 억제하여 위음성 결과를 초래할 수 있다. 사람 세포 유래 DNA를 내부 대조물질로 활용하여 검체 채취, 핵산 추출, PCR 억제 물질로 인한 위음성을 확인하는 것이 중요하다. 정확한 검체 채취 기술을 교육하여 위음성 가능성을 줄이는 것도 필요하다.

전통적인 PCR 및 23S rRNA 유전자 염기서열분석 외에도 PCR 제한효소 절편 길이 다형성(restriction fragment length polymorphism), real-time PCR 및 고해상도 용융 분석(melting curve analysis), 루프 매개 등온 증폭(loop-mediated isothermal amplification), 그리고 단일 뉴클레오타이드 다형성-PCR (single nucleotide polymorphism-PCR)도 마크로라이드제 내성을 검출하는 데 사용되고 있다. 그러나 이러한 마크로라이드 내성 검사는 현재 검사실 개발 검사(laboratory-developed test)로 시행되고 있으며, 아직 키트화되지 않아 표준화가 이루어지지 않았고 검사 시간이 많이 소요되는 단점이 있다. 따라서 향후 마크로라이드 내성 유전형을 신속하게 검출할 수 있는 상품화된 키트 개발이 필요하다. 일반적으로 사용하는 PCR 키트는 병원체 검출만 가능하나, 일부 키트나 검사법은 23S rRNA 변이 등 마크로라이드 내성 여부를 동시에 검출할 수 있다. 검사 의뢰 시 내성검출 가능 여부를 확인해야 한다.

〈표 1〉 국내 마이코플라스마 폐렴균 분자 분석법 현황

Kit 명	제조사	검사 유형	원리	적합 검체	대상 병원체
BioCore <i>M. pneumoniae</i> Real Time PCR Kit	BioCore	Monoplex PCR	Real-time	객담, 비인두 추출물	<i>M. pneumoniae</i>
AmpliSens® <i>Mycoplasma pneumoniae</i> / <i>Chlamydophila pneumoniae</i> -FRT PCR Kit	InterLabService Ltd.	Duplex PCR	Real-time	객담(또는 기관 흡인물), 기관지 세척액, 기관지폐포 세척액, 비인두 및 구인두 도찰, 조직	<i>M. pneumoniae</i> , <i>Chlamydia pneumoniae</i>

Kit 명	제조사	검사 유형	원리	적합 검체	대상 병원체
BioFire FilmArray Respiratory panel 2.1plus	BioMérieux	Multiplex PCR	DNA melting analysis	비인두 면봉	Influenza A(H1N1), influenza A(H1), influenza A(H3), influenza B, RSV, hMPV, HCoV NL63, OC43, 229E, HKU1, HAdV PIV 1-4, HBoV, rhinovirus/enterovirus, <i>B. pertussis</i> , <i>M. pneumoniae</i> , <i>C. pneumoniae</i>
BioFire FilmArray Pneumonia panel	BioMérieux	Multiplex PCR	DNA melting analysis	객담 유사 검체 (유도 객담, 배출 객담, 또는 기관 내 흡인물) 기관지폐포 세척액(BAL) 유사 검체(BAL 또는 미니-BAL)	3 atypical bacteria (<i>M. pneumoniae</i> , <i>C. pneumoniae</i> , <i>L. pneumophila</i>) 8 viruses, 15 bacteria, 7 antimicrobial resistance
Allplex PneumoBacter Assay	Seegene	Multiplex PCR	Real-time	비인두 도찰, 비인두 추출물, 기관지폐포 세척액, 객담	<i>M. pneumoniae</i> <i>L. pneumophila</i> <i>S. pneumoniae</i> <i>B. parapertussis</i> <i>C. pneumoniae</i> <i>H. influenzae</i> <i>B. pertussis</i>
Anyplex II RB5 Detection	Seegene	Multiplex PCR	Real-time	비인두 도찰, 비인두 추출물, 기관지폐포 세척액, 객담	<i>M. pneumoniae</i> <i>L. pneumophila</i> <i>B. pertussis</i> <i>B. parapertussis</i> <i>C. pneumoniae</i>
PowerChek Bacterial Pneumonia Real Time PCR	Kogene	Multiplex PCR	Real-time	비인두 도찰	<i>M. pneumoniae</i> <i>B. pertussis</i> <i>C. pneumoniae</i>

나. 신속 항원 검사

신속 항원 검사는 콜로이드 금 면역 크로마토그래피를 사용하여 P1 유전자 영역을 표적으로 하는 새로운 신속 진단법이다. 2017년 해당 검사법에 대한 신의료기술평가보고서에 따르면 중합효소연쇄 반응법 대비 민감도 0.58-0.81, 특이도 0.88-1.00, 양성예측도 0.33-1.00, 음성 예측도 0.89-0.97, 검사정확도 0.85-0.93으로 보고하고 있다. PCR 대비 민감도가 낮으나 간편하고 신속하게 검사를 할 수 있어 검사실이 없는 일차 의료 기관에서 마이코플라스마 폐렴균을 조기 진단 및 치료하는데 도움을 받을 수 있다(표 2).¹⁴⁾

〈표 2〉 신속 항원 검사법 개요

검사법	신속 항원 검출법	
제조사	Asahi Kasei Pharma	TAUNS Laboratories Inc.
Kit명(수입 업체)	Ribotest Mycoplasma (다우 바이오메디카)	Capilia Mycoplasma (에스에이치팜)
원리	ICA (면역크로마토그래피) 이용하여 <i>M. pneumoniae</i> L7/L12 ribosome 검출	ICA (면역크로마토그래피)
검체 및 소요시간	비인두 검체 20분 내외	인두도말액 15분 내외

다. 배양법

마이코플라스마 폐렴과 마크로라이드 내성을 진단하는 표준 방법은 임상 검체에서 배양을 통해 균을 분리하고 약물 감수성 검사를 하는 것이다. 그러나 균 배양은 시간이 오래 걸리며 일반적으로 완료하는 데 최소 2주가 소요된다. 또한, 혈청학적 검사나 PCR을 포함한 분자 기법과 비교할 때, 배양법은 민감도가 60-70% 보다 낮을 수 있다. 따라서 배양 방법은 실제 임상 현장에서의 마이코플라스마 폐렴균 감염과 마크로라이드 내성 돌연변이의 일상적인 진단에 적절하지 않으며, 연구 목적 검사로 사용을 제한한다.

14) 마이코플라스마 뉴모니아 항원 검사[면역크로마토그래피법] 신의료기술평가보고서 HTA-2017-49. 2017.11. 보건복지부, 신의료기술평가위원회.

라. 혈청학적(항체) 검사

혈청학적(항체) 검사는 과거부터 널리 사용되어 왔으며, 특히 IgM 항체는 증상 발현 후 수일 이내에 상승하여 수 주간 지속된다. IgG 항체는 회복기 이후에 상승하므로, 급성기와 회복기(2-4주 간격) 혈청을 비교해 IgG 항체가(價)가 4배 이상 증가하면 최근 감염을 강하게 시사한다. 그러나 IgM·IgG 모두 수주-수개월간 지속될 수 있어 위양성으로 인해 현증 감염을 감별하기 어렵다.

2025년 현재 국내 진료 환경에서는 대부분의 환자에서 호흡기 검체를 이용한 PCR로 신속하고 정확한 진단이 가능하므로, PCR 시행 후 항체 검사를 반복적으로 시행하는 것은 일반적으로 권고되지 않는다. 혈청학적 검사는 분자진단이 불가하거나 음성인 경우 보조적으로 활용할 수 있으며, IgG 항체가 4배 증가는 확진 근거로 사용 가능하나, 결과 확인까지 시간이 소요되어 초기 치료 결정에는 제한적이다.

4. 마이코플라스마 폐렴 중증도 판정과 전원 고려 기준

가. 중증도 판정 기준

기존 연구들을 살펴보면, 마이코플라스마가 아닌 다른 세균성 폐렴(예: 폐렴구균 등)에서는 입원을 감소 및 광범위 항생제 사용 제한에 기여하는 중증도 점수 시스템이 개발되어 활용되고 있다. 세계보건기구(WHO)에서는 2-59개월 소아의 폐렴 중증도를 임상 증상을 기반으로 분류하는 기준을 제시하고 있으며,¹⁵⁾ 선진국에서는 영국흉부학회(BTS) 및 미국소아감염학회(PIDS/IDSA) 등에서 전문가 합의에 기반한 소아 폐렴 중증도 기준을 제시하고 있다.¹⁶⁾¹⁷⁾ 그러나 이러한 기준들은 실제 소아 환자에게 적용했을 때 과도한 입원을 초래할 수 있다는 한계점이 지적되고 있다. 성인과 비교했을 때 소아 폐렴의 중증도를 예측하는 점수 시스템은 아직 개발 단계에 머물러 있다. 2016년 대규모 다기관 연구에서는 입원 소아의 중증 결과 예측 모델을 제시하였으며, 개발도상국에서는 사망률 예측 점수 시스템이 개발되었으나 선진국에서의 적용 가능성은 제한적이다.¹⁸⁾

15) Revised WHO Classification and Treatment of Pneumonia in Children at Health Facilities: Evidence Summaries. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. Geneva: World Health Organization; 2014.

16) Ambroggio L, Brokamp C, Mantyla R, DePaoli B, Ruddy RM, Shah SS, et al. Validation of the British Thoracic Society severity criteria for pediatric community-acquired pneumonia. *Pediatr Infect Dis J*. 2019;38:894-9.

17) Bradley JS, Byington CL, Shah SS, Alverson B, Carter ER, Harrison C, et al; Pediatric Infectious Diseases Society and the Infectious Diseases Society of America. The management of community-acquired pneumonia in infants and children older than 3 months of age: clinical practice guidelines by the Pediatric Infectious Diseases Society and the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis*. 2011;53:e25-76.

18) Williams DJ, Hall M, Gerber JS, Neuman MI, Hersh AL, Brogan TV, et al; Pediatric Research in Inpatient Settings Network. Impact of a national guideline on antibiotic selection for hospitalized pneumonia. *Pediatrics*. 2017;139:e20163231

소아청소년 마이코플라스마 폐렴 중증도를 평가하는 연구는 더욱 초기 단계인 상태다. 중국 연구자들이 주로 개발하는 노모그램(nomogram)에서는 LDH, 알부민, 호중구 비율 등이 마크로라이드 내성 마이코플라스마 폐렴의 주요 예측 인자인 것으로 보고하고 있으며,¹⁹⁾ 한 연구에서는 5개 예측 변수(나이, 발열 기간, 적혈구 침강 속도, 백혈구 수, 호중구 비율)를 사용하여, 입원한 소아 폐렴 환자에서 마이코플라스마 폐렴 감염 예측 정확도가 0.74 (95% CI: 0.72–0.76) 및 0.75 (95% CI: 0.73–0.78)로 우수하고, 실제 결과와 예측 확률 간 일치도가 중간 정도인 노모그램을 보고했다.²⁰⁾

2010년부터 2015년까지 국내 5개 병원에 입원한 소아 마이코플라스마 폐렴 환자 116명을 분석한 연구에서는 82명(70.7%)이 마크로라이드 내성으로 확인되었고 마크로라이드 내성균과 감수성균 간에 연령 분포, 총 발열 기간 및 흉부 X선 소견의 차이는 없었지만 발열 지속 기간은 마크로라이드 내성 유무가 아니라 흉부 X선 소견에 의해 결정된다는 것을 보고하였다.²¹⁾ 이는 다른 단일기관 연구에서도 재차 확인된 바 있으며, 흉부 방사선적 중증도는 임상 증상 중증도와 관련이 있었다.²²⁾ 또 다른 연구에서는 마이코플라스마 폐렴 소아 환자 147명을 대상으로 급성염증지표(프로칼시토닌(PCT), CRP, LDH, WBC)와 임상적 중증도의 관계를 분석한 결과, 입원 당일 PCT 및 CRP 수치는 지속적인 발열 및 장기 입원과 관련이 있는 것으로 보고하였다.²³⁾ 특히 PCT 수치가 가장 높은 그룹은 가장 낮은 그룹에 비해 발열 지속 및/또는 장기 입원 위험이 유의하게 높았으며, 또한 CRP 수치는 폐렴의 중증도와 관련이 있었고, LDH 수치와 WBC는 발열 기간과 관련이 있다.²⁴⁾

기존 문헌 내용을 검토한 결과(표3/4), 마이코플라스마 폐렴의 중증도를 반영하는 다양한 임상·영상·검사 지표를 확인 할 수 있었다.²⁵⁾

19) Cheng S, Lin J, Zheng X, Yan L, Zhang Y, Zeng Q, et al. Development and validation of a simple-to-use nomogram for predicting refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children. *Pediatr Pulmonol*. 2020;55:968–74.

20) Chen J, Yin Y, Zhao L, Zhang L, Zhang J, Yuan S. *Mycoplasma pneumoniae* infection prediction model for hospitalized community-acquired pneumonia children. *Pediatr Pulmonol*. 2021;56:4020–8.

21) Yoon IA, Hong KB, Lee HJ, et al. Radiologic findings as a determinant and no effect of macrolide resistance on clinical course of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia. *BMC Infect Dis*. 2017. 7;17:402.

22) Cho YJ, Han MS, Kim WS, Yun KW, Park JY, Choi YH, et al. Correlation between chest radiographic findings and clinical features in hospitalized children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia. *PLoS One*. 2019. 28;14:e0219463.

23) Jeong JE, Soh JE, Kwak JH, Jung HL, Shim JW, Kim DS, et al. Increased procalcitonin level is a risk factor for prolonged fever in children with *Mycoplasma pneumoniae*. *Korean J Pediatr*. 2018;61:258–63.

24) Li L, Guo R, Zou Y, Wang Y, Zhang S, Wang H, et al. Construction and validation of a nomogram model to predict the severity of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children. *J Inflamm Res*. 2024;17:1183–91.

25) Sung M, Roh EJ, Lee ES, et al. Assessment of variables associated with prolonged admission duration in children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia. *Clin Respir J*. 2022;16(11):756–767.

〈표 3〉 마이코플라스마 폐렴 중증도 반영 임상·영상 지표

임상 지표	의미	중요도
저산소증, 청색증, 산소포화도 감소	산소포화도 감소는 소아 중증폐렴의 중요한 지표이며, ICU 입원 필요성과 관련이 있음.	★★★★
빈호흡	호흡은 폐렴 중증도 평가에 사용되는 일반적인 지표이지만, 연령별 호흡수 기준의 차이와 평가자 간 신뢰도 부족 등의 한계점이 있음.	★★
호흡곤란	흉부 함몰, 비익 호흡, 호흡 시 공공거림 등 호흡곤란 증상은 중증 마이코플라스마 폐렴과 관련이 있음.	★★★★
빠른 맥박	빠른 맥박은 폐렴 중증도와 관련될 수 있지만, 명확한 연관성을 입증하는 연구는 제한적임.	★
의식 변화 및 경련 발작	의식 변화는 소아 폐렴의 중증도를 나타내는 가장 중요한 예측 인자 중 하나임.	★★★★
체온 및 발열 기간	고열 또는 저체온은 폐렴 중증도와 관련될 수 있으며, 발열 기간은 중증도를 나타내는 중요한 예측 인자 중 하나임.	★★★★
탈수 및 혈류량 감소	탈수 및 혈류량 감소는 중증 폐렴과 관련될 수 있지만, 평가자 간 신뢰도가 낮다는 한계점이 있음.	★
저혈압	저혈압은 중증 폐렴과 관련될 수 있지만, 연구 결과는 상반됨.	★
기저 질환	선천성 심장질환, 천식, 다운 증후군 등 기저 질환은 소아 폐렴 중증도를 악화시킬 수 있음.	★★★★
증상 지속 기간 및 항생제 치료 시점	증상 지속 기간 및 항생제 치료 지연은 폐렴 중증도 및 합병증 발생과 관련이 있음.	★★
동시 감염(co-infection)	다른 바이러스나 세균과의 동시 감염은 폐렴 중증도 및 합병증 발생과 관련이 있음.	★★
다엽 침범, 흉수, 농양 파열, 폐 괴사	폐렴 중증도 및 합병증 발생과 관련이 있음. 특히 마이코플라스마 폐렴과 관련성 제기되고 있음.	★★★★

〈표 4〉 마이코플라스마 폐렴 중증도 반영 검사 지표

임상 지표	의미	중요도
백혈구 감소증	백혈구 수치는 폐렴 중증도 예측에 유용하지 않지만, 백혈구 감소증은 사망과 관련될 수 있음.	★★
C-반응성 단백질(CRP)	CRP는 폐렴 중증도와 약한 연관성을 보이지만, 연구 결과는 일관되지 않음.	★
프로칼시토닌(PCT)	프로칼시토닌은 중환자실 입원과 관련될 수 있지만, 연구 결과는 일관되지 않음.	★
젖산탈수소효소	젖산탈수소효소(lactate dehydrogenase) 증가는 마크로라이드 불응성 및 중증도와 연관성을 보이지만, 연구 결과는 일관되지 않음.	★
전해질	저나트륨혈증은 폐렴 중증도와 관련될 수 있지만, 추가 연구가 필요함.	★
산증	대사성 산증은 폐렴으로 인한 사망 위험 증가와 관련이 있음.	★

나. 중증도 기반 전원 고려 기준

위와 같은 지표들을 근거로 국내외 중요 지침에서는 다양한 마이코플라스마 폐렴 중증도 판정 기준(표5)을 제시하고 있다. 이를 토대로 소아청소년 마이코플라스마 폐렴 중증도 판정 및 상급 기관 전원 기준을 정의하였다(표 6). 실제 환자의 전원 기준 적용은 3절의 의료기관 종별 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 및 전원 기준을 참고한다.

〈표 5〉 국내외 마이코플라스마 폐렴 중증도 판정 기준

	미국(IDSA/PIDS):	영국(BTS):	일본:	대한민국
전신 상태			✓	✓
의식 변화	✓			
탈수		✓		
활동 저하				
식이 저하		✓		
빈호흡			✓	✓
호흡 곤란	✓	✓	✓	✓
청색증			✓	✓
산소포화도 감소	PaO ₂ /FiO ₂ <250	✓		
무호흡	✓			
빈맥			✓	
저혈압	✓			
다엽 침범 또는 경화			✓	✓
흉막삼출	✓		✓	✓
기저질환	✓	✓		
대사성 산증	✓			
모세혈관 충전 시간 연장		✓		

미국(IDSA/PIDS): Bradley JS, Byington CL, Shah SS, Alverson B, Carter ER, Harrison C, et al; Pediatric Infectious Diseases Society and the Infectious Diseases Society of America. The management of community-acquired pneumonia in infants and children older than 3 months of age: clinical practice guidelines by the Pediatric Infectious Diseases Society and the Infectious Diseases Society of America. Clin Infect Dis. 2011;53:e25-76.

영국(BTS): Harris M, Clark J, Coote N, Fletcher P, Harnden A, McKean M, et al. British Thoracic Society guidelines for the management of community acquired pneumonia in children: update 2011. Thorax. 2011;66 Suppl 2:ii1-23.

일본: Uehara S, Sunakawa K, Eguchi H, Ouchi K, Okada K, Kurosaki T, et al. Japanese guidelines for the management of respiratory infectious diseases in children 2007 with focus on pneumonia. Pediatr Int. 2011;53:264-76.

대한민국: 소아 청소년 하기도감염의 항균제 사용지침(2017). 질병관리본부

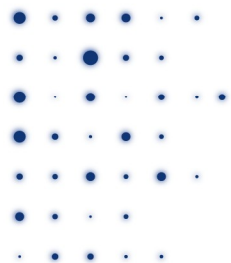
〈표 6〉 마이코플라스마 폐렴 중증도 판정 및 상급 기관 전원 고려 기준

	경증	중등증※	중증※※
전신 상태 (의식, 식이, 활동, 탈수)	양호	감소	불량
호흡수 0~2개월 2~12개월 1~5세 >5세	정상 <50 <40 <30 <20	증가	빈호흡 >60 >50 >40 >30
노력호흡 (그렁거림, 코별령임, 호흡곤란, 흉벽함몰)	없음	경증	중등증-중증
청색증 산소포화도(실내공기)	없음 ≥95%	없음 91~94%	있음 ≤90%
흉막삼출액	측와위에서 <10mm 또는<1/4	1/4~1/2	>1/2
대엽성폐렴	없음	1엽	≥2엽
기준	위 모든 항목을 만족할 때	경증과 중증을 제외한 경우	위 항목 중 하나라도 만족할 때

중증※※: 상급 기관 전원 고려

다. 2차 약제 사용과 전원 고려 기준

마크로라이드 내성이 의심되거나 확인된 불응성 마이코플라스마 폐렴에서 2차 약제(예: 독시사이클린, 미노사이클린, 레보플록사신) 사용이 필요한 경우, 환자의 연령, 기저 질환, 호흡 상태, 합병증 여부를 종합적으로 고려한다. 특히 소아청소년에서 2차 약제 사용 경험이 부족하거나 약물 이상반응 발생 시 즉각적인 대응이 어려운 의료기관의 경우, 상급 의료기관으로 전원을 고려한다. 전원 판단은 표6의 중증도 기준과 병합하여 시행하며, 약제 변경이 시급하나 안전 모니터링이 제한적인 경우도 전원 사유가 된다.

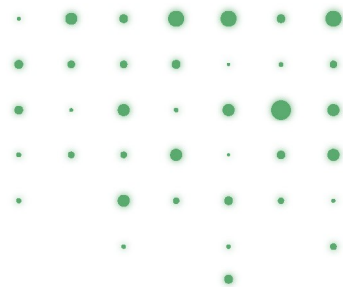


**소아청소년
마이코플라스마
폐렴균 감염증
진료지침**

2026



PART



마이코플라스마 폐렴균 감염증 항생제 가이드라인

-
1. 핵심질문에 따른 권고 및 근거 요약
 2. 국내 소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 감염증 치료 시 항생제 권고안 요약

PART



마이코플라스마 폐렴균 감염증 항생제 가이드라인

1. 국내 소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 감염증 치료 시 항생제 권고안 요약

- ④ 소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 폐렴 치료에서 테트라사이클린계 항생제는 마크로라이드 내성이 의심되는(또는 내성이 확인된) 불응성 마이코플라스마 폐렴 치료에 효과적이며, 독시사이클린 또는 미노사이클린을 2차 항생제로 사용할 수 있다.
- ④ 소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 폐렴 치료에서 퀴놀론계 항생제는 마크로라이드 내성이 의심되는(또는 내성이 확인된) 불응성 마이코플라스마 폐렴 치료에 효과가 있으며, 국내에서는 레보플록사신을 2차 항생제로 고려할 수 있다.
- ④ 소아청소년 모든 연령에서 단기간(21일 이하)의 독시사이클린 또는 미노사이클린 사용은 치아 착색 또는 결함 과 연관성이 없으며, 마크로라이드 내성이 의심되는(또는 내성이 확인된) 불응성 마이코플라스마 폐렴 치료에서 2차 약제로 독시사이클린 또는 미노사이클린 사용할 수 있다.
- ④ 소아청소년에서 퀴놀론계 항생제 이상반응의 빈도는 낮은 것으로 보고되고 있으나, 마크로라이드 내성이 의심되는 불응성 마이코플라스마 폐렴균 폐렴 치료에서 2차 약제로 퀴놀론계 항생제 사용은 이득과 위해, 환자의 상태를 고려하여 선택하는 것이 권고된다.
- ④ 마크로라이드 내성이 확인된 마이코플라스마 폐렴균 폐렴 환자에서 2차 항생제로 변경 또는 투여 결정은 환자의 임상 경과를 반드시 고려해야 한다. 마크로라이드 내성이 확인된 경우라도 기존 마크로라이드 치료에 호전을 보이면 약제 변경이 권고되지 않는다.
- ④ 본 지침의 전문가들은 마이코플라스마 폐렴균에 감염된 폐렴 환자가 해열과 함께 전신상태가 안정되고, 폐렴의 호전세가 뚜렷하다면 흉부영상이 완전히 정상화 될 때까지 장기간 항생제 치료할 필요 없으며, 일정 기간 사용 후 중단하고 관찰할 것을 권고한다.

〈표 7〉 마이코플라스마 폐렴균 폐렴 항생제 치료 용량 및 용법

	1회 용량	횟수/일
1차 약제		
Azithromycin (경구)	10 mg/kg/dose (첫째 날, 최대 500 mg/dose) 5 mg/kg/dose (둘째 날~ 다섯째 날, 최대 250 mg/dose) ^a	1회
	10 mg/kg/dose ^b (최대 500 mg/dose)	1회
Clarithromycin (경구)	7.5 mg/kg/dose (최대 500 mg/dose)	2회
Roxithromycin (경구)	2.5-4 mg/kg/dose	2회
2차 약제		
Doxycycline (경구)	1-2 mg/kg/dose (최대 100 mg/dose) ^c	2회
Levofloxacin (경구/주사)	(5세 미만) 8-10 mg/kg/dose (최대 375 mg/dose)	2회
	(5세 이상) 8-10mg/kg/dose (최대 750 mg/dose)	1회

- 1) Azithromycin 치료 기간은 5일 요법^a 또는 3일 요법^b
- 2) Clarithromycin, roxithromycin 치료 기간은 7-10일 권고
- 3) 중증 환자에서 doxycycline 2 mg/kg/dose 고려^c
- 4) Doxycycline, levofloxacin 치료 기간은 7-10일을 권고하며 환자의 임상 반응을 고려하여 14일까지 사용할 수도 있음.



[그림 6] 마이코플라스마 폐렴균 폐렴에서 2차 항생제 치료 시 고려할 사항

2. 핵심질문 및 근거 요약

» 핵심질문 1

최근 국내외 마이코플라스마 폐렴균의 항생제 내성 현황은?

» 요약

마크로라이드 내성 마이코플라스마 폐렴균(macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae*, MRMP)의 유병률은 전 세계적으로 지역에 따라 큰 차이를 보인다. 2000년 이후 서태평양 지역, 특히 중국, 일본, 한국에서 MRMP의 비율이 증가하였다. 하지만 2012년 이후 일본에서는 MRMP 유병률 감소를 보였다.

» 근거 요약

MRMP 감염 비율은 전 세계적으로 증가 추세를 보이고 있으며 지역별로 차이가 있다²⁶⁾. 한 메타분석 연구에서 MRMP의 비율은 서태평양 지역이 53.4%로 가장 높았고, 동남아시아 9.8%, 아메리카 8.4%, 유럽 5.1% 이었다²⁷⁾. 마이코플라스마 폐렴균 23S rRNA의 A2063G 변이가 96.8%로 가장 많았고, A2064G는 4.8%이었다. MRMP 감염 비율은 소아 대상 연구에서 37.0%로 가장 높았고, 성인 대상 연구에서는 15.9%, 소아와 성인 모두 포함한 연구에서는 16.7%로 낮았다.

Morozumi 등²⁸⁾의 연구에 따르면 일본의 MRMP 비율은 2002년에 6.9% (18/259)에서 2006–2009년 사이 37.4% (96/257)로 증가하였으며, 2010–2013년에는 86.2%까지 증가하였다. 이후 2015–2016년에는 56.3%로 감소하였으며 2018–2019년에는 11.3%까지 감소하였다. 2008–2015년 기간 동안 MRMP 유병률을 조사한 다른 연구에서는 2012년에 81.6%로 가장 높았으나, 2015년에는 43.6%로 확인되었다²⁹⁾. 2011년 발표된 일본 마이코플라스마 폐렴균 폐렴 치료 가이드라인에서 마크로라이드 치료에 반응하지 않는 소아 환자에서 퀴놀론계 항생제인 토수플록사신을 권장하였고, 이로 인해 마크로라이드 내성률 감소에 기인했을 가능성이 있다.

26) Wang G, Wu P, Tang R, Zhang W. Global prevalence of resistance to macrolides in *Mycoplasma pneumoniae*: a systematic review and meta-analysis. J Antimicrob Chemother. 2022;77(9):2353–63

27) Kim K, Jung S, Kim M, Park S, Yang HJ, Lee E. Global trends in the proportion of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infections: A systematic review and meta-analysis. JAMA Netw Open. 2022;5(7):e2220949.

28) Morozumi M, Tajima T, Sakuma M, Shouji M, Meguro H, Saito K, et al. Sequence type changes associated with decreasing macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae*, Japan. Emerg Infect Dis. 2020;26:2210–3.

29) Tanaka T, Oishi T, Miyata I, Wakabayashi S, Kono M, Ono S, et al. Macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infection, Japan, 2008–2015. Emerg Infect Dis. 2017;23:1703–6.

중국 베이징에서 시행된 연구에서 2008-2012년 기간 동안 MRMP의 전체 비율은 90.6%였으며, 연도별로는 각각 68.9%, 90.0%, 98.4%, 95.4%, 97.0% 이었다³⁰⁾. 2010-2012년 사이 소아의 경우 94.3%로 보고되었다. 2016-2019년 사이 90.94%로 보고하였으며 2021-2022년 베이징에서 입원한 소아의 경우 92.7%에 달하였다³¹⁾. 대만에서는 MRMP의 비율이 2017년 이전에는 15-30%로 보고되었으나 2016-2019년 54.3%에서 2017-2019년 77%까지 증가하였다³²⁾³³⁾.

2007-2010년에 미국 세인트루이스와 미주리에서 MRMP의 비율은 8.2%였으며³⁴⁾, 2014년 미국 6개 지역에서 MRMP의 비율이 13.2%로 조사되었다³⁵⁾. 2015-2018년 미국 8개의 주의 MRMP의 비율은 7.5%였으며³⁶⁾, 2014-2021년 미국 중서부 MRMP의 비율은 9.6%로 보고되었다³⁷⁾.

유럽의 경우 2010년 유행 당시 이탈리아에 입원한 소아에서 MRMP의 비율은 26%이었으며³⁸⁾, 스페인에서 2013-2017년 기간 동안 MRMP의 비율은 8%로 보고되었다³⁹⁾. 스코틀랜드에서 2010-2011년 사이 MRMP의 비율은 19%였으며 2014-2015년 영국과 웨일스는 9.3%로 보고되었다. 프랑스에서는 2007-2010년에 MRMP의 비율이 3.4-8.3%였으며, 독일에서는 2009-2012년 3.65%, 2016-2018년에는 3%로 보고되었다. 슬로베니아, 스웨덴, 덴마크는 MRMP의 비율이 3% 미만이었고, 핀란드와 네덜란드에서는 MRMP가 보고되지 않았다⁴⁰⁾.

30) Zhao F, Liu G, Wu J, Cao B, Tao X, He L, et al. Surveillance of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* Beijing, China, from 2008 to 2012. *Antimicrob Agents Chemother*. 2013;57:1521-3.

31) Wang YC, Wu XR, Liu F, Yin QQ, Li JQ, Wang YH, et al. Epidemiological characteristics and drug resistance of mycoplasma pneumonia infection in children hospitalized in Beijing from 2016 to 2019. *Chin J Appl Clin Pediatr*. 2022;37:1082-5

32) Tsai TA, Tsai CK, Kuo KC, Yu HR. Rational stepwise approach for *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children. *J Microbiol Immunol Infect*. 2021;54:557-65.

33) Chang CH, Tsai CK, Tsai TA, Wang SC, Lee YC, Tsai CM, et al. Epidemiology and clinical manifestations of children with macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in Southern Taiwan, China. *Pediatr Neonatol*. 2021;62:536-42.

34) Yamada M, Buller R, Bledsoe S, Storch GA. Rising rates of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* in the central United States. *Pediatr Infect Dis J*. 2012;31(4):409-0.

35) Zheng X, Lee S, Selvarangan R, Qin X, Tang YW, Stiles J, et al. Macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae*, United States. *Emerg Infect Dis*. 2015;21:1470-2.

36) Waites KB, Ratliff A, Crabb DM, Xiao L, Qin X, Selvarangan R, et al. Macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* in the United States as determined from a national surveillance program. *J Clin Microbiol*. 2019;57:e00968-1019.

37) Rothstein TE, Cunningham SA, Rieke RA, Mainella JM, Mutchler MM, Patel R. Macrolide resistance in *Mycoplasma pneumoniae*, Midwestern United States, 2014 to 2021. *Antimicrob Agents Chemother*. 2022;66(4):e0243221.

38) Chironna M, Sallustio A, Esposito S, Perulli M, Chinellato I, Di Bari C, et al. Emergence of macrolide-resistant strains during an outbreak of *Mycoplasma pneumoniae* infections in children. *J Antimicrob Chemother*. 2011;66(4):734-7.

39) Rivaya B, Jordana-Lluch E, Fernández-Rivas G, Molinos S, Campos R, Méndez-Hernández M, et al. Macrolide resistance and molecular typing of *Mycoplasma pneumoniae* infections during a 4 year period in Spain. *J Antimicrob Chemother*. 2020;75(10):2752-9.

국내에서는 MRMP의 비율이 급속도로 증가하였다⁴¹⁾⁴²⁾⁴³⁾⁴⁴⁾. 2003년 MRMP의 비율은 2.9%에서 2011년 62.9%까지 증가하였고, 2015-2017년 기간 동안 MRMP의 비율이 78%로 보고되었다. 2018-2020년에는 MRMP 비율이 78.4%로 보고되었는데, 소아의 경우 2015년에 87.2%에 달하였다.

코로나19 팬데믹 이전과 팬데믹 기간 중 MRMP 변화를 분석한 글로벌 조사 연구에 따르면 2017년 4월부터 2020년 3월까지 마이코플라스마 폐렴균 검출 건수는 28,903건(94.4%)에서 2020년 4월부터 2021년 3월까지 1,714건(5.6%)으로 감소되었고, MRMP 보고도 감소하였다⁴⁵⁾. 일본에서 MRMP 비율을 조사한 결과 2017년 4월부터 2020년 3월까지 23.1%였으며 2020년 4월부터 2021년 3월까지 4.5%로 유의하게 감소하였다. 대만의 경우 2017-2020년 MRMP의 비율이 12.5-97.3%이었으나, COVID-19 대유행 시기인 2021-2023년 사이에는 0-18.2%까지 감소하였다⁴⁶⁾. 하지만 중국 베이징에서 조사한 결과 2021년 8월부터 2022년 7월까지 마이코플라스마 폐렴으로 입원한 520명의 소아에서 MRMP의 비율이 92.7%에 달하였다⁴⁷⁾.

*M. pneumoniae*에 대한 분자유전학적 연구도 지속적으로 진행되어왔고, 동아시아 지역에서는 MRMP를 중심으로 한 연구를 관찰할 수 있다⁴⁸⁾. *M. pneumoniae*의 유전학적 분류는 P1 typing을 중심으로 type 1/2로 구분하는 방식이 오래전부터 많이 사용되나 중증도나 type의 변화의 원인

40) Loconsole D, De Robertis AL, Sallustio A, Centrone F, Morcavallo C, Campanella S, et al. Update on the epidemiology of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* in Europe: A Systematic Review. *Infect Dis Rep.* 2021;13(3):811-20.

41) Hong KB, Choi EH, Lee HJ, Lee SY, Cho EY, Choi JH, et al. Macrolide resistance of *Mycoplasma pneumoniae*, South Korea, 2000-2011. *Emerg Infect Dis.* 2013;19(8):1281-4.

42) Lee E, Cho HJ, Hong SJ, Lee J, Sung H, Yu J. Prevalence and clinical manifestations of macrolide resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in Korean children. *Korean J Pediatr.* 2017;60(5):151-7.

43) Lee JK, Choi YY, Sohn YJ, Kim KM, Kim YK, Han MS, et al. Persistent high macrolide resistance rate and increase of macrolide-resistant ST14 strains among *Mycoplasma pneumoniae* in South Korea, 2019-2020. *J Microbiol Immunol Infect.* 2022;55(5):910-6.

44) Sung M, Roh EJ, Lee ES, et al. Assessment of variables associated with prolonged admission duration in children with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia. *Clin Respir J.* 2022;16(11):756-767.

45) Meyer Sauter PM, Beeton ML, Uldum SA, Bossuyt N, Vermeulen M, Loens K, et al. *Mycoplasma pneumoniae* detections before and during the COVID-19 pandemic: results of a global survey, 2017 to 2021. *Euro Surveill.* 2022;27(19).

46) Wu TH, Fang YP, Liu FC, Pan HH, Yang YY, Song CS, et al. Macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infections among children before and during COVID-19 pandemic, Taiwan, 2017-2023. *Emerg Infect Dis.* 2024;30(8):1692-6.

47) Jiang TT, Sun L, Wang TY, Qi H, Tang H, Wang YC, et al. The clinical significance of macrolide resistance in pediatric *Mycoplasma pneumoniae* infection during COVID-19 pandemic. *Front Cell Infect Microbiol.* 2023;13:1181402.

48) Dumke R. Molecular tools for typing *Mycoplasma pneumoniae* and *Mycoplasma genitalium*. *Front Microbiol.* 2022;13:904494.

등은 연구에서 분명히 밝혀내고 있지 않다. 보다 진보한 방식인 MLST (Multi Locus Sequence Typing) 또는 MLVA (Multiple-Locus Variable Number Tandem Repeat Analysis)의 방식이 최근에 많이 사용되고 있으며 특정 sequence type (ST)과 내성의 연관성을 보여주는 연구들이 있다. 대한민국⁴⁹⁾과 일본⁵⁰⁾에서는 ST3에서 내성률이 높았으나 최근에는 ST14 등의 내성률 또한 상승하고 있다. 특정 유전형과 내성률과의 연관성이 있을 것으로 추측이 되나 그 배경은 명확하지 않다. 전장 유전체 검사를 통한 분자유전학적 연구도 지속적으로 진행되고 있으며 염기서열이 균주 간 99.9%의 유사성을 보여 염기서열 자체만의 연구로는 한계가 명확한 면도 있다⁵¹⁾.

49) Lee JK, Lee JH, Lee H, et al. Clonal expansion of macrolide-resistant sequence type 3 *Mycoplasma pneumoniae*, South Korea. *Emerg Infect Dis.* 2018;24(8):1465-1471.

50) Morozumi M, Tajima T, Sakuma M, et al. Sequence type changes associated with decreasing macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae*, Japan. *Emerg Infect Dis.* 2020;26(9):2210-2213.

51) Lee JK, Seong MW, Yun KW, Choi EH. Association of tandem repeat number variabilities in subunit S of the type I restriction-modification system with macrolide resistance in *Mycoplasma pneumoniae*. *J Clin Med.* 2022;11(3):715.

» 핵심질문 2

소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 폐렴 치료에서 테트라사이클린계 항생제 치료는 효과적인가?

» 권고문

소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 폐렴 치료에서 테트라사이클린계 항생제는 마크로라이드 내성이 의심되는 (또는 내성이 확인된) 불응성 마이코플라스마 폐렴 치료에 효과적이며, 독시사이클린 또는 미노사이클린을 2차 항생제로 사용할 수 있다.

» 근거 요약

테트라사이클린(tetracycline)계 항생제 중 현재 임상에서 주로 사용되는 약제에는 독시사이클린(doxycycline), 미노사이클린(minocycline) 등이 있다. 테트라사이클린계 항생제는 세균 내로 침투하여 30S 리보솜에 가역적으로 결합하여 단백질 합성을 억제하여 정균 효과를 가진다. 2세대 테트라사이클린 계열인 독시사이클린과 미노사이클린은 반감기가 길고 지용성이 높아 가장 항균력이 강하다⁵²⁾. 전통적으로 8세 미만에서 테트라사이클린계 항생제 사용이 제한되었으나, 2016년 미국 질병통제예방센터(CDC)와 2018년 미국소아과학회(AAP)는 임상적으로 필요한 경우 독시사이클린은 모든 연령의 소아에서 안전하게 사용할 수 있는 약제로 권장하였다⁵³⁾.

소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 폐렴(*M. pneumoniae* pneumonia, MPP)에서 마크로라이드계 항생제가 1차 약제로 추천되지만 치료에 반응하지 않는 경우 테트라사이클린계 항생제를 2차 약제로 사용하여 임상적 효과를 관찰한 연구들이 있다.

Ahn 등⁵⁴⁾이 시행한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구에는 소아 마크로라이드 불응성 또는 내성 MPP 환자를 대상으로 비마크로라이드 치료군과 마크로라이드 치료군에서의 치료 반응을 비교 분석하기 위해 537명의 대상자가 포함된 8편의 연구(무작위 대조 연구 3편, 전향적 관찰연구 5편)가 포함되었다. Ahn 등의 연구에서 테트라사이클린계(독시사이클린 또는 미노사이클린) 치료군이 마크로라이드 치료군에 비해 발열기간과 입원기간이 효과적으로 단축되었으며, 치료 24시간/48시간/72시간 이내

52) 대한감염학회 편. 항생제의 길라잡이 제4판. p.347-358.

53) American Academy of Pediatrics. AAP News. Feb 27, 2020. When can doxycycline be used in young children? Available from <https://publications.aap.org/aapnews/news/14899/When-can-doxycycline-be-used-in-young-children?autologincheck=redirected>

54) Ahn JG, Cho HK, Li D, Choi M, Lee J, Eun BW, et al. Efficacy of tetracyclines and fluoroquinolones for the treatment of macrolide-refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis. BMC Infect Dis. 2021;21(1):1003.

발열 호전 비율이 더 높았다. 발열 기간 단축 효과 분석에 3편의 무작위 대조군 연구가 포함되었고 테트라사이클린계(미노사이클린) 치료군(78명)과 마크로라이드 치료군(100명)에서 두 군 간의 평균 발열 기간의 차이는 -1.45일(95% 신뢰구간: -2.55 ~ -0.36일)로 테트라사이클린계 치료군의 발열 기간이 유의하게 짧았다. 입원 기간에 대해서는 2편의 무작위 대조군 연구가 분석되었고 테트라사이클린계(미노사이클린) 치료군(57명)이 마크로라이드 치료군(59명) 보다 평균 입원 기간이 3.33일(95% 신뢰구간, 2.35 ~ 4.32일) 더 짧았다. 치료 효과(열이 없고, 기침이 호전되거나 없거나, 검사 수치가 호전되거나 정상인 경우) 분석에는 2편의 무작위 대조 연구가 포함되었고 테트라사이클린계(미노사이클린) 치료군(49명)에서 87.8%로 마크로라이드 치료군(50명) 46.0% 보다 유의하게 높았다(교차비: 8.80, 95% 신뢰구간: 3.12 ~ 24.82). 5편의 전향적 관찰 연구 메타분석에서 48시간 이내 발열 호전 비율은 테트라사이클린계(미노사이클린 또는 독시사이클린) 치료군(148명)에서 91.1%로 마크로라이드 치료군(152명) 25.7% 보다 유의하게 높았다(교차비: 18.37, 95% 신뢰구간: 8.87-38.03).

Shen 등⁵⁵⁾은 16세 이하의 중국 소아에서 난치성 MPP의 일반적인 치료(에리스로마이신 또는 아지스로마이신)와 비교하여 미노사이클린 보조 치료(adjunctive treatment)의 효능을 평가하기 위하여 857명의 환자가 포함된 10편의 연구(무작위 대조 연구 1편, 관찰연구 9편)에 대해 메타분석을 시행하였다. 기침 호전 기간은 미노사이클린 보조 치료군에서 평균 3.61일(95% 신뢰구간: 2.97 ~ 4.25일)의 단축을 보였다(8편 연구 포함). 미노사이클린 보조 치료군에서 해열 시간(9편 연구 포함) 평균 4.77일(95% 신뢰구간: 3.23 ~ 6.30일), 입원 기간(9편 연구 포함)은 평균 5.53일(95% 신뢰구간: 3.88 ~ 7.19일) 단축되었다. 2편의 연구에서 C-반응 단백질(CRP)과 적혈구 침강 속도(ESR) 차이를 보고하였고 두 치료군의 평균 차이는 CRP는 -13.95 mg/L (95% 신뢰구간: -18.61 ~ -9.29), ESR은 -10.88 mm/hr (95% 신뢰구간: -14.05 ~ -7.72)로 미노사이클린 보조 치료군에서 유의하게 감소하였다.

Lee 등⁵⁶⁾은 국내 2014-2015년 및 2019-2020년 유행 시기에 4개 병원에서 스테로이드 투여 없이 5일 이상 마크로라이드 또는 독시사이클린으로 치료받은 MPP 소아 환자 145명을 분석하였다. 23S rRNA의 A2063G와 A2064G 변이를 확인하여 MRMP 여부를 확인하였고, 40.7% (59명)에서 MRMP가 확인되었다. 마크로라이드에 감수성(macrolide-susceptible, MS) MPP 환자 중 78명 (90.7%)은 마크로라이드 치료를 받았고, MRMP 환자 중 21명(35.6%)이 독시사이클린으로 치료를 받았다. MRMP의 경우 독시사이클린 치료군이 마크로라이드 치료군에 비해 해열까지의 시간(2일

55) Shen HX, Liu C, Lin HJ, Xu LJ, Wang GY, Yan MX. The efficacy and safety of minocycline as adjuvant therapy in refractory mycoplasma pneumonia pneumonia in Chinese children: a meta-analysis. Ital J Pediatr. 2022;48(1):176.

56) Lee H, Choi YY, Sohn YJ, Kim YK, Han MS, Yun KW, et al. Clinical efficacy of doxycycline for treatment of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children. Antibiotics (Basel). 2021;10(2).

vs. 5일, $P < 0.001$)과 흉부 X선 호전까지의 시간(3일 vs. 6일, $P < 0.001$)이 짧았다. 반면, MSMPP 환자들 사이에서는 차이가 없었다.

Chen 등⁵⁷⁾은 2019년 5월부터 2022년 8월까지 중국의 한 병원에 입원한 8세 이상의 MRMPP 소아 환자 106명을 대상으로 독시사이클린 경구 단독 치료군(DOX, 17명), 아지스로마이신 (azithromycin) 정맥주사 단독 치료군(AZI, 31명), 아지스로마이신 정맥주사 치료 중 독시사이클린 경구로 변경 치료군(ATD, 58명)으로 구분하여 치료 효과를 분석하였다. ATD 군은 아지스로마이신 3일 미만 투여군(ATD1, 17명)과 3일 이상 투여군(ATD2, 41명)으로 세분화 하였다. DOX 군의 입원 기간은 ATD 군(6일 vs. 8일, $P = 0.003$)과 AZI 군(6일 vs. 8일, $P = 0.000$) 보다 유의하게 짧았다. DOX 군의 치료 후 발열 기간의 중간값은 다른 두 군보다 유의하게 짧았다(2일 vs. 4일, $P = 0.022$; 2일 vs. 3일, $P = 0.044$). 입원 기간과 치료 후 발열 기간은 ATD 군과 AZI 군 간에 유의한 차이가 없었다. DOX 군에서 48시간 이내에 해열, 치료 1주 후 흉부 X선 호전을 보인 환자의 비율은 각각 53% 및 88%로 ATD 군(18% 및 52%)과 AZI 군(3% 및 39%) 보다 유의하게 더 높았다. 상향점수 매칭(propensity score matching) 분석을 적용하여 조기 독시사이클린 사용의 효능을 평가하였을 때, ATD1 군이 ATD2 군에 비해 더 짧은 입원 기간(7일 vs. 8일, $P = 0.037$)과 발열 기간(3일 vs. 4일, $P = 0.027$), 더 높은 72시간 이내 해열 비율(57% vs. 29%, $P = 0.031$), 더 낮은 글루코코르티코이드 보조 치료 비율(7% vs. 43%, $P = 0.002$)를 보였다.

Okada 등⁵⁸⁾의 연구에는 MRMPP로 확진된 159명 중 발열이나 임상적 호전이 3일 이내 호전되지 않거나 흉부 X선 소견이 악화되어 테트라사이클린계(독시사이클린 또는 미노사이클린)이나 퀴놀론계(토수플록사신 또는 레보플록사신)로 약제 변경한 140명의 분석 결과가 포함되었다. 항생제와 스테로이드를 같이 투여한 환자를 제외하고 2차 약제 변경 24시간 이내 해열 비율은 미노사이클린 (57.7%, 30/52) 또는 독시사이클린(81.3%, 13/16) 치료군에서 토수플록사신 치료군(30.8%, 4/13) 보다 유의하게 높았고($P = 0.03$), 치료 시작 3일 후 PCR 검사에서 마이코플라스마 폐렴균 DNA 복제수 감소에 있어 테트라사이클린계 치료군이 토수플록사신 치료군보다 유의하게 효과적이었다.

Kawai 등⁵⁹⁾의 연구에서 MRMPP로 확진된 150명 중 100명에서 미노사이클린(38명) 또는 토수플록사신(62명)이 확정적 항생제 치료에 사용되었다. 미노사이클린 치료군과 토수플록사신

57) Chen Y, Zhang Y, Tang QN, Shi HB. Efficacy of doxycycline therapy for macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children at different periods. Ital J Pediatr. 2024;50(1):38.

58) Okada T, Morozumi M, Tajima T, Hasegawa M, Sakata H, Ohnari S, et al. Rapid effectiveness of minocycline or doxycycline against macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infection in a 2011 outbreak among Japanese children. Clin Infect Dis. 2012;55(12):1642-9.

59) Kawai Y, Miyashita N, Kubo M, Akaike H, Kato A, Nishizawa Y, et al. Therapeutic efficacy of macrolides, minocycline, and tosufloxacin against macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in pediatric patients. Antimicrob Agents Chemother. 2013;57(5):2252-8.

치료군을 비교했을 때 항생제 치료 시작 후 48시간 이내 해열 비율은 미노사이클린 치료군(87%)이 토수플록사신 치료군(69%) 보다 유의하게 높았으나($P = 0.047$), 항생제 투여 이후 평균 발열 기간은 유의한 차이가 없었다(1.83일 vs. 2.31일, $P = 0.152$). 항생제 치료 시작 전과 치료 48-96시간 후 마이코플라스마 폐렴균 DNA 복제수 감소를 비교했을 때 미노사이클린 치료군이 토수플록사신 치료군에 비해 효과적이었다.

» 핵심질문 3

소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 폐렴 치료에서 퀴놀론계 항생제 치료는 효과적인가?

» 권고문

소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 폐렴 치료에서 퀴놀론계 항생제는 마크로라이드 내성이 의심되는 (또는 내성이 확인된) 불응성 마이코플라스마 폐렴 치료에 효과가 있으며, 국내에서는 레보플록사신을 2차 항생제로 고려할 수 있다.

» 근거 요약

퀴놀론(quinolone)계 항생제는 topoisomerase계 효소인 DNA gyrase와 topoisomerase IV를 억제함으로써 세균의 DNA 합성을 억제하여 살균 효과를 나타낸다. 2세대 퀴놀론인 시프로플록사신(ciprofloxacin)과 오픈록사신(ofloxacin), 3세대에 속하는 레보플록사신(levofloxacin), 토수플록사신(tosufloxacin), 4세 퀴놀론 목시플록사신(moxifloxacin), 게미플록사신(gemifloxacin) 등은 비정형 폐렴의 원인균인 마이코플라스마 폐렴균, 레지오넬라(*Legionella pneumophila*), 클라미디아 폐렴균(*Chlamydia pneumoniae*)에 항균력이 있다⁶⁰⁾. 전 세계적으로 18세 이하 소아청소년에서 퀴놀론계 항생제는 대체 약제가 없고 퀴놀론이 특정 상황에 효과적인 경우를 제외하고는 1차 치료제로 사용은 금기이다⁶¹⁾. 일본에서는 1990년에 토수플록사신이 개발되어 사용되었고 2010년에는 소아 연령에서 사용이 허가되었다⁶²⁾⁶³⁾. 소아청소년 마크로라이드 불응성 또는 내성 MPP 치료에서 퀴놀론계 사용에 대한 연구 데이터는 매우 제한적이다.

Ahn 등⁶⁴⁾의 메타분석에서 토수플록사신 치료군(21명)과 마크로라이드 치료군(60명)의 24시간 이내 해열 효과 분석에 2편의 전향적 관찰연구가 포함되었고, 두 군 간에 유의한 차이가 없었다(19.0% vs. 8.3%, 교차비: 1.11, 95% 신뢰구간: 0.25 ~ 5.00). 48시간 이내 해열 효과 분석에는 3편의 전향적 관찰연구가 포함되었고, 토수플록사신 치료군에서 62.7% (52/83)로 마크로라이드 치료군에서

60) 대한감염학회 편. 항생제의 길라잡이 제4판. p.274-297

61) American Academy of Pediatrics. Antimicrobial Agents and Related Therapy. Red Book: 2024-2027 Report of the Committee on Infectious Diseases. American Academy of Pediatrics; 2024;973-5.

62) Kohno S. Clinical assessment of tosufloxacin tosilate. J Infect Chemother. 2002;8(1):19-27.

63) Cho HK. Consideration in treatment decisions for refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia. Clin Exp Pediatr. 2021;64(9):459-67.

64) Ahn JG, Cho HK, Li D, Choi M, Lee J, Eun BW, et al. Efficacy of tetracyclines and fluoroquinolones for the treatment of macrolide-refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis. BMC Infect Dis. 2021;21(1):1003.

26.4% (29/110) 보다 유의하게 높았다(교차비: 2.78, 95% 신뢰구간: 1.41 ~ 5.51).

Ha 등⁶⁵⁾의 국내 단일기관 연구에서 190명의 마크로라이드 불응성(마크로라이드 치료 72시간 이후에도 발열 지속) MPP 소아 환자를 마크로라이드 지속 치료군(138명), 스테로이드 치료군(32명), 독시사이클린 치료군(14명), 레보플록사신 치료군(6명)으로 구분하여 효과를 분석하였다. 초기 마크로라이드 치료 시작 후 해열까지 기간을 상향점수 매칭(propensity score matching)을 적용하여 분석했을 때 마크로라이드 지속 치료군과 독시사이클린 치료군(4.9일 vs. 5.7일, $P = 0.453$), 마크로라이드 지속 치료군과 레보플록사신 치료군(4.4일 vs. 5.0일, $P = 0.283$) 간의 유의한 차이는 없었다. 2차 항생제로 변경 후 해열까지의 평균 기간은 독시사이클린 치료군에서 27.4 ± 33.2 시간, 레보플록사신 치료군에서 16.8 ± 18.0 시간으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($P = 0.621$). 2차 항생제 치료 후 48시간 이내 해열 비율은 독시사이클린 치료군에서 85.7%, 레보플록사신 치료군에서 83.3% 이었다.

Ahn 등의 메타분석에서 2편의 전향적 관찰연구가 포함된 토수플록사신 치료군(75명)과 테트라사이클린계 치료군(106명)의 48시간 이내 발열 호전 비율을 비교했을 때 토수플록사신 치료군 69.3%, 테트라사이클린계 치료군 88.7%로 토수플록사신 치료군에서 유의하게 낮았다(교차비: 0.32, 95% 신뢰구간: 0.31 ~ 0.76). Cai 등⁶⁶⁾의 연구에서는 Ha 등과 Tao 등⁶⁷⁾의 연구 2편의 메타분석 시행 결과 마크로라이드 불응성 MPP의 2차 항생제 치료에서 레보플록사신 치료군(35명)과 독시사이클린 치료군(30명)에서 해열까지 평균 시간의 유의한 차이가 없었다(평균 차이: -0.40, 95% 신뢰구간: -1.43 ~ 0.63).

65) Ha SG, Oh KJ, Ko KP, Sun YH, Ryoo E, Tchah H, et al. Therapeutic efficacy and safety of prolonged macrolide, corticosteroid, doxycycline, and levofloxacin against macrolide-unresponsive *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children. J Korean Med Sci. 2018;33(43):e268.

66) Cai F, Li J, Liang W, Wang L, Ruan J. Effectiveness and safety of tetracyclines and quinolones in people with *Mycoplasma pneumoniae*: a systematic review and network meta-analysis. EClinicalMedicine. 2024;71:102589.

67) Tao X, et al. Safety and efficacy analysis of levofloxacin and doxycycline in the treatment of refractory *Mycoplasma pneumoniae* in children. Central South Pharm, 2021;19(5):1025-8.

» 핵심질문 4

소아청소년에서 테트라사이클린계 항생제 사용은 안전한가?

» 권고문

소아청소년 모든 연령에서 단기간(21일 이하)의 독시사이클린 또는 미노사이클린 사용은 치아 착색 또는 결함과 연관성이 없으며, 마크로라이드 내성이 의심되는 (또는 내성이 확인된) 불응성 마이코플라스마 폐렴 치료에서 2차 약제로 독시사이클린 또는 미노사이클린 사용할 수 있다.

» 근거 요약

테트라사이클린계 항생제는 용량 의존적으로 오심, 구토, 상복부 통증을 유발할 수 있고 식도염 및 식도 궤양 사례 보고가 있다. 또한 치아 착색, 광과민성, 중증 피부 이상반응, 아나필락시스, 양성 두 개강내고혈압의 부작용이 보고되었다⁶⁸⁾.

테트라사이클린계 항생제는 칼슘과 결합하여 신생 골과 소아의 치아에 침착될 수 있다. 1세대 테트라사이클린계 항생제(chlortetracycline, oxytetracycline, tetracycline, demethylchlortetracycline)를 투여 받은 소아에서 발생한 영구적인 치아 변색 및 치아 법랑질 형성 저하에 대한 보고를 바탕으로 8세 미만 소아에서는 테트라사이클린계 항생제 사용이 제한되고 있다. 영구치의 법랑질 형성이 완료될 때까지의 치아 발육(odontogenesis) 기간은 테트라사이클린계 이상반응에 대한 중요한 시기로 보인다. 치아 발육의 석회화 단계는 자궁 내 발생 6주차에 시작되며, 일반적으로 생후 3-4개월에 완료되는 것으로 알려져 있다. 테트라사이클린계 항생제에 의한 치아 착색의 정도는 투여량, 투여 기간, 사용되는 테트라사이클린 계열 항생제의 종류와 관련이 있다⁶⁹⁾. 8세 이전 항생제 노출이 치아 건강에 미치는 영향을 분석한 체계적 문헌고찰 연구에서 권장 용량의 독시사이클린 또는 미노사이클린 사용이 치아 착색, 법랑질 발달 결함 등과 관련이 있다는 증거는 확인되지 않았다⁷⁰⁾. 2018년 미국소아과학회는 소아청소년에서 나이에 상관없이 단기간 치료(21일 이하) 동안 독시사이클린을 투여할 수 있다고 권고하였고(2018 Report of the Committee on Infectious Diseases. AAP), 2024년에는 나이 또는 투여 기간에 상관없이 독시사이클린을 투여할 수 있다고 발표하였다(2024 Report of the Committee on Infectious Diseases. AAP).

68) 대한감염학회 편. 항생제의 길라잡이 제4판. p.347-358.

69) American Academy of Pediatrics. Antimicrobial Agents and Related Therapy. Red Book: 2024-2027 Report of the Committee on Infectious Diseases. American Academy of Pediatrics; 2024;975-6

70) Ravindra D, Huang G, Hallett K, Burgner DP, Gwee A, Silva MJ. Antibiotic exposure and dental health: A systematic review. Pediatrics. 2023;152(1).

2013년 미국 CDC와 인디언 보건 서비스가 공동으로 수행한 연구에서 로키산 홍반열(Rocky Mountain spotted fever, RMSF) 발병률이 높은 지역사회에서 8세 미만 소아를 대상으로 독시사이클린 사용 후 치아 착색, 법랑질 저형성을 평가하였다⁷¹⁾. RMSF에서 독시사이클린 치료는 해열 후 최소 3일간 지속되어야 하며 일반적인 치료기간은 7-10일이다. 8세 이전에 독시사이클린 치료를 받은 후 영구치가 맹출된 58명의 소아와 독시사이클린에 노출력이 없는 213명의 데이터가 분석되었다. 독시사이클린 노출군은 평균 1.8회의 독시사이클린 치료력, 평균 투여 기간은 7.3일, 평균 1회 투여량은 2.3 mg/kg 이었다. 독시사이클린 노출군에서 테트라사이클린 유사 치아 착색은 관찰되지 않았고(0/58, 95% 신뢰구간 0 ~ 5%), 두 군 간 치아 색상($P = 0.20$)이나 법랑질 저형성(4% vs. 4%, $P = 1.0$)에서도 유의미한 차이가 없었다.

브루셀라증 치료를 위해 3주간 하루 2회 미노사이클린(2.5 mg/kg)을 경구 투여 받은 8세 미만 소아 41명과 대조군 82명을 비교 분석한 연구에서 치아 착색 및 결함은 차이가 없었다(교차비 0.90: 95% 신뢰구간 0.38 ~ 2.11)⁷²⁾.

Lee 등⁷³⁾은 2008년 1월부터 2020년 12월 사이 최소 1일 이상 테트라사이클린계 항생제에 노출된 12세 미만 국내 소아청소년에 대한 건강보험심사평가원 데이터베이스 정보를 기반으로 치아 변색 발병률을 분석한 연구를 시행하였다. 총 56,990명이 포함되었으며 이 중 61%가 14일 미만 동안 테트라사이클린계 항생제를 처방 받았으며, 독시사이클린(61%)과 미노사이클린(35%)을 포함한 2세대 테트라사이클린계 항생제가 가장 많은 비중을 차지하였다. 5년 및 10년 누적발생률은 0-7세 연령군에서 각각 4.1% (95% 신뢰구간, 3.0 ~ 5.7%) 및 5.7% (95% 신뢰구간, 4.1 ~ 7.8%)이었고, 8-12세 연령군에서는 각각 0.8% (95% 신뢰구간, 0.7 ~ 0.9%) 및 1.3% (95% 신뢰구간, 1.1 ~ 1.4%)이었다. 테트라사이클린계 항생제 노출 후 치아 변색의 발생률을 연령 보정된 일반 인구 집단과 비교하였을 때 통계학적으로 유의미한 차이는 없었다(표준화 발생비[standard incidence ratio] 1.08; 95% 신뢰구간 0.69 ~ 1.60).

소아청소년 난치성 MPP에서 미노사이클린 보조 치료의 효능과 안전성을 연구한 Shen 등⁷⁴⁾의 메타분석 연구에서 미노사이클린 치료군과 마크로라이드 치료군 간의 이상반응 차이는 없었다(교차비 0.63; 95% 신뢰구간 0.39 ~ 1.31).

71) Todd SR, Dahlgren FS, Traeger MS, Beltrán-Aguilar ED, Marianos DW, Hamilton C, et al. No visible dental staining in children treated with doxycycline for suspected Rocky Mountain Spotted Fever. *J Pediatr*. 2015;166(5):1246-51.

72) Cascio A, Di Liberto C, D'Angelo M, Iaria C, Scarlata F, Titone L, et al. No findings of dental defects in children treated with minocycline. *Antimicrob Agents Chemother*. 2004;48(7):2739-41.

73) Lee JY, Kim EH, Lee M, Shin J, Lim SM, Baek JY et al. Incidence of dental discoloration after tetracycline exposure in Korean children: A nationwide population-based study. *Pediatr Infect Vaccine*. 2024;31(1):25-36

74) Shen HX, Liu C, Lin HJ, Xu LJ, Wang GY, Yan MX. The efficacy and safety of minocycline as adjuvant therapy in refractory mycoplasma pneumonia pneumonia in Chinese children: a meta-analysis. *Ital J Pediatr*. 2022;48(1):176.

» 핵심질문 5

소아청소년에서 퀴놀론계 항생제 사용은 안전한가?

» 권고문

소아청소년에서 퀴놀론계 항생제 이상반응의 빈도는 낮은 것으로 보고되고 있으나, 마크로라이드 내성이 의심되는 불응성 마이코플라스마 폐렴 치료에서 2차 약제로 퀴놀론계 항생제 사용은 이득과 위해, 환자의 상태를 고려하여 선택하는 것이 권고된다.

» 근거 요약

퀴놀론계 항생제는 근골격계 이상반응, QT 간격 연장, 경련 위험 증가, 말초 신경병증, 광과민반응 및 중증 피부 이상반응 등을 유발할 수 있다. 18세 이하 소아청소년에서 퀴놀론계 항생제는 대체 약제가 없고 퀴놀론이 특정 상황에 효과적인 경우를 제외하고는 통상적인 치료제로 사용해서는 안 된다. 성인과 소아에서 퀴놀론계 사용은 퀴놀론 내성의 주요 원인으로 신중하게 사용하는 것이 항생제 내성을 예방하고 환자 안전을 개선하기 위한 중요한 전략이다⁷⁵⁾.

2004년부터 2022년 1분기까지 미국 식품의약품안전처 이상반응 보고 시스템(FDA adverse event reporting system, FAERS)에 보고된 소아청소년 퀴놀론계 항생제 이상반응 사례를 분석한 연구에서 총 4,704건의 보고서가 검토되었다⁷⁶⁾. 이상반응이 가장 빈발한 연령대는 12-18세였다. 가장 많이 보고된 이상반응은 시프로플록사신 투여 후 발열(236건), 레보플록사신 투여 후 호중구감소증(120건), 목시플록사신의 허가 외 사용(48건), 오픈플록사신의 약물 내성(18건)과 오제녹사신 투여 후 심정지(22건)이었다.

Noel 등⁷⁷⁾은 레보플록사신 효능 임상시험 소아청소년 대상자 중에서 장기 추적 감시에 참여한 2,233명에서 안전성 데이터를 분석하였다. 레보플록사신 투여군(1,340명)과 비퀴놀론계 항생제 투여군(893명)을 비교했을 때 레보플록사신 투여군에서 2개월(2.1% vs 0.9%, $P = 0.04$)과 12개월(3.4% vs 1.8%, $P = 0.03$)에서 체중 부하 관절 장애의 발생률이 더 높게 보고되었다.

75) American Academy of Pediatrics. Antimicrobial Agents and Related Therapy. Red Book: 2024-2027 Report of the Committee on Infectious Diseases. American Academy of Pediatrics; 2024;973-5

76) Kong W, Mao W, Zhang L, Wu Y. Disproportionality analysis of quinolone safety in children using data from the FDA adverse event reporting system (FAERS). Front Pediatr. 2022;10:1069504.

77) Noel GJ, Bradley JS, Kauffman RE, Duffy CM, Gerbino PG, Arguedas A, et al. Comparative safety profile of levofloxacin in 2523 children with a focus on four specific musculoskeletal disorders. Pediatr Infect Dis J. 2007;26(10):879-91.

Li 등⁷⁸⁾의 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구에서 소아청소년 퀴놀론 사용과 관련된 이상반응 발생률은 5.39%로 위장관계 이상반응이 가장 흔하였고(2.02%), 근골격계 이상반응은 0.76%이었다. 퀴놀론계 투여군의 근골격계 이상반응 위험은 대조군보다 유의하게 높았다(51편 연구; 발생비[rate ratio, RR] 2.03, 95% 신뢰구간 1.82 ~ 2.26). 추적기간을 구분하여 비교하였을 때 2-6개월 기간의 RR 2.56 (95% 신뢰구간, 2.26 ~ 2.89), 7개월-1년 기간의 RR 1.35 (95% 신뢰구간, 0.98 ~ 1.86)로 차이가 있었다. 13-18세 청소년은 퀴놀론에 의한 근골격계 독성에 민감할 수 있으며(RR 2.69, 95% 신뢰구간 2.37 ~ 3.05), 레보플록사신 관련 근골격계 이상반응 위험이 더 높을 수 있다(RR 1.33, 95% 신뢰구간 1.00 ~ 1.77).

Ross 등⁷⁹⁾은 12-18세 청소년에서 퀴놀론 사용과 건 손상(tendon injury)의 연관성을 조사하였다. 2000년부터 2018년까지 미국 IBM Watson Health Market Scan 청구 데이터를 이용하였고 퀴놀론 또는 비퀴놀론계 항생제(대조군)를 처방받은 440만 명의 청소년이 연구에 포함되었다. 처방 후 90일 동안 건파열의 위험은 퀴놀론 투여군에서 100,000명당 13.6건, 대조군에서 100,000명당 11.6건으로 퀴놀론 관련 초과 위험은 100,000명당 1.9건(95% 신뢰구간, -2.6 ~ 6.4)으로 극히 작았다. 퀴놀론 관련 건염의 초과 위험도역시 작았다(100,000명당 200.8건 vs 100,000명당 178.1건; 초과 위험 100,000명당 22.7건, 95% 신뢰구간, 4.1-41.3).

2002년부터 2017년까지 국민건강보험자료를 이용하여 폐렴으로 입원한 소아청소년(총 2,213,807건)을 분석한 국내 연구에서 퀴놀론계 처방률은 0.28% (6,299/2,213,807건)이었다(레보플록사신 40.9%, 시프로플록사신 36.1%, 목시플록사신 11.6%, 기타 11.4%). 퀴놀론 첫 투여 후 30일 이내에 아킬레스 건염 발생률은 0.19% (12/6,229)이었다. 퀴놀론계 항생제 사용은 아킬레스 건염의 위험을 증가시켰으나(교차비 3.00; 95% 신뢰구간 1.71 ~ 5.29), 나이, 성별, 기저 질환을 보정한 후에는 통계적으로 유의하지 않았으며(보정 교차비 0.85; 95% 신뢰구간 0.48 ~ 1.51). 건염 발생은 시프로플록사신 또는 레보플록사신 사용 후 발생하였고, 8세 이하의 소아에서는 발생하지 않았다⁸⁰⁾. 2002년부터 2015년까지 국민건강보험공단 표본 코호트 자료를 이용하여 퀴놀론계 항생제와 아목시실린 항생제를 각각 투여한 15,706명과 147,840명의 소아청소년을 분석한 다른 국내 연구는 퀴놀론계 항생제 투여군에서 근골격계 이상반응의 위험이 다소 증가하였고(위험비[hazard ratio] 1.19; 95% 신뢰구간 1.01 ~ 1.40), 특히 남아, 나이가 많은 경우, 시프로플록사신 또는 레보플록사신 사용자에서 더 높은 것으로 보고하였다⁸¹⁾.

78) Li S, Chen Z, Huang L, Liu Z, Shi Y, Zhang M, et al. Safety of quinolones in children: A systematic review and meta-analysis. *Paediatr Drugs*. 2022;24(5):447-64.

79) Ross RK, Kinlaw AC, Herzog MM, Jonsson Funk M, Gerber JS. Fluoroquinolone antibiotics and tendon injury in adolescents. *Pediatrics*. 2021;147(6).

80) Kim Y, Park GW, Kim S, Moon HJ, Won S, Chung W, et al. Fluoroquinolone and no risk of Achilles-tendinopathy in childhood pneumonia under eight years of age—a nationwide retrospective cohort. *J Thorac Dis*. 2021;13(6):3399-408.

» 핵심질문 6

마크로라이드 내성이 확인된 마이코플라스마 폐렴균 폐렴에서 약제 변경이 반드시 필요한가?

» 권고문

마크로라이드 내성이 확인된 마이코플라스마 폐렴 환자에서 2차 항생제로 변경 또는 투여 결정은 환자의 임상 경과를 반드시 고려해야 한다. 마크로라이드 내성이 확인된 경우라도 기존 마크로라이드 치료에 호전을 보이면 약제 변경이 권고되지 않는다.

» 근거 요약

MRMPP 치료에서 마크로라이드의 유용성에 중점을 둔 연구는 매우 제한적이다. He 등⁸²⁾은 마크로라이드 내성 돌연변이 유전자 양성인 MPP 치료에서 마크로라이드 치료 효과에 대해서 연구하였다. 중국 선전의 한 3차 대학병원에서 2023년 1월부터 10월까지 마이코플라스마 폐렴으로 입원한 18세 미만 환자 중 입원 48시간 이내에 호흡기 검체 PCR을 통해 23S rRNA 유전자의 A2063G, A2064G, C2617G 돌연변이 유무가 확인되었고 입원 후 초기 치료로 아지스로마이신을 투여 받은 91명이 연구에 포함되었다. 기저질환이 있거나 입원 전 스테로이드, 테트라사이클린계 또는 퀴놀론계 항생제 치료력이 있는 경우, 입원 후 테트라사이클린계 항생제를 투여 받은 환자는 제외되었다. 91명 중 79명에서 MRMP가 확인되었다(모두 A2063G 돌연변이). MRMPP 환자군에서 입원 기간(8일 vs. 6일)이 더 길었고 스테로이드 투여 비율(59.5% vs. 8.3%)이 더 높았다. 하지만 다중 회귀분석에서는 MRMP와 72시간 이상 발열 지속(교차비, 0.19; 95% 신뢰구간, 0.01 ~ 4.51; $P=0.306$) 및 입원 기간($P=0.346$)에는 연관성이 없었다. 저자들은 23S rRNA 유전자 돌연변이가 MPP의 임상 경과에 영향을 미치지 않을 수 있으며, 이러한 돌연변이 양성 환자에서 반드시 마크로라이드 내성이 있는 것은 아닐 수도 있음을 기술하였다. 따라서 이 연구에서는 마크로라이드 내성 돌연변이 유전자 검사에서 양성이라도 마이코플라스마 폐렴 치료제로 마크로라이드계 항생제를 사용할 수 있음을 제시하였다. Cheng 등⁸³⁾도 A2063/2064G 돌연변이가 확인된 MPP 소아 환자에서 아지스로마이신의

81) Kim Y, Paik M, Khan C, Kim YJ, Kim E. Real-world safety evaluation of musculoskeletal adverse events associated with Korean pediatric fluoroquinolone use: a nationwide longitudinal retrospective cohort study. *Sci Rep*. 2019;9(1):20156.

82) He M, Xie J, Rui P, Li X, Lai M, Xue H, et al. Clinical efficacy of macrolide antibiotics in *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia carrying a macrolide-resistant mutation in the 23 S rRNA gene in pediatric patients. *BMC Infect Dis*. 2024;24(1):758.

83) Cheng J, Liu Y, Zhang G, Tan L, Luo Z. Azithromycin effectiveness in children with mutated *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia. *Infect Drug Resist*. 2024;17:2933-42.

효과를 확인하기 위해, 2019년 1월부터 2022년 12월까지 MPP로 입원한 소아 환자 중 마크로라이드 내성 돌연변이(A2063/2064G)가 확인된 155명을 후향적으로 분석하였다. 입원 전 발열이 호전되었거나 혈액암 환자는 제외되었다. 이 연구에서 마크로라이드 불응성 MPP는 아지스로마이신 치료 후 3일 이상 발열이 지속되는 경우, 치료 불응성 MPP는 최소 7일간의 적절한 항생제 치료에도 불구하고 임상적 및 영상학적 악화가 있는 경우로 정의되었다. 마크로라이드 내성 돌연변이(A2063/2064G)가 확인된 155명 환자 중 23.2% (36명)는 아지스로마이신 투여 후 3일 이내 발열이 호전되었고, 34.8% (54명)은 치료 불응성 마이코플라스마 폐렴으로 진행하였다. 이 연구에서 치료 불응성 마이코플라스마 폐렴과 관련된 독립된 위험인자는 젖산탈수소효소(lactate dehydrogenase, LDH) 수치가 399 U/L 이상인 경우로 확인되었다(교차비, 4.66; 95% 신뢰구간, 1.31 ~ 17.10; $P=0.017$). 저자들은 A2063/2064G 돌연변이가 확인된 마이코플라스마 폐렴 환자라도 일부에서는 아지스로마이신 치료가 효과적이며, LDH 수치를 고려하여 치료 불응성 마이코플라스마 폐렴으로 진행 위험이 있는 경우 테트라사이클린 또는 퀴놀론 계열 항생제 치료를 고려해야 함을 제시하였다.

2010-2015년 기간에 MPP로 진단된 국내 소아 환자 116명을 분석한 연구에서 70.7% (82명)이 23S rRNA 유전자 검사에서 마크로라이드 내성 돌연변이 양성(A2063G)이었다. 하지만 마이코플라스마 폐렴 환자에서 장기간 지속되는 발열은 마크로라이드 내성 돌연변이 유무와 상관없이 폐외 징후, 대엽성 경화(lobar consolidation), 흉막 삼출이 통계적으로 유의하게 관련성 있었다⁸⁴⁾. Deng 등⁸⁵⁾ 440이 시행한 연구에서도 소아 MPP 환자에서 A2063G 돌연변이 여부와 흉부 방사선 소견 사이에 상관관계가 없음을 보여주었다.

마이코플라스마 폐렴균 폐렴은 특별한 치료 없이도 회복될 수도 있는 자가-제한성 질환이다. 마이코플라스마 폐렴균 폐렴에서 마크로라이드 내성 돌연변이 양성과 질환의 중증도 간의 관련성은 명확하지 않다. 마크로라이드 내성 마이코플라스마 폐렴균 폐렴에서 마크로라이드 투여 후 발열 등의 임상 증상의 개선은 마크로라이드의 면역 조절 작용과 관련성이 제시되고 있으나⁸⁶⁾, 마크로라이드 내성 마이코플라스마 폐렴균 폐렴에서 항염 효과를 평가하기 위해서는 더 많은 근거가 필요하다.

84) Yoon IA, Hong KB, Lee HJ, Yun KW, Park JY, Choi YH, et al. Radiologic findings as a determinant and no effect of macrolide resistance on clinical course of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia. BMC Infect Dis. 2017;17(1):402.

85) Deng H, Rui J, Zhao D, Liu F. *Mycoplasma pneumoniae* 23S rRNA A2063G mutation does not influence chest radiography features in children with pneumonia. J Int Med Res. 2018;46(1):150-7.

86) Zimmermann P, Ziesenitz VC, Curtis N, Ritz N. The immunomodulatory effects of macrolides—A systematic review of the underlying mechanisms. Front Immunol. 2018;9:302.

» 핵심질문 7

최근 국외 지침에서 마이코플라스마 폐렴의 항생제 치료 권고는?

» 근거 요약

(1) 중국⁸⁷⁾⁸⁸⁾

마이코플라스마 폐렴균 폐렴을 치료하는데 일차적인 항생제는 마크로라이드계 항생제이다. 하지만 마크로라이드 내성을 가진 8세 이상의 소아에서는 독시사이클린과 미노사이클린과 같은 테트라 사이클린계 항생제를 권장한다. 8세 이하라도 이득과 위해를 고려하여 부모의 동의하에 테트라 사이클린계 항생제 사용을 고려해 볼 수 있다. 퀴놀론계 항생제는 심한 MRMP 폐렴이 의심되거나 확진된 경우 2차 항생제로 사용이 고려된다. 퀴놀론 사용 시 치료의 이득과 부작용을 충분히 고려하여 부모의 동의하에 사용해야 한다.

〈표 8〉 중국의 항생제 용량/용법

Medications	Route of administration	Treatment	
		Dosage (mg/kg/day)	Duration (day)
Azithromycin	Oral or IV	10, qd	3-7
Clarithromycin	Oral	10-15, bid	10
Roxithromycin	Oral	5-10, bid	10-14
Erythromycin	Oral or IV	30-45, q8h	10-14
Acetylguitamycin	Oral	25-50, bid	10-14
Levofloxacin			
6 mon-5y	Oral or IV	16-20, q12h	7-14
5-16y		8-10, qd	
Adolescents		500, qd	
Moxifloxacin	Oral or IV	10, qd	7-14
Tosufloxacin	Oral	12, bid	7-14
Doxycycline	Oral or IV	4, bid	7-10
Minocycline	Oral or IV	4, bid (first dose, 4mg/kg)	10

87) National Health Commission of the People's Republic of China. Guidelines for diagnosis and treatment of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children (2023 edition). Chin J Rational Drug Use. 2023;20:16-24 (in Chinese).

88) Wang YS, Zhou YL, Bai GN, Li SX, Xu D, Chen LN, et al. Expert consensus on the diagnosis and treatment of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children. World J Pediatr. 2024;20(9):901-14.

(2) 일본⁸⁹⁾⁹⁰⁾

소아 마이코플라스마 폐렴균 폐렴의 일차 항생제로 마크로라이드계 항생제를 사용한다. 마크로라이드계 항생제 치료 후 48-72시간 이내 발열의 호전 또는 지속으로 마크로라이드의 효과를 평가할 수 있다. 마크로라이드계 항생제에 반응이 없다면 플루오로퀴놀론계 항생제 중에 모든 연령의 소아에서 사용가능한 토수플록사신 또는 8세 이상에서는 테트라사이클린계 미노사이클린을 사용할 수 있다.

〈표 9〉 일본의 항생제 용량/용법

Drug	Route of administration	Drug dose (mg/kg/day)	Divided dose/day	Treatment period (days)
Erythromycin	Oral	25-50	4-6	14
Clarithromycin	Oral	10-15	2-3	10
Azithromycin	Oral	10	1	3
Tosufloxacin	Oral	12	2	7-14
Minocycline	Oral or Intravenous	2-4	2	7-14

(3) 타이완⁹¹⁾

소아 마이코플라스마 폐렴의 일차 항생제로 마크로라이드계 항생제를 사용한다. 마크로라이드계 항생제를 사용 후 48-72시간 후에도 발열이 지속되거나 흉부 영상에서 악화 소견이 보이면 테트라사이클린계 항생제나 퀴놀론계 항생제를 대체 항생제로 고려해 볼 수 있다.

(4) 홍콩⁹²⁾

마이코플라스마 폐렴균 폐렴에서 일차적으로 마크로라이드계 항생제 치료 실패로 마크로라이드 내성이 의심된다면 9세 이상에서는 독시사이클린(4 mg/kg/day, 2회 분복)을 권장한다. 8세 이하에서는 마크로라이드 내성 마이코플라스마 폐렴에서 이득이 부작용 등의 위험도보다 클 때 사용해 볼 수

89) Ishiwada N, Shinjoh M, Kusama Y, Arakawa H, Ohishi T, Saitoh A, et al. Guidelines for the management of respiratory infectious diseases in children in Japan 2022. *Pediatr Infect Dis J*. 2023;42(10):e369-e76.

90) Recommendations for the diagnosis and treatment of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children (≤ 15 years of age). Japan. <https://square.umin.ac.jp/jsm/Eng%20shisin.pdf>

91) Chou CC, Shen CF, Chen SJ, Chen HM, Wang YC, Chang WS, et al. Recommendations and guidelines for the treatment of pneumonia in Taiwan. *J Microbiol Immunol Infect*. 2019;52(1):172-99.

92) Practice Recommendations for Management of Community Acquired Pneumonia in Children. *HK J Paediatr (new series)* 2016;21:178-193

있다. 퀴놀론계 항생제(레보플록사신 8 mg/kg/day, 1회/일)는 8세 이하 소아의 마크로라이드 내성 마이코플라스마 폐렴에서 독시사이클린의 대체재로 고려할 수 있다. 중증 마크로라이드 내성 마이코플라스마 폐렴 환자의 경우 경구 항생제보다는 정맥 미노사이클린(시작 용량 4 mg/kg, 이후 12시간마다 2mg/kg, 최대용량 100mg)을 사용할 수 있다.

(5) 스페인⁹³⁾

마이코플라스마 폐렴균 폐렴에서 일차 항생제로 경구 클래리스로마이신(15mg/kg/day, 2회 분복/일, 5-7일), 아지스로마이신 (10 mg/kg/day, 최대 500mg, 3일)을 사용한다. 아지스로마이신의 반감기가 길어 항생제 내성 증가에 대한 우려가 커짐에 따라 클래리스로마이신 사용을 더 선호한다. 마크로라이드계 항생제에 내성이 의심되거나, 중추신경계 침범 시, 면역 저하 상태에서 2차 약물로 독시사이클린 (4mg/kg/day, 2회 분복, 첫째 날, 최대용량 200mg, 이후로는 24시간마다 2mg/kg를 복용, 중증인 경우 유지용량을 4mg/kg/day, 2회 분복, 1회 최대용량 100mg, 7일 복용)을 사용할 수 있다. 특히 중추신경계 침범 시에는 독시사이클린을 우선적으로 사용한다. 독시사이클린 사용이 어렵다면 레보플록사신(6개월-5세 소아: 20mg/kg/day, 2회 분복/일; 6세 이상 소아: 10mg/kg/day, 1회 복용/일, 최대용량 750mg/day, 경구 또는 주사)을 사용할 수 있다.

93) Goycochea-Valdivia WA, Ares Alvarez J, Conejo Fernández AJ, Jiménez Jiménez AB, Maté Cano I, de Jesús Reinoso Lozano T, et al. Position statement of the Spanish Society of Paediatric Infectious diseases on the diagnosis and treatment of *Mycoplasma pneumoniae* infection. An Pediatr (Engl Ed). 2024;101(1):46-57.

〈표 10〉 국가별 마크로라이드 불응성 마이코플라스마 폐렴균 폐렴 치료 비교

	일본	대만	홍콩
발표 연도	2014년 (2022년)*	2019년	2015년
발행처	Japan Pediatric Society for Pediatric Infectious Diseases, Japan Pediatric Society for Pediatric Pulmonology	Infectious Diseases Society of Taiwan. 2017 Guidelines Recommendations for Evidence-based Antimicrobial agents use in Taiwan (GREAT) working group : 성인 및 소아 모두 포함	CAP Guideline Development Group, Hong Kong
치료 대상 (마크로라이드 불응성 평가)	마크로라이드 치료 시작 후 48-72시간 이내 발열 호전 없는 경우	마크로라이드 치료 시작 후 48-72시간 흉부 X-ray 악화 또는 발열 지속	(언급 없음)
내성 균주 검사	권고	언급 없음	권고
치료 약제 (용량/용법, 기간)	<ul style="list-style-type: none"> Minocycline; 1-2 mg/kg/dose q12hr PO/IV, 7-14일 Tosufloxacin; 6 mg/kg/dose q12hr PO, 7-14일 	<ul style="list-style-type: none"> Doxycycline: 4.4 mg/kg/dose PO 1회 투여 12시간 후, 1.1-2.2 mg/kg/dose q12hr PO (max. 200 mg/day) Tetracycline: 25-50 mg/kg/day q6-12hr PO (max. 500 mg/dose) Levofloxacin: <ul style="list-style-type: none"> (6개월-5세) 8-10 mg/kg/dose q12hr PO/IV (750 mg/day) (5세 이상) 8-10 mg/kg/dose q24hr PO/IV (750 mg/day) <p>- MRMP에 대한 구체적인 치료 기간 명시는 없으나 6-17세 atypical CAP 치료에서 doxycycline 7-14일, tetracycline 10일 제시.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Doxycycline: 2 mg/kg/dose q12hr Levofloxacin: 8 mg/kg/dose, q24hr (경구 투여가 불가능한 중증 MRMP의 경우) minocycline 4 mg/kg/dose IV 시작, 이후 2 mg/kg/dose q12hr IV <p>- 치료 기간에 대한 명시는 없음</p>

	일본	대만	홍콩
약제에 대한 연령 제한	<ul style="list-style-type: none"> Minocycline: 8세 이상만 사용 Tosufloxacin: 소아 연령 가능 	8세 미만에서 TC 계열 약제에 대한 치아 변색 이상 반응에 대한 우려 명시. Doxycycline의 경우 최근 연구 결과에서 단기간 사용 시 영구적인 치아 변색은 관찰되지 않았음을 언급함.	<ul style="list-style-type: none"> Doxycycline: 8세 초과(>8) 연령에서 권고. 임상적 이득이 위험을 초과하면 8세 이하(≤8) 소아에서 doxycycline을 사용할 것을 권고함 Levofloxacin은 8세 이하 연령에서 doxycycline의 대체 선택으로 권고함
테트라사이클린계와 퀴놀론계 약제에 대한 우선 순위	<ul style="list-style-type: none"> 8세 미만에서는 tosufloxacin 사용 권고를 명시하고 있으나 8세 이상 연령에서 우선 순위 권고를 명확히 제시하지는 않음. 하지만 <i>M. pneumoniae</i>의 FQ 내성 획득 용이성 및 다른 여러 세균에 대한 내성에 우려로 tosufloxacin 및 다른 FQ 약제의 신중한 사용을 기술하고 있음 일부 연구에서 TC 계열이 FQ 계열보다 MRMP의 박멸과 해열에 더 우수한 결과를 보이고 있어 FQ 사용은 불가피한 환자에게 제한해야 함을 명시하고 있음. 	- 언급 없음	- 대체적으로 doxycycline 사용에 우위를 두는 것으로 보임(위 약제에 대한 연령 제한 내용 참고)



PART



III

의료기관 종별 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 및 전원 기준

-
1. 의료기관 종별에 따른 진단 및 치료
 2. 의료기관 종별 중증도에 따른 환자 배치(disposition) 및 응급실/중환자실 포함한 진료흐름도, 전원 고려 기준 제시
 3. 비약물적 보조요법 및 합병증 관리방안

PART



의료기관 종별 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 및 전원 기준

● 배경

마이코플라스마 폐렴균 감염의 진단 방법에는 여러 가지가 있으나 의료기관 종별로 적절한 진단 방법에 차이가 있을 수 있는 점, 치료에 있어서도 중증도 평가에 따른 적절한 치료와 필요시 적절한 전원 권고안 등이 제시된 바 없어 이에 대한 요구가 있어 왔다.

1. 의료기관 종별에 따른 진단 및 치료

가. 일반 검사

- ④ 의원급에서 여건상 혈액 검사 또는 가슴 X선 검사가 시행되지 못하는 경우가 흔하다(미시행률: 소아청소년과, 이비인후과 > 내과). 병원급 이상에서는 대부분 시행 가능하다
- ④ 마이코플라스마 폐렴의 조기 진단을 위해서 가슴 X선 검사를 증상 초기에 촬영하는 것이 크게 도움이 될 수 있어, 가슴 X선 검사를 자체적으로 시행하지 못하는 의원에서 가슴 X선 검사 촬영을 위해 병원급으로 전원하는 경우가 흔히 발생한다.

〈표 11〉 일반 검사

검사 항목		결과
혈액 검사	백혈구 수	대부분 정상
	헤모글로빈	대부분 정상(합병증으로 용혈성 빈혈 발생시 감소)
	간기능 검사	대부분 정상(합병증으로 간염 발생시 증가)
	전해질 검사	대부분 정상(심한 구토, 탈수 합병시 이상)
	C 반응단백(C-reactive protein)	흔히 증가
	젖산탈수소효소(LDH)	흔히 증가
가슴 X 선		폐 침윤

나. 원인 검사

- ④ 의원급 중에서도 진료과에 따라 원인 검사 시행률에 차이가 있다(시행률: 내과 > 소아청소년과, 이비인후과). 병원급 이상에서는 대부분 시행 가능하다.
- ④ 국내에 4년 주기로 찾아오는 마이코플라스마 폐렴의 유행기(epidemic)에는 3세 이상 소아청소년 지역사회 폐렴의 거의 대부분이 마이코플라스마 폐렴이므로 외래에서 진료 가능한 경증인 경우 원인 검사가 필수적이라고 보기 힘들다. 일반적으로 증상이 심해서 병원에 입원하는 경우 원인 검사를 시행한다.

〈표 12〉 원인 검사

검사 종류	검체	검사 유형	결과	비고
nucleic acid amplification test(NAAT)	nasal/oral swab	PCR	양성	내성 여부가 추가로 제공되는 경우도 있음
혈청 검사	blood	EIA	양성	위음성/위양성 혼함
신속 항원 검사	nasal/oral swab	항원 검출	양성	국내에 아직 널리 보급되지 않음

다. 감별 진단

- ④ 감별 진단을 위해 전원이 발생하기도 한다.
- ④ 국내 유행 양상에 따라 유병률이 높은 다른 호흡기 감염병과 감별 진단이 필요하다. 다른 호흡기 감염병과 중복감염도 가능하다.
- ④ 10세 미만 마이코플라스마 폐렴을 결핵으로 오인하여 불필요하게 결핵에 대한 자세한 검사를 시행받기도 한다. 반면, 청소년 결핵 환자를 마이코플라스마 폐렴으로 오인하여 스테로이드를 사용하는 경우 결핵이 일시적으로 호전되어 결핵 진단에 혼선을 유발하기도 한다.

〈표 13〉 마이코플라스마 폐렴 진단시 감별 고려해야 질환

질환	증상/징후	감별 진단을 위해 시행하는 검사
코로나19	초기 증상과 징후가 유사함	코로나19 신속항원 검사
인플루엔자	고열	인플루엔자 신속항원 검사
백일해	심한 기침	백일해균 PCR
전형적 세균성 폐렴	급성 경과, 고열, 오한	가래 배양(가래 배출이 가능한 소아) 및 혈액 배양, 가슴 X선
바이러스 폐렴	발열이 없기도 함, 콧물 항생제 치료에 반응 없음	호흡기바이러스 PCR
결핵	아급성/만성 경과 항생제 치료에 반응 없음	가래 AFB 도말/배양, NAAT, Xpert, 가슴 X선

라. 합병증 및 합병증 관리 방안(비약물적 보조 요법 포함)

- ④ 합병증 발생 여부, 종류에 따라 진료가 가능한 의료기관 종별의 차이가 있고, 종합병원 이상 의료기관 방문 시 외래 또는 응급실로 갈지가 정해진다. 합병증에 따라 중환자실 진료가 필요하기도 하다.

〈표 14〉 마이코플라스마 폐렴에 동반될 수 있는 합병증

합병증	발생 시점	발생 가능성
발진	발생 초기	★★★
간염	발생 초기	★★
심막염	발생 초기	★
혈액학적 이상	발생 초기	★
홍수	발생 초기	★
신경학적 이상	다양	★★
근골격계	다양	★★

2. 의료기관 종별 중증도에 따른 환자 배치(disposition) 및 응급실/중환자실 포함한 진료흐름도, 전원 권고안 제시

가. 중증도 판정, 전원 기준 및 국내 상황을 반영한 진료 경로 개발

(1) 평가(진단, 중증도 평가, 감별진단)

- ④ 병력 청취 → red flag sign으로 인한 전원 발생 가능
- ④ 신체 진찰 → red flag sign으로 인한 전원 발생 가능
- ④ 폐렴 원인 / **중증도 판정** (표 5, 6) Clinical pearls and tools 활용
 - 전원 발생 가능
- ④ 감별 진단 → 전원 발생 가능
- ④ 진단 검사 및 평가
 - a) 현장검사(신속항원검사)
 - b) 검사실 검사(호흡기검체, 혈액 검사) → 전원 발생 가능
 - c) 흉부 방사선 촬영 필요한 경우 → 전원 발생 가능(촬영 장비가 없는 의원에서 촬영을 위해 병원으로)

(2) 관리, 치료, 모니터링 단계

- ④ 비약물적 치료
 - ④ 약물 치료
 - a) 항생제 → 전원 발생 가능(예, 1차 항생제 치료에 반응이 없는 경우)
 - b) 항생제 외 약물(거담제, 기관지확장제 등)
 - c) 산소 치료 → 이송 발생 가능
 - (산소 치료가 필요한 경우 응급실로, 고농도 산소 치료가 필요한 경우 중환자실로)
- * 이송시 약봉투에 적힌 약물 처방 내역 보호자 지참하도록 권고, 회송시에 약물 처방 내역을 회신하도록 권고

〈표 15〉 마이코플라스마 폐렴 중증도 반영 임상·영상 지표 (제1절의 임상 지표를 중요도 순서로 배열)

임상 지표의 중요도		
★	★★	★★★
빠른 맥박	빈호흡	저산소증, 청색증, 산소포화도 감소
탈수 및 혈류량 감소	증상 지속 기간 및 항생제 치료 시점	호흡곤란
저혈압	동시 감염(co-infection)	의식 변화 및 경련 발작
C-반응성 단백질 (CRP)	백혈구 감소증	체온 및 발열 기간
프로칼시토닌		기저 질환
젖산탈수소효소		
전해질		다엽 침범, 흉수, 농양 파열, 폐 괴사
산증		

〈표 16〉 마이코플라스마 폐렴 중증도 판정 및 상급 기관 전원 기준(제1절과 동일)

	경증	중등증※	중증※※
전신 상태(의식, 식이, 활동, 탈수)	양호	감소	불량
호흡수(연령 별 분당 호흡수)	정상	증가	빈호흡
0-2개월	<50		>60
2-12개월	<40		>50
1-5세	<30		>40
>5세	<20		>30
노력호흡(그렁거림, 코별령임, 호흡곤란, 흉벽함몰)	없음	경증	중등증-중증
청색증 산소포화도(실내공기)	없음 ≥95%	없음 91~94%	있음 ≤90%
흉막삼출액	측와위에서 <10mm 또는 <1/4	1/4-1/2	>1/2
대엽성폐렴	없음	1엽	≥2엽
기준	위 모든 항목을 만족할 때	경증과 중증을 제외한 경우	위 항목 중 하나라도 만족할 때

중증※※: 상급 기관 전원 고려

(3) 항생제 치료 전 흉부 방사선 촬영의 필요 여부⁹⁴⁾**(가) 소아 폐렴 진단 시 임상적 유용성**

- 높은 음성 예측도: 흉부 방사선 촬영 결과가 정상이면 폐렴일 가능성이 매우 낮아 항생제 치료가 불필요함을 시사한다.
- 항생제 처방 결정에 영향: 연구에 따르면 임상적으로 폐렴이 의심되는 소아 중 흉부 방사선 촬영 전에 항생제 처방 계획이 있던 경우에도, 방사선 촬영 후 정상으로 판독되면 항생제 처방이 절반으로 줄었다.
- 임상적 판단의 보조: 흉부 방사선 촬영은 임상적 징후와 증상이 겹쳐 폐렴 진단이 어려운 경우에 유용하다. 예를 들어, 발열, 낮은 산소 포화도, 수포음(crackles) 등의 징후를 보이는 경우 폐렴을 의심할 수 있지만, 흉부 방사선 촬영을 통해 진단을 더 명확히 할 수 있다.
- 부모의 불안 해소: 흉부 방사선 촬영은 특히 폐렴이 아닌 것으로 판명될 경우 부모의 불안을 덜어줄 수 있다.

(나) 제한점

- 폐렴 원인 감별의 어려움: 방사선 촬영에서 이상 소견이 발견되더라도, 세균성, 비정형 세균성, 바이러스성 감염 간의 방사선학적 패턴이 겹쳐 원인을 정확하게 감별하기 어렵다.
- 주관적인 판독: 흉부 방사선 촬영 판독은 숙련된 소아 방사선 전문의 사이에서도 주관적일 수 있다. 특히, 폐포 침윤(alveolar infiltrates)에 대한 판독 일치도는 높은 반면, 간질 침윤(interstitial infiltrates)과 같은 다른 유형의 침윤에 대한 판독 일치도는 낮다.
- 과잉 진단 가능성: 흉부 방사선 촬영을 하지 않은 경우 폐렴을 과잉 진단할 수 있다는 우려가 있을 수 있지만, 한 연구에서는 흉부 방사선 촬영 빈도가 감소하더라도 폐렴 진단이 증가하지 않았음을 보여주었다.
- 방사선 노출 및 비용: 흉부 방사선 촬영은 방사선 노출과 비용 발생을 수반한다.
- 따라서 흉부 방사선 촬영은 폐렴 진단에 있어 유용한 도구이지만, 임상적 판단 및 다른 요인들과 함께 고려되어야 한다.
- 일부 전문가들은 심각하거나 합병증이 있는 폐렴에 대한 우려가 낮은 경우, 흉부 방사선 촬영을 시행하지 않는 것이 타당하다고 주장한다.

94) Barzilay JR, Neuman MI, Florin TA. Chest radiography for presumed pneumonia in children. N Engl J Med. 2024;391(24):2379-81.

(다) 흉부 방사선 촬영을 적극적으로 시행하는 경우

- 중등도의 위험에 있는 소아의 경우, 흉부 방사선 촬영 결과가 항생제 처방을 신중하게 결정하는데 도움이 될 수 있다. 또한, 흉부 방사선 촬영 외에 임상적 예측 시스템이나 초음파 검사 등을 활용하여 진단적 정확도를 높일 수도 있다.

(라) 흉부 방사선 촬영 없이 경험적 항생제 치료하는 경우

- 동반된 기저질환 없이 이전까지 건강했던 소아에서 발열성 호흡기 질환이 있고 저산소증이 약간 있으며 국소성 수포음이 있는 경우, 흉부 방사선 촬영 없이 경험적 항생제 치료를 시작하는 것이 합리적인 접근법일 수 있다. 특히, 심각하거나 복잡한 폐렴에 대한 우려가 낮은 경우에 고려할 수 있다.
- 항생제 과다 사용의 위험성: 불필요한 항생제 사용은 어린이에게 해를 끼치고 부작용을 유발할 수 있으며, 항생제 내성 발달을 촉진하여 공중 보건에 위협이 될 수 있다.

(4) 실제 진료 현장에 기반한 전원 경로 권고

(가) [상기도염 또는 기관지염] 마이코플라스마 감염이 의심되나 폐렴에 이르기 전 상기도염 또는 기관지염 단계

- 검사 없이 대증 치료하며 경과 관찰 가능 (항생제 사용이 필요할지 불확실함)

(나) [경증] 유행기 경증 마이코플라스마 폐렴(MPP) (의원)

- 연령, 증상, MPP 환자와의 접촉력, 최근 MPP의 과거력*, (흉부 방사선 촬영) 등을 종합하여 MPP로 추정되는 경우 원인 검사 없이 경험적 항생제 치료 시작 가능함

* 최근 MPP의 과거력이 없다면 금번 폐렴이 MPP일 가능성을 의심할 수 있지만, 최근 (특히 수 개월 이내) MPP의 과거력이 있다면 금번 폐렴이 MPP일 가능성은 낮음

- 의원에서 2024~2024년에 2차 항생제 사용이 저조한 것으로 파악되었고(12세 미만 연령금기인 약을 허가범위를 초과하여 처방해야 하는 부담 존재) 2025년 1월 대한소아감염학회, 대한소아알레르기호흡기 학회, 병원약사회 등이 공동으로 2차 약제 안전 사용 가이드를 발간하여 적절한 사용을 권고하고 있음

① 흉부 방사선 촬영 및 원인 검사 없이 1차 항생제로 치료한 경우(MPP가 아닐 가능성도 있음)

치료에 반응	->	전원 불필요
치료에 불응*	->	흉부 방사선 촬영 및 2차 항생제의 경험적인 사용 고려 위해 병원으로 전원 고려

* 치료 시작 48-72시간 후에도 발열 지속되거나 반복되는 경우

② 흉부 방사선 촬영은 시행했으나 원인 검사 없이 1차 항생제로 치료한 경우(MPP가 아닐 가능성도 있음)

치료에 반응	->	전원 불필요
--------	----	--------

치료에 불응*	->	흉부 방사선 추적 촬영 또는 원인 검사 및 2차 항생제 사용 고려 위해 병원으로 전원 고려
---------	----	--

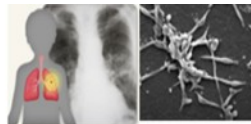
* 치료 시작 48-72시간 후에도 발열 지속되거나 반복되는 경우

③ 흉부 방사선 촬영 및 원인 검사(예, PCR) 결과 MPP 진단 후 1차 항생제로 치료한 경우

치료에 반응	->	전원 불필요(내성검사 결과 내성 양성이어도 치료에 반응했으면 전원은 필요 없음)
--------	----	--

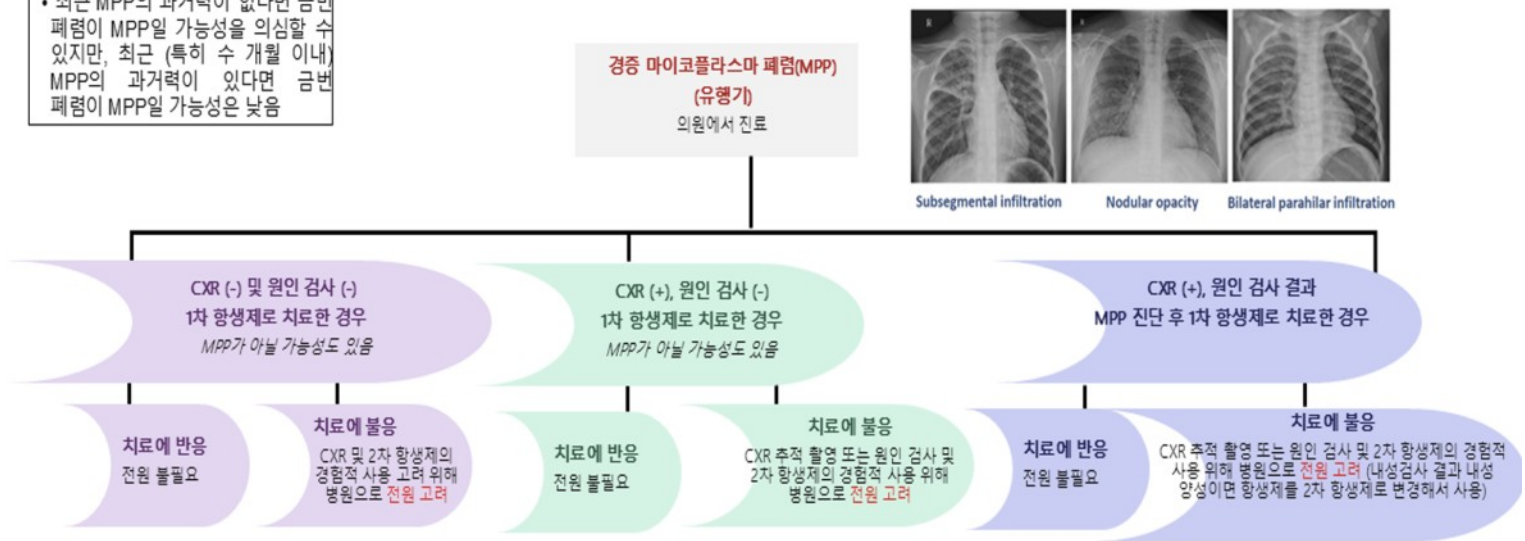
치료에 불응*	->	흉부 방사선 추적 촬영 및 2차 항생제 사용 고려 위해 병원으로 전원 고려(내성검사 결과 내성 양성이면 항생제를 2차 항생제로 변경해서 사용)
---------	----	---

* 치료 시작 48-72시간 후에도 발열 지속되거나 반복되는 경우



의료기관 종별 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 및 전원 흐름도(경증)

- 가. 상기도염 또는 기관지염**
- 검사 없이 대증 치료하며 경과 관찰 가능(항생제 사용이 도움이 되지 확실함)
- 나. 경증 폐렴(유행기)**
- 연령, 증상, MPP 환자와의 접촉력, 최근 MPP의 과거력*, (흉부 방사선 촬영) 등을 종합하여 MPP로 추정되는 경우 원인 검사 없이 경험적 항생제 치료 시작 가능함
 - 최근 MPP의 과거력이 없다면 금번 폐렴이 MPP일 가능성을 의심할 수 있지만, 최근 (특히 수 개월 이내) MPP의 과거력이 있다면 금번 폐렴이 MPP일 가능성은 낮음



[그림 7] 의료기관 종별 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 및 전원 흐름도(경증)

(다) **[중등증]** 유행기 중등증 마이코플라스마 폐렴(MPP) (의원, 아동병원, 2차 병원)

- 연령, 증상, MPP 환자와의 접촉력, 최근 MPP의 과거력*, 흉부 방사선 촬영 등을 종합하여 MPP로 추정되는 경우 원인 검사 없이 경험적 항생제 치료 시작 가능함

* 최근 MPP의 과거력이 없다면 현재 폐렴이 MPP일 가능성을 의심할 수 있지만, 최근 (특히 수 개월 이내) MPP의 과거력이 있다면 금번 폐렴이 MPP일 가능성은 낮음

- 의원에서 2023~2024년에 2차 항생제 사용이 저조한 것으로 파악되었고(12세 미만 연령군기인 약을 허가범위를 초과하여 처방해야 하는 부담 존재) 2025년 1월 대한소아감염학회, 대한소아 알레르기호흡기 학회, 병원약사회 등이 공동으로 2차 약제 안전 사용 가이드를 발간하여 적절한 사용을 권고하고 있음)

① 흉부 방사선 촬영은 시행했으나 원인 검사 없이 항생제로 치료한 경우(MPP가 아닐 가능성도 있음)

1차 항생제 사용 후 치료에 반응	-> 전원 불필요
1차 항생제 사용 후 치료에 불응*	-> 흉부 방사선 촬영 및 2차 항생제의 경험적인 사용 고려 위해 의원에서 병원으로 전원 고려
[병원] 2차 항생제 사용 후 치료에 반응	-> 전원 불필요
[병원] 2차 항생제 사용 후 치료에 불응*	-> 흉부 방사선 추적 촬영, 원인 검사, 혈액 검사 및 입원 고려 위해 아동/2차 병원에서 3차 병원 외래/응급실**로 전원 고려

* 치료 시작 48~72시간 후에도 발열 지속되거나 반복되는 경우

** 응급실 전원 기준에 해당하지 않는 경우 외래로 전원 고려

② 흉부 방사선 촬영 및 원인 검사(예, PCR) 결과 MPP 진단한 경우

1차 항생제 사용 후 치료에 반응	-> 전원 불필요(내성검사 결과 내성 양성이어도 치료에 반응했으면 전원은 필요 없음)
1차 항생제 사용 후 치료에 불응*	-> 흉부 방사선 추적 촬영 및 2차 항생제의 사용 고려 위해 의원에서 병원으로 전원(내성검사 결과 내성 양성이면 항생제를 2차 항생제로 변경해서 사용)
내성검사 결과 내성 양성 확인, [병원] 2차 항생제 사용 후 치료에 반응	-> 전원 불필요
내성검사 결과 내성 양성 확인, [병원] 2차 항생제 사용 후 치료에 불응*	-> 흉부 방사선 추적 촬영, 혈액 검사 및 입원 고려 위해 아동/2차 병원에서 3차 병원 외래/응급실**로 전원 고려

* 치료 시작 48~72시간 후에도 발열 지속되거나 반복되는 경우

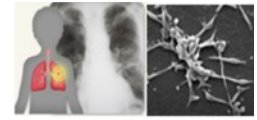
** 응급실 전원 기준에 해당하지 않는 경우 외래로 전원

라) **[중증]** 중증 마이코플라스마 폐렴(MPP) (3차 병원, 상급종합병원)

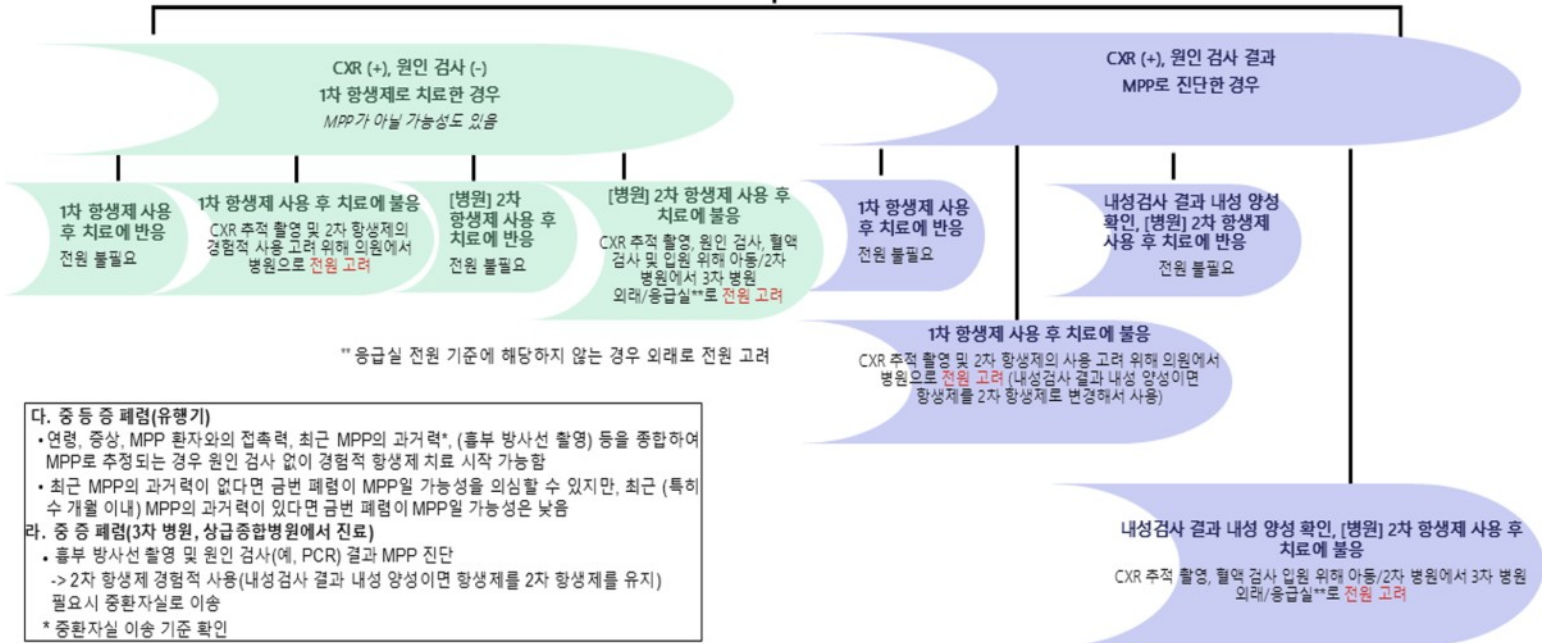
- 흉부 방사선 촬영 및 원인 검사(예, PCR) 결과 MPP 진단
 - > 2차 항생제 경험적 사용(내성검사 결과 내성 양성이면 항생제를 2차 항생제를 유지)
- 필요시 중환자실로 이송
 - * 중환자실 이송 기준 확인

마) 본 지침에서 제시한 전원 흐름도는 하나의 예시이며, 실제 진료 현장에서는 지역별 상황이 다르고, 의료전달체계의 흐름에 차이가 있을 수 있으므로, 환자의 상태가 호전되지 않고 급박한 경과를 보일 시에는 본 진료 흐름도에 제한되지 않고 환자의 상태에 대한 담당 의사의 전문적 판단에 따라 치료 및 관리 방침을 자율적으로 결정할 수 있다.

의료기관 종별 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 및 전원 흐름도(중등증 이상)



중등증 마이코플라스마 폐렴(MPP)
(유행기)
의원, 아동병원, 2차 병원에서 진료



[그림 8] 의료기관 종별 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료 및 전원 흐름도(중등증 이상)

(5) 국내 소아 마이코플라스마 폐렴 환자 응급실 전원 고려 기준⁹⁵⁾⁹⁶⁾⁹⁷⁾⁹⁸⁾⁹⁹⁾

마이코플라스마 감염이 의심되는 소아 환자에서 응급실 전원 기준은 호흡 곤란 또는 혈액학적 불안정으로 인하여 응급 처치가 요구되거나 중증 합병증이 동반된 경우이다.

- ④ 심한 호흡기 증상: 심한 호흡 곤란, 빠른 호흡 (1세 미만 >50회/분, 1-5세 >40회/분, 5세 이상 >30회/분), 저산소증(상온 공기에서 산소포화도 $\leq 90\%$), 청색증, 무호흡, 또는 호흡 부전이 임박한 상황
- ④ 혈액학적 불안정: 탈수, 저혈압, 혈액 순환 장애(예, 모세혈관 재충전 시간 ≥ 2 초), 쇼크 증상 (차갑고 창백하거나 그물 모양의 피부, 의식변화, 약하거나 빠른 맥) 등이 나타날 때
- ④ 신경학적 증상: 뇌병증, 발작, 의식 변화, 감각변화, 근력 약화, 방광기능장애 등 드문 신경계 증상이 있을 때
- ④ 비호흡기 합병증: 중증 피부 발진(스티븐스-존슨 증후군), 심근염, 췌장염 등

(6) 국내 소아 마이코플라스마 폐렴 환자 중환자실 전원 고려 기준¹⁰⁰⁾¹⁰¹⁾¹⁰²⁾¹⁰³⁾

(가) 중증 호흡 부전

- 기도삽관 및 기계환기를 요하는 경우: 고유량 비강 캐놀라 또는 안면 마스크 등의 호흡보조에도 불구하고 산소 포화도 저하나 고탄산혈증이 지속되는 경우

-
- 95) Krafft C, Christy C. Mycoplasma Pneumonia in Children and Adolescents. *Pediatr Rev.* 2020;41(1):12-9.
- 96) Li J, Zhang H, Guo J, Ma X. Clinical features of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children without fever. *BMC Pediatr.* 2024;16:24(1):52.
- 97) Wang K, Gill P, Perera R, Thomson A, Mant D, Harnden A. Clinical symptoms and signs for the diagnosis of *Mycoplasma pneumoniae* in children and adolescents with community-acquired pneumonia. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012; 17:10(10):CD009175.
- 98) Harris M, Clark J, Coote N, et al. British Thoracic Society guidelines for the management of community acquired pneumonia in children: Update 2011. *Thorax* 2011;66:ii1.
- 99) Bradley JS, Byington CL, Shah SS, et al. The management of community-acquired pneumonia in infants and children older than 3 months of age: Clinical practice guidelines by the Pediatric Infectious Diseases Society and the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis.* 2011;53:e25-76.
- 100) Canavan, T.N., et al., *Mycoplasma pneumoniae*-induced rash and mucositis as a syndrome distinct from Stevens-Johnson syndrome and erythema multiforme: a systematic review. *J Am Acad Dermatol.* 2015;72(2):239-45.
- 101) Ferwerda, A., H.A. Moll, and R. de Groot, Respiratory tract infections by *Mycoplasma pneumoniae* in children: a review of diagnostic and therapeutic measures. *Eur J Pediatr.* 2001;160(8):483-91.
- 102) Waites, K.B. and D.F. Talkington, *Mycoplasma pneumoniae* and its role as a human pathogen. *Clin Microbiol Rev.* 2004 ;17(4):697-728.
- 103) Yeh, J.J., et al., Incident asthma and *Mycoplasma pneumoniae*: A nationwide cohort study. *J Allergy Clin Immunol.* 2016 137(4):1017-23.e6.

- 중증 폐렴: 고열, 빈호흡 또는 흉부 방사선 사진에서 광범위한 폐 침윤이 있는 경우
- 폐 외 합병증: 흉막삼출액이나 폐농양이 발생하여 흉관 삽입이 필요한 경우

(나) 신경계 합병증¹⁰⁴⁾

- 뇌염: 의식 변화, 경련, 혼수 상태 등이 동반되는 경우
- 급성 소뇌실조증: 보행 장애, 어지러움, 구토 등이 심한 경우
- 길랭바레 증후군: 급성 마비 증상이 진행되는 경우

(다) 심혈관계 합병증

- 심근염¹⁰⁵⁾: 흉통, 부정맥, 심부전 증상이 나타나는 경우
- 심낭염: 심한 흉통, 호흡곤란이 동반되는 경우
- 폐동맥색전증

(라) 기타

- 중증 피부 반응: 스티븐스-존슨 증후군이나 독성 표피 괴사증후증이 동반된 경우
- 혈액학적 합병증: 중증 용혈성 빈혈이나 혈소판감소증이 지속되는 경우
- 면역 관련 합병증: 중증 근염이나 급성 신장염 악화로 신장 대체 요법이 필요한 경우
- 기저 질환의 악화: 천식 지속 상태나 면역저하 상태에서 감염이 급속도로 악화되는 경우
- 영아에서의 특수한 경우: 무호흡이나 수유 곤란이 있는 경우

104) Yis, U., et al., *Mycoplasma pneumoniae*: nervous system complications in childhood and review of the literature. Eur J Pediatr. 2008;167(9):973-8.

105) Paz, A. and I. Potasman, *Mycoplasma*-associated carditis. Case reports and review. Cardiology. 2002;97(2):83-8.

3. 비약물적 보조요법 및 합병증 관리방안

가. 비약물적 보조요법

(1) 저산소증 및 산소 흡입

저산소증이 동반된 중증증에서 중증 폐렴은 입원치료를 필요로 하고, 환자 상황에 적합한 비침습적 또는 침습적 환기 요법을 선택하여 산소 공급을 하는 것이 예후에 도움이 된다.

호흡기 질환에서 저산소증 동반은 동반질환 및 사망률 증가와 연관이 있다. 일반적으로 저산소증은 산소 포화도가 90% 미만이거나 동맥혈 PaO₂가 60mmHg 미만인 경우로 정의된다. 폐렴환자에서는 90% 미만의 산소포화도는 보이는 경우나 호흡곤란의 징후가 동반된 중등도에서 중증 폐렴 및 입원치료가 필요함을 시사하나,¹⁰⁶⁾ 성인의 경우 92% 미만의 저산소증이 있는 경우부터 입원 치료를 하는 것이 예후가 좋다는 연구 결과가 있다.¹⁰⁷⁾ 저산소증 치료 방법에는 비강 캐놀라와 기계적 환기가 있고 기계적 환기 요법에는 비침습적 환기 및 침습적 환기가 있다. 적절한 비침습적 환기 요법도 환자의 사망위험, 기관내 삽관, 중환자실 체류 기간 및 삽관 기관을 감소시킬 수 있어 각 폐렴 환자에 적절한 산소치료 방법 선택을 통해 폐렴 환자의 예후를 개선시킬 수 있다.

(2) 흉관 삽입

중등도 이상의 흉수와 호흡곤란이 동반된 경우 흉관 삽입을 고려해볼 수 있다.

부폐렴 흉수가 있는 경우, 흉수의 양과 환자의 호흡곤란 여부가 치료에 중요한 인자이다. 흉수의 양이 적은 경우 항생제 투여만으로 치료될 수 있으나, 중등도 이상의 흉수가 호흡곤란이 동반되거나, 농성 흉수인 경우에는 배액을 해주어야 한다. 흉수의 그람염색과 세균배양검사, 균 항원검사나 PCR 검사는 유용하지만, 흉수의 pH나 당, 단백, LDH 검사는 폐렴 환자에서는 큰 정보를 주지 못한다.¹

106) Bradley JS, Byington CL, Shah SS, et al. The management of community-acquired pneumonia in infants and children older than 3 months of age: Clinical practice guidelines by the Pediatric Infectious Diseases Society and the Infectious Diseases Society of America. Clin Infect Dis. 2011;53:e25-76.

107) Majumdar SR, Eurich DT, Gamble JM, Senthilselvan A, Marrie TJ. Oxygen saturations less than 92% are associated with major adverse events in outpatients with pneumonia: a population-based cohort study. Clin Infect Dis. 2011;52(3):325-31.

나. 합병증 관리방안

마이코플라스마 폐렴균은 전 세계 지역사회획득 폐렴의 중요한 원인 병원체 하나로, 소아 폐렴의 중요한 원인균 중의 하나다. 불응성 마이코플라스마 폐렴의 증가와 더불어 마이코플라스마 폐렴균의 만성 합병증 발생 가능성이 높은 상황이다. 마이코플라스마 폐렴의 만성 합병증에는 지속성 무기폐, 괴사성 폐렴, 폐쇄성 세기관지염 및 기관지확장증 등이 있고, 질환 부담 감소 및 임상 경과 호전을 위해서는 이러한 합병증의 인지 및 추적 관리가 중요하다.

(1) 지속성 무기폐

중증 불응성 마이코플라스마 폐렴에서 무기폐가 오래 지속될 수 있다. 무기폐가 지속되는 경우 향후 폐쇄성 세기관지염 발생 가능성이 높아, 장기적으로 지속되는 무기폐 추적시 다른 합병증 발생 여부에 대한 관찰이 필요하다.

무기폐 및 경결은 주로 중증 마이코플라스마 폐렴에서 발생할 수 있는 합병증이다. 일반적으로 무기폐가 4주 이상 지속되는 경우 지속성 무기폐라고 하는데, 마이코플라스마 폐렴의 일부에서 지속성 무기폐가 발생할 수 있다. 초기에 발생한 무기폐의 경우, 일부 마이코플라스마 폐렴 환자에서는 기관지내시경을 통한 기관지폐포세척술 시행이 무기폐 호전에 도움이 된다는 문헌이 있지만¹⁰⁸⁾ 일부에서는 이러한 침습적 시술에도 불구하고 지속성 무기폐로 되는 경우도 있다. 마이코플라스마 폐렴 환자에서 증상 발현 초기에 혈청 lactate dehydrogenase가 높거나 엽성 경결을 보이거나 치료에 불응적인 경우 지속성 무기폐 발생 가능성이 높을 수 있다. 지속성 무기폐는 향후 폐쇄성 세기관지염 발생 위험도가 높아지므로 지속성 무기폐 환자의 장기 추적시, 다른 만성 합병증인 폐쇄성 세기관지염 등의 발생에 유의가 필요하다.¹⁰⁹⁾

(2) 괴사성 폐렴

불응성 마이코플라스마 폐렴에서 괴사성 폐렴 발생 가능성이 높으며, 보통 7-14일 내에 폐조직의 괴사가 일어나게 된다. 원인균을 조기에 확인하고 적절한 항생제를 빨리 시작하는 것이 중요하며 흉부 영상 추적시 공동 병변 등을 보이는 경우 괴사성 폐렴을 의심해야 한다.

108) Tong L, Huang S, Zheng C, Zhang Y, Chen Z. Refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children: Early recognition and management. J Clin Med. 2022;11(10):2824.

109) Huang X, Gu H, Wu R, et al. Chest imaging classification in *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia is associated with its clinical features and outcomes. Respir Med. 2024;221:107480.

괴사성 폐렴은 폐실질의 괴사가 동반되는 드물지만 심한 폐렴 합병증이다. 드문 질환의 특성상, 현재까지는 괴사성 폐렴의 관리 방안이 잘 확립이 되어 있지 않은 상황이다. 괴사성 폐렴의 경우 일반적인 폐렴 치료에 대한 반응이 좋지 않으며, 발열이 지속되거나 가래 및 기침 등의 호흡기 증상이 지속되고, 보통 7-14일 내에 조직의 괴사가 일어나게 된다. 원인균을 조기에 확인하고 적절한 항생제를 빨리 시작하는 것이 중요하고, 단순 흉부 영상을 주기적으로 시행하여 공동(cavity) 병변 등이 보이는 경우, 괴사성 폐렴을 의심해야 한다. 마이코플라스마 폐렴균에 의한 괴사성 폐렴은 다른 원인균에 의한 괴사성 폐렴에 비해 예후는 좀 더 나은 것으로 알려져 있다. 마이코플라스마 폐렴균에 의한 괴사성 폐렴은 다른 원인균에 의한 괴사성 폐렴에 비해 호흡곤란 동반 빈도가 적고, 입원기간이 더 짧으며, 영상 검사에서 괴사가 좀 더 늦게 나타나지만 좀 더 이른 시기에 호전을 보인다는 연구 결과가 있다.¹¹⁰⁾ 마이코플라스마 폐렴균에 의한 괴사성 폐렴은 흉막 비후, 폐섬유화, 기관지확장증 등의 합병증이 발생할 수 있어 이에 대해 유의하여 장기적인 추적이 필요하다.

(3) 폐쇄성 세기관지염

마이코플라스마 폐렴 치료 3주 이상의 다양한 기간이 경과한 후에도 지속되는 호흡기 증상이나 호흡 잡음이 지속되는 경우 폐쇄성 세기관지염 발생을 의심해야 한다. 폐쇄성 세기관지염은 환자마다 중증도에 차이가 있고, 장기적으로 폐기능 등의 추적이 필요하다.

폐쇄성 세기관지염은 호흡기 감염에 의해 발생하는 세기관지 상피세포의 손상, 염증 반응, 점차 진행되는 소기도의 섬유화로 인해 세기관지가 좁아지게 되는 만성 호흡기 질환이다. 폐쇄성 세기관지염의 정확한 유병률은 알려져 있지 않고 드문 질환으로 알려져 있다. 그럼에도 이는 질환 자체의 다양한 경과 및 호흡기계 손상 후 다양한 시점에 이상 소견을 보일 수 있어 질환 발생에 대한 인지가 잘 되지 않는 부분도 드문 질환으로 여겨지는 원인 중의 하나가 될 수 있다. 다양한 호흡기감염원이 감염 후 폐쇄성 세기관지염을 야기할 수 있는데, 마이코플라스마 폐렴균은 소아에서 발생하는 감염 후 폐쇄성 세기관지염의 주된 원인균 중의 하나이다.¹¹¹⁾ 마이코플라스마 폐렴 환자에서 다른 호흡기 바이러스 동시감염이 있거나, 마이코플라스마 폐렴에 대한 단계적 치료 접근시 치료에 대해 반응이 좋지 않은 경우, 영상 검사에서 병변이 넓을수록 마이코플라스마 감염 후 폐쇄성 세기관지염 발생 위험이 더 높은 경향이 있다.¹¹²⁾ 폐쇄성 세기관지염은 감염 직후에 발생하거나 인지될 수도 있지만,

110) Yang B, Zhang W, Gu W, et al. Differences of clinical features and prognosis between *Mycoplasma pneumoniae* necrotizing pneumonia and non-*Mycoplasma pneumoniae* necrotizing pneumonia in children. BMC Infect Dis. 2021;21(1):797.

111) Lee E, Park S, Kim K, Yang HJ. Risk factors for the development of post-infectious bronchiolitis obliterans in children: A systematic review and meta-analysis. Pathogens. 2022;11(11):1268.

일부 환자에서는 3주 이상의 다양한 기간이 경과한 후에도 지속되는 호흡기 증상이 있어 시행한 영상 검사에서 진단이 되거나, 때로는 특정 증상은 없으나 영상 검사 추적에서 인지되는 경우도 있다. 따라서 폐쇄성 세기관지염 발생 위험이 높은 요인을 가지고 있는 마이코플라스마 폐렴 환자 추적 시에는 폐쇄성 세기관지염 발생 여부에 대한 주의가 필요할 수 있다.

감염 후 발생하는 폐쇄성 세기관지염은 환자마다 경과가 매우 다른데, 크게 세 분류로 구분시

- 1) 시작 시점이 명확하지 않지만 느리지만 지속적인 악화를 보이는 경우
- 2) 처음에는 급격한 악화를 보이거나 이후 안정적인 상태를 보이는 경우
- 3) 초기부터 급속한 악화를 보이는 경우가 있다.¹¹³⁾ 폐기능을 시행한 경우 일반적으로는 강제호기량(FEV1) 및 호기말 유량(MEF25) 감소를 보이면서 비가역적이거나 고정된 폐쇄성 유량 곡선을 보인다. 폐쇄성 세기관지염 자체는 기도 과민성을 보이지 않지만, 기저 질환으로 천식이 동반되어 있는 환자에서는 기도 과민성을 보일 수 있다.¹¹⁴⁾

감염 후 발생한 폐쇄성 세기관지염의 치료에 대해 정립된 바는 없고 질환의 상태에 따라 다양한 방법으로 접근해야 하는데, 크게 항염증 치료와 보존치료를 병합하여 시행해 볼 수 있다.

항염증치료법에는 전신 스테로이드, 아지스로마이신, 병합요법(fluticasone, azithromycin, montelukast) 등이 있으나, 현재까지 각 약물 사용의 적응증, 약물 용량, 투여 기간 등이 정해지지 않았다. 그 외 보존적인 요법으로, 필요시 산소를 공급하고, 영양 보충, 정기적인 예방주사, 흡연 피하기, 운동 요법 및 호흡 재활 요법이 있다. 환자의 상태에 따라 적절한 치료의 조합을 적용하고, 주기적인 폐기능 측정 및 흉부 영상 추적이 필요하다.

112) Lee E, Young Lee Y. Risk factors for the development of post-infectious bronchiolitis obliterans after *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in the era of increasing macrolide resistance. *Respir Med.* 2020;175:106209.

113) Jerkic SP, Brinkmann F, Calder A, et al. Postinfectious bronchiolitis obliterans in children: Diagnostic workup and therapeutic options: A workshop report. *Can Respir J.* 2020;2020:5852827.

114) Lee E, Park S, Yang HJ. Pulmonary function in post-infectious bronchiolitis obliterans in children: A systematic review and meta-analysis. *Pathogens.* 2022;11(12):1538.

(4) 기관지확장증

불응성 마이코플라스마 폐렴에서 기관지확장증이 발생할 수 있다. 폐렴 치료 후에 만성 화농성 객담과 기침이 지속된다면, 흉부 컴퓨터 단층촬영(CT) 스캔에서 기관지확장증을 감별해야한다.

기관지 확장증은 일반적으로 기관지의 비가역적인 확장으로 정의되는 질환이다. 하부 기도의 반복적인 감염과 염증으로 인해 기관지가 확장되고, 임상적으로 만성 화농성 객담과 기침을 나타내며 흉부 컴퓨터 단층촬영(CT) 스캔에서 비정상적인 기관지 확장 소견이 관찰된다. 국내 소아 기관지 확장증의 정확한 유병률에 대한 조사는 없으나, 외국의 문헌을 참고할 때 대략 소아 10만 명당 0.2~3.5명 정도로 추정된다. 마이코플라스마 폐렴은 급성 하기도 감염에 의한 기관지 확장증의 0~2%를 차지한다.¹¹⁵⁾

기관지 확장증의 치료 목표는 추가적인 기도 손상을 방지하고, 폐의 성장을 돕는 데 있다. 급성 악화를 최소화하고, 합병증으로 예방하여 삶의 질을 개선시키기 위해 환자에게 맞는 효과적인 객담배출 방법이 필요하다. 가래를 묽게 하고 효과적으로 기도 밖으로 배출시키기 위해 체위 변화를 이용한 객담 배출(postural drainage), 깊이 숨쉬기(deep breathing), 호기성 양압기구나 두들김(percussion) 같은 흉부 물리치료를 이용한다. 대안적 호흡물리요법으로 양성호기압력(positive expiratory pressure) 호흡기구와 고빈도 흉벽 진동기(high-frequency chest wall oscillation)가 이용되고 있다. 양성호기압력 호흡기구는 숨을 내쉴 때 기도 내 양압을 발생시켜 기도를 열고 진동을 전달하여 기도 분비물을 효과적으로 제거한다. 고빈도 흉벽 진동기는 진동발생기와 연결된 조끼를 통해 흉벽을 진동시켜 기도의 분비물 배출을 돕는다. 또한 충분한 영양섭취와 동반질환의 치료, 급성감염 예방이 기관지 확장증 치료에 중요하다.¹¹⁶⁾

115) Chang AB, Bush A, Grimwood K. Bronchiectasis in children: diagnosis and treatment. Lancet. 2018;392(10150):866-79.

116) Lee E, Kim K, Jeon YH, Sol IS, Kim JD, Min TK et al. Evidence-based management guidelines for noncystic fibrosis bronchiectasis in children and adolescents. Clin Exp Pediatr. 2024;67(9):418-26.

소아청소년 마이코플라스마 폐렴균 감염증 진료지침

2026



대한소아청소년과학회
The Korean Pediatric Society



대한소아감염학회
The Korean Society of Pediatric Infectious Diseases



대한 소아알레르기 호흡기학회
Korean Academy of Pediatric Allergy and Respiratory Disease



대한소아응급의학회
Korean Society of Pediatric Emergency Medicine



대한소아중환자학회
Korean Society of Pediatric Critical Care Medicine



대한진단검사의학회
Korean Society for Laboratory Medicine



질병관리청



9 791168 606340

비매품/무료
95510



ISBN 979-11-6860-634-0 (PDF)