



주간 건강과 질병

# PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 18, No. 11 Supplement, March 20, 2025

## 제15회 결핵예방의 날 기념 특집호 - 한국 결핵관리의 도전과 성과 -

### Content

#### 요약

S1 제15회 결핵예방의 날 기념, 한국 결핵관리 정책의 도전과 성과

#### 조사/감시 보고

S6 2024년 결핵환자 신고현황

S23 집단시설 결핵 역학조사 결과 5년 추이, 2019-2023년

S39 가족 내 결핵 전파사례 분자역학 특성 분석, 2016-2024년

S55 2023년 국제 결핵 발생 현황

#### 리뷰와 전망

S70 결핵예방의 날 역사와 한국의 국가 결핵관리 정책 연혁

S88 결핵 백신 임상 연구개발 현황

S102 결핵 치료 기간 단축을 위한 연구와 국제협력

#### 정책 보고

S119 결핵통합관리시스템 구축 역사 및 구성 현황



## Aims and Scope

주간 건강과 질병(*Public Health Weekly Report*) (약어명: *Public Health Wkly Rep*, PHWR)은 질병관리청의 공식 학술지이다.

주간 건강과 질병은 국가 공중보건 관련 조사·감시·연구 결과에 대한 근거 기반의 실용적이며 권위있는 정보를 보건의료인, 공중보건 종사자, 역학자, 국민 등에게 신속하고 정확하게 제공하는 목적으로 발행된다.

주간 건강과 질병은 신속한 전문가 심사를 거쳐 감염병과 비감염성 질병, 손상과 중독, 건강증진 등과 관련된 조사/감시 보고, 집단발병 보고, 현장 보고, 연구 논문, 리뷰와 전망, 권고 보고와 정책 보고 등의 원고를 게재한다. 주간 건강과 질병은 주로 국내의 공중보건 관련 정보를 제공하지만 전 세계 연구자들의 투고를 환영한다.

## About the Journal

주간 건강과 질병(eISSN: 2586-0860)은 질병관리청에서 발간하는 학술지이다.

주간 건강과 질병은 연간 50호의 주간 발간 학술지로 매주 목요일에 발행되며, 신속한 전문가 심사 과정을 통해 정보를 적시에 공유한다. 주간 건강과 질병은 오픈 액세스(Open Access) 학술지로, 저작물 이용 약관(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)에 따라 원본이 적절히 인용되는 조건하에 제한없이 사용이 가능하다.

## Submission and Subscription Information

주간 건강과 질병에 투고하고자 하는 모든 논문의 접수는 주간 건강과 질병의 온라인 투고시스템(<https://www.phwr.org/submission>)을 통해서 가능하며 논문투고 시 필요한 모든 내용은 원고 투고 규정과 보고 지침을 참고한다. 주간 건강과 질병은 학술지 홈페이지(<https://phwr.org> 또는 <https://eng.phwr.org>)를 통해 주간 단위로 게시되고 있으며, 무료로 구독 가능하다. 정기적 구독을 원하시는 분은 이메일([phwrcdc@korea.kr](mailto:phwrcdc@korea.kr))로 신청할 수 있다.

기타 모든 문의는 전화(+82-43-719-7557, 7552, 7561, 7562), 팩스(+82-43-719-7569) 또는 이메일([phwrcdc@korea.kr](mailto:phwrcdc@korea.kr))을 통해 가능하다.

발행일: 2025년 3월 20일

발행인: 지영미

발행처: 질병관리청

편집사무국: 질병관리청 질병감시전략담당관  
(28159) 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 187 오송보건의료행정타운  
전화. +82-43-719-7557, 7552, 7561, 7562, 팩스. +82-43-719-7569

이메일. [phwrcdc@korea.kr](mailto:phwrcdc@korea.kr)

홈페이지. (국문) <https://phwr.org> (영문) <https://eng.phwr.org>

편집제작: ㈜메드랑

(04521) 서울시 중구 무교로 32, 효령빌딩 2층

전화. +82-2-325-2093, 팩스. +82-2-325-2095

이메일. [info@medrang.co.kr](mailto:info@medrang.co.kr)

홈페이지. <http://www.medrang.co.kr>

## 편집위원장

최보울

한양대학교 의과대학

## 부편집위원장

곽진

전북대학교 의과대학

손현진

동아대학교 의과대학

류소연

조선대학교 의과대학

염준섭

연세대학교 의과대학

박지혁

동국대학교 의과대학

하미나

단국대학교 의과대학

## 편집위원

고현선

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원

권윤형

질병관리청

김동현

한림대학교 의과대학

김성순

질병관리청

김수영

한림대학교 의과대학

김용우

질병관리청 국립보건연구원

김윤희

인하대학교 의과대학

김은진

질병관리청

김중곤

서울의료원

김호

서울대학교 보건대학원

박영준

질병관리청

백선경

질병관리청

## 사무국

김시우

질병관리청

이은영

질병관리청

## 원고편집인

조소연

(주)메드랑

송경준

서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원

송진수

서울대학교 의과대학

신다연

인하대학교 자연과학대학

안정훈

이화여자대학교 신산업융합대학

엄중식

가천대학교 의과대학

오경원

질병관리청

오주환

서울대학교 의과대학

유석현

가톨릭대학교 의과대학

유영

고려대학교 의과대학

유효순

질병관리청

이경주

국립재활원

이선희

부산대학교 의과대학

이우환

아주대학교 의과대학

이재갑

한림대학교 의과대학

이혁민

연세대학교 의과대학

이형민

질병관리청

전경만

삼성서울병원

정은옥

건국대학교 이과대학

정재훈

가천대학교 의과대학

최선화

국가수리과학연구소

최원석

고려대학교 의과대학

최은화

서울대학교어린이병원

허미나

건국대학교 의과대학

윤미라

질병관리청

박희빈

질병관리청

이희재

질병관리청

## 제15회 결핵예방의 날 기념, 한국 결핵관리 정책의 도전과 성과

박영준\*

질병관리청 감염병정책국 결핵정책과

결핵은 많은 사람들이 병에 걸리고, 전염 가능하며, 치료가 어려운 특성으로 인해 오랫동안 전 세계인을 괴롭혀왔고, 산업화, 도시화 이후에는 심각한 보건 문제가 되었다. 한국에서도 일제시대 이후부터 줄곧 질병 부담이 가장 높은 감염병 중 하나였다. 2024년 한국의 결핵환자 수는 17,944명(10만 명당 35.2명)으로 2000년 이후 최고치를 기록한 2011년부터 연 평균 7.6%씩 13년 연속 감소하였다[1]. 이러한 성과에 “국가결핵관리 정책은 어떤 역할을 했나?”, “앞으로는 어떤 측면이 중요하게 고려되어야 하나?”라는 질문을 하기 적절한 시기라고 생각되었다. 이에, ‘한국 결핵관리 정책의 도전과 성과’라는 주제의 특집호를 ‘결핵예방의 날’을 맞이하여 발간하였다.

로버트 코흐가 결핵균에 의해 결핵이 발병한다는 사실을 과학적으로 규명하기 전까지 결핵은 나쁜 공기에 의한 질병 또는 유전병으로 인식되었다. 코흐의 업적은 결핵의 진단, 치료, 예방 영역에서 혁신적인 발견과 발명으로 이어져 현대의 과학적 결핵관리 정책을 발전시키는 데 기초가 되었다. Park 등[2]은 코흐의 발견을 기념하기 위해 제정된 ‘세계 결핵의 날’ 연혁과 한국에서의 ‘결핵예방의 날’ 변천 과정을 정리하고, 해방 이후 시기부터 현재까지 국가결핵관리 정책에서의 주요 내용과 변화를 서술하였다. 특히 시기별로 국내 결핵 발생 상황과 국가 결핵관리종합계획의 주요 전략을 비교하여 현재까지 의미 있게 진행되고 있는 결핵관리 사업들이 어떠한

상황에서 시작되었는지 확인할 수 있었다. 이는 각 사업들의 장기 성과를 평가하는 데 있어 참고할 수 있으리라 여겨진다. 「제1차 결핵관리종합계획」이 수립된 2013년, 한국의 결핵환자 수는 45,292명(10만 명당 89.6명)이었다. 당시 환자 중 65세 이상 비율은 33.6% (15,227명)였고, 외국인 결핵환자는 별도로 통계를 생성하지는 않았다[3]. Lee 등의 연구[1]를 통해 그 후 환자 발생은 지속 감소하였지만 65세 이상 연령과 외국인 환자 발생 비율은 지속적으로 상승하고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 코로나바이러스감염증-19 팬데믹 상황에서 세계 결핵환자는 증가하였음에도 한국은 감소 추세를 유지했으며, 경제협력개발기구(Organisation for Economic Co-operation and Development) 국가들과 발생률, 사망률을 비교 평가한 지표도 다소 개선되었음을 확인할 수 있었다[4]. 이런 결과는 향후 결핵관리 정책의 우선 대상과 관리 방식을 정하는 데 중요한 시사점을 제공할 것이다. Kim 등의 논문[5]은 2000년부터 시작된 결핵통합관리시스템 연혁과 세부 구성 요소에 대해 정리하였고, 이를 통해 질병관리에서 안정적인 정보관리 시스템의 중요성을 확인할 수 있으리라 생각된다.

그 외 2019-2023년까지 집단시설 대상 결핵 역학조사에 대한 결과[6]를 통해 최신 결핵 역학조사 현황과 초고령화 영향으로 사회복지시설에 대한 조사 비중이 증가하고 있음을 확인할 수 있다. 또한 가족 내 결핵 전파사례 분자역학 특성 분

\*Corresponding author: 박영준, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

석 연구[7]는 역학조사 과정에서 감염경로 확인을 위해 분자 역학 기법이 어떻게 활용되고 있는지 제시하였다. 마지막으로 결핵 치료기간 단축과 결핵 백신 연구와 관련된 원고는 해당 분야의 최신 연구 동향과 질병관리청의 활동에 대해 제시하였다[8,9].

본 특집호는 한국이 결핵 퇴치를 목표로 2000년 이후 어떠한 도전을 했고, 어떤 결과가 있었는지 재평가할 수 있는 계기가 되었으면 한다. 한편 이번 특집호에는 포함되지 못했지만, 결핵예방 백신, 잠복결핵, 결핵검진, 환자관리 분야에서 그간 시행된 다양한 정책들의 연혁과 주요 사업들도 다른 기회를 통해 정리되기를 기대해 본다. 하루가 다르게 변화되는 환경에서 ‘결핵 퇴치’라는 목표 달성을 위해 남아있는 여정을 잘 마무리하기 위해서는 지난 경험과 자산이 좋은 길잡이가 될 것이다.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts of interest to declare.

## References

1. Lee H, Kim J, Kim J, et al. Tuberculosis notification status in the Republic of Korea, 2024. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S6-22.
2. Park J, Jang A, Lee E, et al. The history of Tuberculosis Prevention Day and national strategic plan for TB control in Republic of Korea. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S70-87.
3. Korea Disease Control and Prevention Agency. Annual report on the notified tuberculosis in Korea, 2014. Cheongju: KDCA; 2015 Jul. Report No.: 11-1351159-000012-10.
4. Lee H, Kim J, Kim J, Park YJ. Review on the global burden of tuberculosis in 2023: insights from the WHO Global Tuberculosis Report 2024. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S55-69.
5. Kim H, Jeong H, Kim J, Park YJ. Development history and composition of Korea Tuberculosis Network System (KTB-Net). *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S119-35.
6. Kim J, Kim J, Shim J, Choi S, Park YJ. Five-year trends in the results of tuberculosis contact investigations in congregate settings, 2019-2023. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S23-38.
7. Kim YM, Lee JS, Lee MJ, et al. Molecular epidemiological analysis of tuberculosis transmission in households in Republic of Korea, 2016-2024. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S39-54.
8. Shin E, Kim SM, Yun JS, Park SH, Jeong HS, Kim YJ. Status of tuberculosis vaccines development in clinical trials. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S88-101.
9. Jeon SM, Kim T, Lee S, Kim S. Research and international cooperation for shortening the treatment duration of tuberculosis. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S102-18.

## Summary

# Commemorating the 15th Tuberculosis Prevention Day: Challenges and Achievements of Republic of Korea's Tuberculosis Control Policies

Young-Joon Park\* 

Division of Tuberculosis Policy, Department of Infectious Disease Policy, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

\*Corresponding author: Young-Joon Park, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

Tuberculosis (TB) has afflicted humanity for centuries, owing to its widespread prevalence, contagious nature, and complex treatment requirements. With industrialization and urbanization, it has emerged as a significant public health issue worldwide. In the Republic of Korea (ROK), TB has remained one of the most burdensome infectious diseases since the Japanese colonial era. In 2024, the number of TB cases in ROK was 17,944 (35.2 per 100,000 population), marking the 13th consecutive year of decline since its peak in 2011, with an average annual reduction rate of 7.6% [1]. This seemed like a perfect time to ask, “What role did national TB control policies play in these achievements?” and “What aspects should be considered important going forward?”. Therefore, we published a special issue titled “Challenges and Achievements of ROK's TB Control Policies” to commemorate TB Prevention Day.

Until Robert Koch scientifically demonstrated that TB was caused by a bacterium, it was considered either a hereditary disease or one caused by polluted air. Koch's groundbreaking discoveries laid the groundwork for innovative advances in TB diagnosis, treatment, and prevention, which in turn supported the development of modern scientific TB control policies.

Park et al. [2] summarized the history of World TB Day, established to commemorate Koch's discovery, and the evolution of TB Prevention Day in ROK, highlighting key developments and changes in ROK's national TB control policies from the post-liberation era to the present. By comparing TB incidence trends in ROK across different periods with strategies outlined in the national TB control comprehensive plans, it became clear under which conditions the significant current TB control programs initially started. This comparative analysis provides valuable insights for evaluating the long-term outcomes of each program. When the first comprehensive TB control plan was established in 2013, ROK had 45,292 TB patients (89.6 per 100,000 population). At that time, 33.6% (15,227) of patients were aged 65 or older, while data on foreign-born TB patients were not separately compiled [3]. Lee et al.'s study [1] confirmed that although TB incidence has steadily declined since then, the proportion of patients aged 65 and older, as well as foreign-born patients, has continued to increase. Moreover, despite a global increase in TB incidence during the coronavirus disease 2019 pandemic, ROK maintained its decreasing trend, and comparative indicators of incidence and mortality

rates with other Organisation for Economic Co-operation and Development countries have slightly improved [4]. These results provide important implications for determining priority targets and management strategies for future TB control policies. Kim et al. [5] outlined the history and detailed components of the Integrated TB Management System initiated in 2000, highlighting the significance of a stable information management system in disease control.

Additionally, results from epidemiological investigations of TB in congregate settings between 2019 and 2023 [6] highlight the current status of TB epidemiological research and reveal an increasing focus on investigations in social welfare facilities, driven by rapid population aging. Furthermore, a study analyzing the molecular epidemiological characteristics of TB transmission within families [7] demonstrated how these techniques are employed to identify routes of infection during epidemiological investigations. Additionally, manuscripts addressing research on shortening TB treatment durations and TB vaccines have introduced recent research trends and activities spearheaded by the Korea Disease Control and Prevention Agency [8,9].

We hope this special issue offers an opportunity to reassess the challenges ROK has faced and the outcomes achieved since 2000 in its pursuit of TB elimination. Meanwhile, although not included in this special issue, we anticipate future opportunities to summarize the history and key programs of various policies implemented in areas, such as TB preventive vaccines, latent TB, TB screening, and patient management. In an ever-changing environment, our past experiences and achievements will serve as invaluable guides for successfully completing the remaining journey toward our goal.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts of interest to declare.

## References

1. Lee H, Kim J, Kim J, et al. Tuberculosis notification status in the Republic of Korea, 2024. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S6-22.
2. Park J, Jang A, Lee E, et al. The history of Tuberculosis Prevention Day and national strategic plan for TB control in Republic of Korea. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S70-87.
3. Korea Disease Control and Prevention Agency. Annual report on the notified tuberculosis in Korea, 2014. Cheongju: KDCA; 2015 Jul. Report No.: 11-1351159-000012-10.
4. Lee H, Kim J, Kim J, Park YJ. Review on the global burden of tuberculosis in 2023: insights from the WHO Global Tuberculosis Report 2024. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S55-69.
5. Kim H, Jeong H, Kim J, Park YJ. Development history and composition of Korea Tuberculosis Network System (KTB-Net). *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S119-35.
6. Kim J, Kim J, Shim J, Choi S, Park YJ. Five-year trends in the results of tuberculosis contact investigations in congregate settings, 2019-2023. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S23-38.
7. Kim YM, Lee JS, Lee MJ, et al. Molecular epidemiological analysis of tuberculosis transmission in households in Republic of Korea, 2016-2024. *Public Health Wkly Rep* 2025;18(11 Suppl):S39-54.
8. Shin E, Kim SM, Yun JS, Park SH, Jeong HS, Kim YJ. Status of tuberculosis vaccines development in clinical trials.

Public Health Wkly Rep 2025;18(11 Suppl):S88-101.

9. Jeon SM, Kim T, Lee S, Kim S. Research and international cooperation for shortening the treatment duration

of tuberculosis. Public Health Wkly Rep 2025;18(11 Suppl):S102-18.





## 2024년 결핵환자 신고현황

이혜원<sup>1†</sup>, 김진선<sup>1†</sup>, 김지은<sup>1</sup>, 박영준<sup>1\*</sup>, 정혜란<sup>1</sup>, 김현규<sup>1</sup>, 신정환<sup>1</sup>, 안현정<sup>1</sup>, 이은영<sup>1</sup>, 장아현<sup>1</sup>, 박수진<sup>1</sup>, 박수경<sup>1</sup>, 이정현<sup>1</sup>, 김유진<sup>1</sup>, 김가희<sup>1</sup>, 박규리<sup>1</sup>, 최보영<sup>1</sup>, 김영화<sup>1</sup>, 유수환<sup>1</sup>, 김지연<sup>1</sup>, 서순영<sup>1</sup>, 송치은<sup>1</sup>, 한지연<sup>1</sup>, 박아영<sup>1</sup>, 김재태<sup>1</sup>, 한희정<sup>1</sup>, 장미리<sup>1</sup>, 심지애<sup>1</sup>, 최성주<sup>1</sup>, 한선미<sup>1</sup>, 박영석<sup>1</sup>, 김지원<sup>1</sup>, 유재일<sup>2</sup>, 김준영<sup>2</sup>, 표성욱<sup>2</sup>, 김영미<sup>2</sup>, 이정섭<sup>2</sup>, 이민지<sup>2</sup>

<sup>1</sup>질병관리청 감염병정책국 결핵정책과, <sup>2</sup>질병관리청 진단분석국 세균분석과

### 초 록

**목적:** 결핵은 공기를 통해 전파되지만, 예방이 가능하며 완치될 수 있는 감염병으로, 우리나라에서는 제2급 법정 감염병으로 지정하여 관리하고 있다. 본 원고는 2024년 우리나라 결핵환자 발생 현황과 역학적 특성을 기술하고자 한다.

**방법:** 우리나라 결핵 현황은 「2024년 결핵환자 신고현황 연보」와 2022-2024년의 원시자료를 바탕으로 작성하였고, 결핵 발생률은 주 민등록연앙인구, 체류 외국인 수, 의료보장 적용인구를 활용하여 산출하였다.

**결과:** 2024년에 우리나라 결핵환자 수는 17,944명(10만 명당 35.2명)으로 2023년(19,540명, 10만 명당 38.2명) 대비 8.2% 감소하였다. 또한, 2024년 65세 이상 결핵환자 수는 10,534명으로 2023년(11,309명) 대비 6.9% 감소하였지만, 결핵환자 중 65세 이상 비중은 58.7% (2023년 대비 0.8%p 증가)로, 2000년 이후 매년 증가하고 있다. 2024년 외국인 결핵환자 수는 1,077명으로 2023년(1,107명) 대비 2.7% 감소하였으나, 결핵환자 중 외국인 비중은 6.0%로 2023년 대비 0.3%p 소폭 증가하였다.

**결론:** 2024년 우리나라의 결핵환자 수는 2023년 대비 8.2% 감소하였지만, 결핵환자 중 65세 이상 고령층과 외국인이 차지하는 비중은 증가하였다. 이에, 질병관리청은 결핵 발병 고위험군 및 취약계층을 대상으로 결핵 전주기 예방·관리를 보다 적극적으로 추진할 예정이다.

**주요 검색어:** 결핵; 감염병; 발생

### 서 론

결핵은 공기를 통해 전파되지만, 예방이 가능하며 적절한 항결핵약제 치료를 통해 완치될 수 있는 감염병이다. 세

계보건기구(World Health Organization)는 2023년 한 해 동안 전 세계에서 약 1,080만 명의 결핵환자가 발생하였고 125만 명이 사망하였다고 발표했다[1]. 그중 우리나라는 경제협력개발기구(Organisation for Economic Co-operation and

Received February 3, 2025 Revised March 6, 2025 Accepted March 7, 2025

\*Corresponding author: 박영준, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

<sup>†</sup>이 저자들은 본 연구에서 공동 제1저자로 기여하였음.

박수경 현재 소속: 질병관리청 국립인천공향검역소

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



KDCA  
Korea Disease Control and Prevention Agency

**핵심요약**

① 이전에 알려진 내용은?

2023년 우리나라의 결핵환자 수는 19,540명(10만 명당 38.2명)으로, 2022년(20,383명, 10만 명당 39.8명) 대비 4.1% 감소하였다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2024년 우리나라의 결핵환자 수는 17,944명(10만 명당 35.2명)으로, 2023년(19,540명) 대비 8.2% 감소하였다. 2024년 결핵환자 중 65세 이상 고령층과 외국인이 차지하는 비중이 2023년 대비 증가하였다.

③ 시사점은?

「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」의 중간 해인 2025년에도 인구 고령화와 결핵 고부담 국가 출신 외국인의 유입의 가속화가 결핵 퇴치 정책에 있어 주요 위협 요인으로 작용할 것으로 예상되며, 「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」의 2025년 시행계획을 철저히 이행해 나갈 것이다.

Development) 38개 회원국 중에서 결핵 발생률은 2위, 사망률은 5위를 차지하였다[1].

우리나라는 결핵을 제2급 법정 감염병으로 지정하여, 국가결핵감시체계를 통해 체계적으로 결핵환자를 관리하고 있다. 질병관리청은 「결핵예방법」 제6조에 따라 국가승인통계인 '결핵환자 신고현황'을 매년 3월 말경 연보로 발간하고 있다[2,3]. 이에, 2025년 3월 말에 발간된 「2024년 결핵환자 신고현황 연보」 [3]와 해당 연보의 원시자료를 바탕으로, 2024년 신고된 결핵환자의 상세한 역학적 특성을 분석하여 국가결핵관리정책의 기초자료로 활용하고자 한다.

**방 법**

본 원고는 「2024년 결핵환자 신고현황 연보」와 2022-2024년의 원시자료를 바탕으로 작성되었다. 특히, 2024년

통계의 자료원은 2024년 1월 1일부터 2024년 12월 31일까지 신고 및 보고된 결핵환자 및 결핵의사환자의 '결핵환자등 신고·보고서'인 25,901건으로, 이를 정제·분류·가공하여 2024년에 신고된 결핵환자 수를 산출하였다[3].

결핵 발생률은 결핵환자 수와 통계청 「인구동향조사」의 2024년 주민등록연앙인구를 활용하였다[4]. 결핵 신환자율은 신규 결핵환자 수와 통계청 「인구동향조사」의 2024년 주민등록연앙인구를 활용하였다[4]. 결핵환자의 의료보장 유형별 특성은 국민건강보험공단의 해당 연도 12월 31일 기준 의료보장 자격 정보로 확인하였고, 2024년 의료보장 유형별 결핵 발생률을 산출하기 위해 기준인구로는 2023년 의료보장 적용인구를 사용하였다[5]. 외국인 결핵 발생률을 산출하기 위해 기준인구로 2023년 이전은 해당 연도 체류 외국인 수를, 2024년은 2024년 12월 기준 체류 외국인 수를 활용하였다[6,7]. 결핵환자의 상세한 역학적 특성을 분석하고자 연도별, 결핵환자 구분별<sup>1)</sup>, 성별, 연령별, 결핵 종류별, 시·도별, 65세 이상 고령층, 외국인, 의료보장 유형별, 다제내성/리팜핀 내성 결핵에 따른 결핵환자 수를 산출하였다.

**결 과**

2024년에 신고된 결핵환자 수는 17,944명(10만 명당 35.2명)으로, 2023년(19,540명, 10만 명당 38.2명) 대비 8.2% (1,596명) 감소하였다. 이는 2011년 최고치를 기록한 후 연평균 7.6%씩 감소하여, 2011년 대비 64.5% 감소한 수준이다. 결핵환자의 과거 치료력에 따르면, 결핵환자 중 신규 결핵환자 수는 14,412명(10만 명당 28.2명)으로 2023년(15,640명, 10만 명당 30.6명) 대비 7.9% (1,228명) 감소하였고(표 1, 그림 1) [6], 결핵환자 중 80.3%를 차지하고 있다. 신규 결핵환자가 아닌 재치료자 등도 3,532명(10만 명당 6.9명)으로, 2023년(3,900명, 10만 명당 7.6명) 대비 9.4%

1) 신규 결핵환자, 재치료자 등(재발자, 실패 후 재치료자, 중단 후 재치료자, 이전 치료결과 불명확, 과거 치료여부 불명확, 기타환자)

표 1. 결핵환자의 역학적 특성, 2022-2024년

| 구분                   | 2022년  |                             | 2023년  |                             | 2024년    |         | 2022년  |                             | 2023년    |         | 2024년 |                             |
|----------------------|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|----------|---------|--------|-----------------------------|----------|---------|-------|-----------------------------|
|                      | 환자 수   | [발생률]<br>(비중) <sup>a)</sup> | 환자 수   | [발생률]<br>(비중) <sup>a)</sup> | 전년 대비 증감 |         | 환자 수   | [발생률]<br>(비중) <sup>a)</sup> | 전년 대비 증감 |         | 환자 수  | [발생률]<br>(비중) <sup>a)</sup> |
|                      |        |                             |        |                             | 수        | 율       |        |                             | 수        | 율       |       |                             |
| 결핵환자                 | 20,383 | [39.8]                      | 19,540 | [38.2]                      | -843     | △(4.1)  | 17,944 | [35.2]                      | -1,596   | △(8.2)  |       |                             |
| 성별                   |        |                             |        |                             |          |         |        |                             |          |         |       |                             |
| 남                    | 12,520 | [49.0]                      | 12,078 | [47.4]                      | -442     | △(3.5)  | 11,210 | [44.1]                      | -868     | △(7.2)  |       |                             |
| 여                    | 7,863  | [30.6]                      | 7,462  | [29.1]                      | -401     | △(5.1)  | 6,734  | [26.3]                      | -728     | △(9.8)  |       |                             |
| 연령                   |        |                             |        |                             |          |         |        |                             |          |         |       |                             |
| 0-4세                 | 6      | [0.4]                       | 1      | [0.1]                       | -5       | △(83.3) | 4      | [0.3]                       | 3        | (300.0) |       |                             |
| 5-19세                | 149    | [2.2]                       | 115    | [1.7]                       | -34      | △(22.8) | 128    | [2.0]                       | 13       | (11.3)  |       |                             |
| 20-49세               | 3,918  | [18.5]                      | 3,414  | [16.4]                      | -504     | △(12.9) | 2,907  | [14.2]                      | -507     | △(14.9) |       |                             |
| 50-64세               | 5,012  | [39.5]                      | 4,701  | [36.8]                      | -311     | △(6.2)  | 4,371  | [34.1]                      | -330     | △(7.0)  |       |                             |
| 65세 미만               | 9,085  | [21.5]                      | 8,231  | [19.7]                      | -854     | △(9.4)  | 7,410  | [18.0]                      | -821     | △(10.0) |       |                             |
| 65세 이상               | 11,298 | [125.4]                     | 11,309 | [119.5]                     | 11       | (0.1)   | 10,534 | [105.8]                     | -775     | △(6.9)  |       |                             |
| 지역                   |        |                             |        |                             |          |         |        |                             |          |         |       |                             |
| 서울특별시                | 3,424  | [36.5]                      | 3,351  | [35.9]                      | -73      | △(2.1)  | 3,012  | [32.4]                      | -339     | △(10.1) |       |                             |
| 부산광역시                | 1,340  | [40.4]                      | 1,285  | [39.0]                      | -55      | △(4.1)  | 1,141  | [34.9]                      | -144     | △(11.2) |       |                             |
| 대구광역시                | 928    | [39.2]                      | 953    | [40.2]                      | 25       | (2.7)   | 899    | [38.1]                      | -54      | △(5.7)  |       |                             |
| 인천광역시                | 1,037  | [35.3]                      | 1,017  | [34.3]                      | -20      | △(1.9)  | 950    | [31.7]                      | -67      | △(6.6)  |       |                             |
| 광주광역시                | 438    | [30.6]                      | 453    | [31.9]                      | 15       | (3.4)   | 404    | [28.7]                      | -49      | △(10.8) |       |                             |
| 대전광역시                | 450    | [31.2]                      | 407    | [28.3]                      | -43      | △(9.6)  | 369    | [25.7]                      | -38      | △(9.3)  |       |                             |
| 울산광역시                | 365    | [32.8]                      | 317    | [28.7]                      | -48      | △(13.2) | 366    | [33.3]                      | 49       | (15.5)  |       |                             |
| 세종특별자치시              | 75     | [19.9]                      | 82     | [21.3]                      | 7        | (9.3)   | 58     | [15.0]                      | -24      | △(29.3) |       |                             |
| 경기도                  | 4,570  | [33.8]                      | 4,339  | [32.0]                      | -231     | △(5.1)  | 4,073  | [30.0]                      | -266     | △(6.1)  |       |                             |
| 강원특별자치도              | 899    | [58.7]                      | 788    | [51.6]                      | -111     | △(12.3) | 728    | [48.0]                      | -60      | △(7.6)  |       |                             |
| 충청북도                 | 633    | [39.8]                      | 651    | [41.0]                      | 18       | (2.8)   | 605    | [38.1]                      | -46      | △(7.1)  |       |                             |
| 충청남도                 | 1,044  | [49.4]                      | 1,017  | [48.0]                      | -27      | △(2.6)  | 873    | [41.1]                      | -144     | △(14.2) |       |                             |
| 전북특별자치도              | 812    | [45.8]                      | 788    | [44.8]                      | -24      | △(3.0)  | 731    | [42.0]                      | -57      | △(7.2)  |       |                             |
| 전라남도                 | 1,183  | [65.0]                      | 1,047  | [57.9]                      | -136     | △(11.5) | 1,007  | [56.2]                      | -40      | △(3.8)  |       |                             |
| 경상북도                 | 1,610  | [61.8]                      | 1,554  | [60.7]                      | -56      | △(3.5)  | 1,403  | [55.3]                      | -151     | △(9.7)  |       |                             |
| 경상남도                 | 1,322  | [40.2]                      | 1,254  | [38.5]                      | -68      | △(5.1)  | 1,087  | [33.7]                      | -167     | △(13.3) |       |                             |
| 제주특별자치도              | 253    | [37.6]                      | 237    | [35.2]                      | -16      | △(6.3)  | 238    | [35.6]                      | 1        | (0.4)   |       |                             |
| 결핵종류                 |        |                             |        |                             |          |         |        |                             |          |         |       |                             |
| 폐결핵                  | 15,746 | (77.3)                      | 15,391 | (78.8)                      | -355     | △(2.3)  | 14,095 | (78.5)                      | -1,296   | △(8.4)  |       |                             |
| (도말양성) <sup>b)</sup> | 5,722  | (28.1)                      | 5,305  | (27.1)                      | -417     | △(7.3)  | 4,740  | (26.4)                      | -565     | △(10.7) |       |                             |
| 폐외결핵                 | 4,637  | (22.7)                      | 4,149  | (21.2)                      | -488     | △(10.5) | 3,849  | (21.5)                      | -300     | △(7.2)  |       |                             |
| 외국인 <sup>c)</sup>    | 1,072  | [47.7]                      | 1,107  | [44.1]                      | 35       | (3.3)   | 1,077  | [40.6]                      | -30      | △(2.7)  |       |                             |
| 연령                   |        |                             |        |                             |          |         |        |                             |          |         |       |                             |
| 0-19세                | 12     | [6.7]                       | 13     | [6.2]                       | 1        | (8.3)   | 19     | [8.0]                       | 6        | (46.2)  |       |                             |
| 20-29세               | 204    | [39.8]                      | 245    | [41.5]                      | 41       | (20.1)  | 228    | [35.9]                      | -17      | △(6.9)  |       |                             |
| 30-39세               | 270    | [44.9]                      | 258    | [39.0]                      | -12      | △(4.4)  | 249    | [36.4]                      | -9       | △(3.5)  |       |                             |
| 40-49세               | 147    | [40.1]                      | 167    | [41.8]                      | 20       | (13.6)  | 119    | [28.3]                      | -48      | △(28.7) |       |                             |
| 50-59세               | 194    | [60.3]                      | 160    | [47.8]                      | -34      | △(17.5) | 192    | [57.4]                      | 32       | (20.0)  |       |                             |
| 60세 이상               | 245    | [92.3]                      | 264    | [85.0]                      | 19       | (7.8)   | 270    | [79.2]                      | 6        | (2.3)   |       |                             |

단위: 명, [10만 명당 환자 수], (%). △=감소. <sup>a)</sup>결핵환자 중 폐결핵, 도말양성 폐결핵, 폐외결핵 비중(%). <sup>b)</sup>폐결핵환자 중 가래도말검사상 양성인 환자. <sup>c)</sup>발생률은 체류외국인 수를 기준인구로 산출하였으며, 2024년 발생률은 2024년 12월 기준 연령별 체류외국인 수를 기준인구로 산출함, 비중은 결핵환자 중 외국인 비중(%)을 일컫음. Data from the Korea Immigration Service, Ministry of Justice [6].

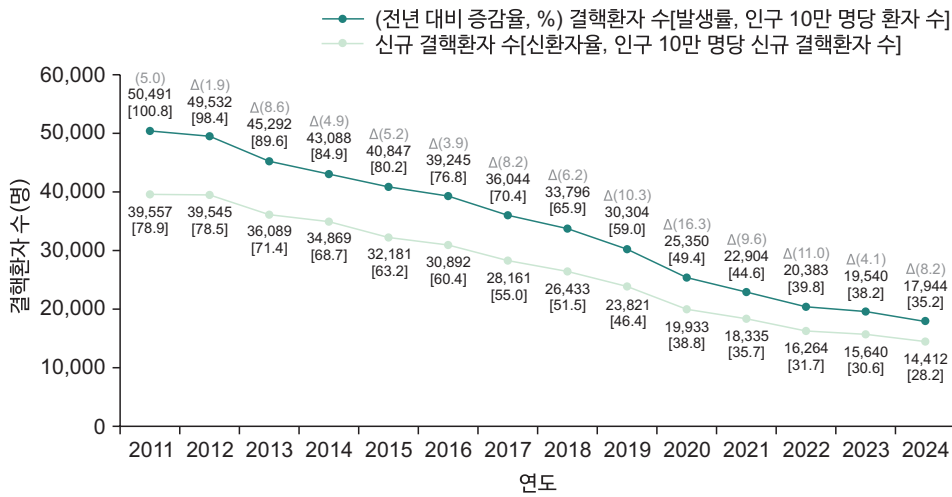


그림 1. 연도별 결핵환자 수 및 발생률, 신규 결핵환자 수 및 신환자율, 2011-2024년

(368명) 감소하였다.

2024년 결핵환자 중 남성이 62.5% (11,210명, 10만 명당 44.1명), 여성이 37.5% (6,734명, 10만 명당 26.3명)를 차지하였다(표 1) [6]. 연령별 결핵환자 수를 보면, 20세 미만을 제외한 모든 연령대에서 2023년 대비 감소하였다. 특히, 65세 이상 결핵환자 수는 10,534명(10만 명당 105.8명)으로 65세 미만 결핵환자 수(7,410명, 10만 명당 18.0명)보다 1.4배 많았고, 결핵 발생률은 5.9배 높았다(표 1) [6].

2024년 폐결핵환자 수는 14,095명으로 결핵환자 중 78.5%를 차지하며, 2023년(15,391명) 대비 8.4% (1,296명) 감소하였다. 폐결핵환자 중 도말검사 결과 양성인 폐결핵환자 수는 26.4% (4,740명)로 2023년 27.1% (5,305명)보다 0.7%p 감소하였다. 폐외결핵환자 수는 3,849명으로 결핵환자 중 21.5%를 차지하며, 2023년(4,149명) 대비 7.2% (300명) 감소하였다(표 1) [6].

2024년 시·도별 결핵환자 수의 경우, 울산광역시와 제주특별자치도를 제외한 모든 지역에서 2023년 대비 감소하였다. 17개 시·도 중, 울산광역시(366명, 10만 명당 33.3명)의 결핵환자 수가 2023년(317명, 10만 명당 28.7명) 대비 가장 큰 폭(15.5%)으로 증가하였다. 2024년 결핵 발생률은 전라남도(10만 명당 56.2명), 경상북도(10만 명당 55.3명), 강원특별자치도(10만 명당 48.0명) 순으로 높았다(표 1) [6].

2024년 65세 이상 결핵환자 수는 10,534명(10만 명당 105.8명)으로 2023년(11,309명, 10만 명당 119.5명) 대비 6.9% (775명) 감소하였다. 하지만 결핵환자 중 65세 이상 연령층이 차지하는 비중은 매년 꾸준히 증가하여, 최초 절반 이상을 돌파한 2021년(51.0%) 이후, 2022년 55.4%, 2023년 57.9%, 2024년 58.7%로 계속 증가하고 있다(그림 2) [2].

2024년 외국인 결핵환자 수는 1,077명으로 2023년(1,107명) 대비 2.7% (30명) 감소하였고, 결핵환자 중 외국인이 차지하는 비중은 6.0%로 2023년(5.7%)보다 0.3%p 증가하였다(그림 3) [2].

2023년 의료보장 적용인구 중 의료급여 수급권자 비중은 2.9% (1,517천 명)를 차지하였으나[5], 2024년 결핵환자 중 의료급여 수급권자 비중은 11.3% (2,009명)로 2023년 대비 높게 나타났다. 2023년 의료보장 적용인구로 2024년 의료보장 유형별 결핵 발생률을 산출한 결과, 2024년 의료급여 수급권자의 결핵 발생률(10만 명당 132.4명)은 건강보험 가입자의 결핵 발생률(10만 명당 30.5명)보다 4.3배 높았다(표 2) [3,5].

항결핵약제 내성으로 인해 치료가 어려운 다제내성/리팜핀내성 결핵환자 수는 2024년 461명으로 결핵환자 17,944명 중 2.6%를 차지하여 2023년(2.8%) 대비 0.2%p 감소하였다. 결핵환자의 과거 치료력별 다제내성/리팜핀내성 결핵 비

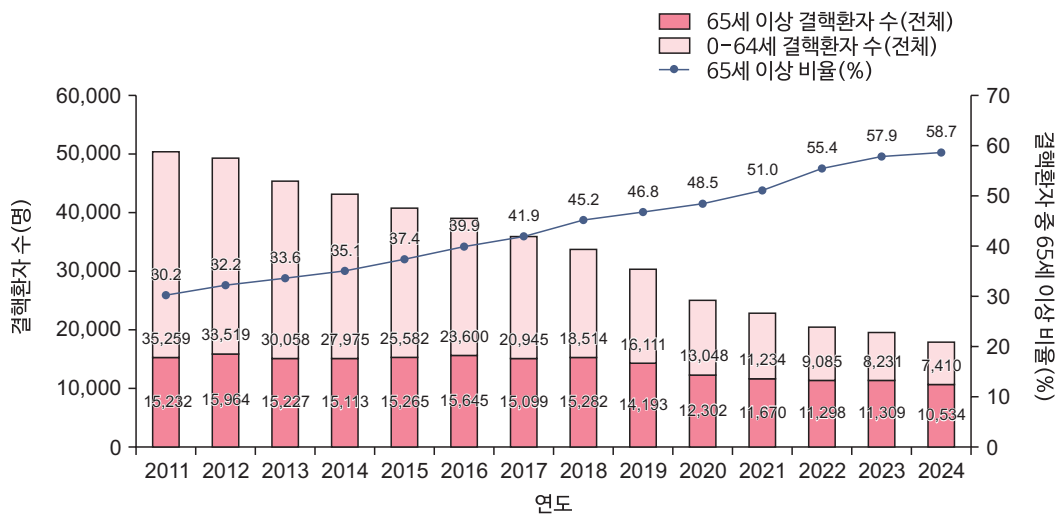


그림 2. 65세 이상/미만 결핵환자 수 및 65세 이상 결핵환자 비중, 2011-2024년  
Adapted from the article of Lee et al. (Public Health Wkly Rep 2024;17:1591-608) [2].

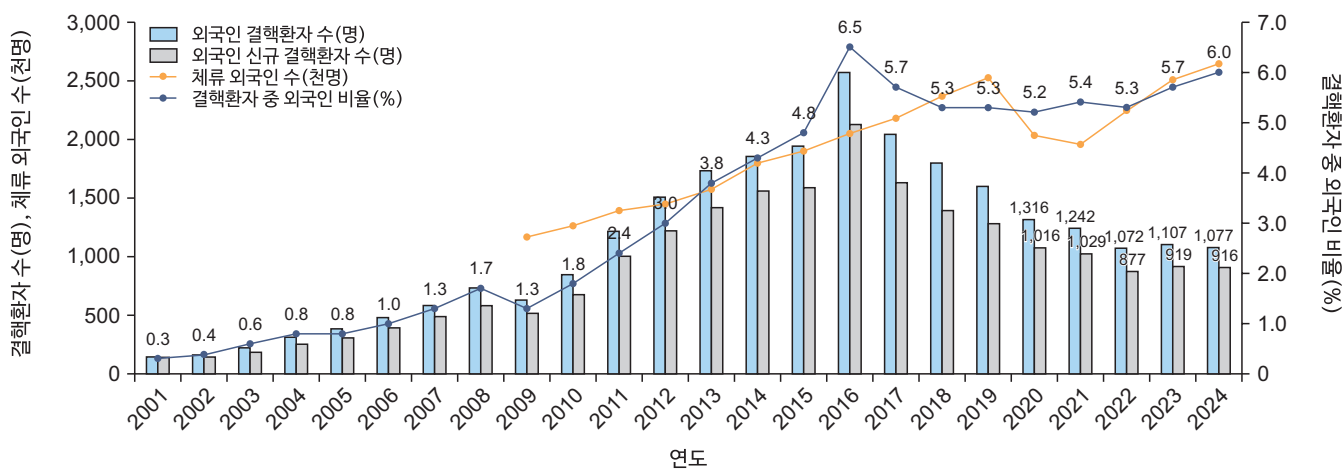


그림 3. 외국인 결핵환자 수 및 결핵환자 중 외국인 비중, 2001-2024년  
Adapted from the article of Lee et al. (Public Health Wkly Rep 2024;17:1591-608) [2].

표 2. 의료보장 유형별 2023년 의료보장 적용인구, 2024년 결핵환자 수 및 발생률

| 구분                        | 의료보장           |               |               |               |              | 불명 <sup>a)</sup> |
|---------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|------------------|
|                           | 계              | 건강보험          |               |               | 의료급여         |                  |
|                           |                | 소계            | 직장            | 지역            | 소계           |                  |
| 2023년 의료보장 적용인구 (천명) (비중) | 52,970 (100.0) | 51,453 (97.1) | 36,365 (68.7) | 15,089 (28.5) | 1,517 (2.9)  |                  |
| 2024년 결핵환자 수(명) (비중)      | 17,716 (100.0) | 15,707 (88.7) | 8,959 (50.6)  | 6,748 (38.1)  | 2,009 (11.3) | 228              |
| 결핵 발생률(10만 명당 환자 수)       | 33.4           | 30.5          | 24.6          | 44.7          | 132.4        |                  |

단위: (천)명, (%). <sup>a)</sup>2024년 12월 31일 기준 의료보장 가입이력이 없는 경우; Data from the Korea Disease Control and Prevention Agency [3].  
Data from the Health Insurance Review & Assessment Service, National Health Insurance Service [5].

증을 살펴보면, 신규 결핵환자(1.8%)보다 재치료자 등(5.7%)에서 3.2배 높았다. 2024년 신규 다제내성/리팜핀내성 결핵환자 수는 261명으로 2023년(284명) 대비 8.1% (23명) 감소하였고, 재치료자 등인 다제내성/리팜핀내성 결핵환자 수는 200명으로 2023년(267명) 대비 25.1% (67명) 감소하였다 (표 3).

## 결론

코로나바이러스감염증-19 유행의 영향으로 인해 2020-2023년 전 세계 결핵 발생은 증가세를 보였으나, 우리나라 결핵환자 수는 지속적으로 감소하고 있다[1-3]. 2024년 우리나라 결핵환자 수는 17,944명(10만 명당 35.2명)으로 2023년(19,540명, 10만 명당 38.2명) 대비 8.2% 감소하였다. 이는 최고치를 기록한 2011년부터 연평균 7.6%씩 13년간 총 64.5% 감소한 것이다. 특히, 2024년 연령별 결핵환자 수를

보면, 모든 연령대 중 20세 미만에서만 2023년 대비 16명 증가하였으나, 뚜렷한 이유를 찾지 못했다. 2024년 시·도별 결핵환자 수를 보면, 울산광역시와 제주특별자치도에서만 2023년 대비 증가하였고, 특히 2024년 울산광역시의 결핵환자 수는 2023년 대비 15.5% 증가하였다. 이는 주로 65세 이상 내국인 결핵환자 수와 해당 연령층의 결핵환자 비중 증가와 관련된 것으로 확인하였고, 그 밖의 역학적 특이 사항은 확인되지 않았다.

또한, 2024년 의료급여 수급권자의 결핵 발생률은 건강보험 가입자에 비해 4배 이상 높은 것으로 나타났다. 이는 사회경제적 수준에 따른 건강불평등의 단면을 보여주는 결과로, 결핵 발생 증가를 유도하는 사회경제적 요인에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 결핵환자의 과거 치료력별로 다제내성/리팜핀내성 결핵 비중을 살펴본 결과, 신규 결핵환자(1.8%)보다 재치료자 등(5.7%)에서 3.2배 높은 것으로 나타났다. 결핵 재치료자 등에 대해서는 진단 단계에서 항결핵약제 내성을 신속

표 3. 과거 결핵 치료력 다제내성/리팜핀내성 결핵환자 수 및 항결핵약제 내성 종류별 결핵 현황, 2022-2024년

| 구분                   | 계        | 다제내성/리팜핀 내성결핵 |         | 항결핵약제 내성 종류별              |                                |                       |                           |         |
|----------------------|----------|---------------|---------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------|
|                      |          | 환자 수          | 비율      | 광범위 약제내성 결핵 <sup>a)</sup> | 광범위 약제내성 전 단계 결핵 <sup>b)</sup> | 다제내성 결핵 <sup>c)</sup> | 리팜핀 단독내성 결핵 <sup>d)</sup> |         |
| 계                    | 2022     | 20,383        | 560     | (2.7)                     | 3                              | 66                    | 314                       | 177     |
|                      | 2023     | 19,540        | 551     | (2.8)                     | 1                              | 71                    | 296                       | 183     |
|                      | 2024     | 17,944        | 461     | (2.6)                     | 2                              | 66                    | 245                       | 148     |
|                      | 전년 대비 증감 | △(8.2)        | △(16.3) |                           | (100.0)                        | △(7.0)                | △(17.2)                   | △(19.1) |
| 신규환자                 | 2022     | 16,264        | 308     | (1.9)                     | 0                              | 29                    | 172                       | 107     |
|                      | 2023     | 15,640        | 284     | (1.8)                     | 0                              | 28                    | 146                       | 110     |
|                      | 2024     | 14,412        | 261     | (1.8)                     | 0                              | 32                    | 139                       | 90      |
|                      | 전년 대비 증감 | △(7.9)        | △(8.1)  |                           | -                              | (14.3)                | △(4.8)                    | △(18.2) |
| 재치료자 등 <sup>e)</sup> | 2022     | 4,119         | 252     | (6.1)                     | 3                              | 37                    | 142                       | 70      |
|                      | 2023     | 3,900         | 267     | (6.8)                     | 1                              | 43                    | 150                       | 73      |
|                      | 2024     | 3,532         | 200     | (5.7)                     | 2                              | 34                    | 106                       | 58      |
|                      | 전년 대비 증감 | △(9.4)        | △(25.1) |                           | (100.0)                        | △(20.9)               | △(29.3)                   | △(20.5) |

단위: 명, (%). △=감소. <sup>a)</sup>리팜핀내성결핵 또는 다제내성결핵이면서 한 가지 이상의 퀴놀론계 약제(레보플록사신[Lfx], 목시플록사신[Mfx], 오픈록사신[Ofx], 가티플록사신[Gfx])에 내성이고, 그 외 A군 약제(베다퀼린[Bdq], 리네졸리드[Lzd]) 한 가지 이상에 내성을 보이는 결핵. <sup>b)</sup>리팜핀내성결핵 또는 다제내성결핵이면서 한 가지 이상의 퀴놀론계 약제에 내성을 보이는 결핵. <sup>c)</sup>리팜핀과 이소니아지드 약제에 모두 내성을 보이는 결핵. <sup>d)</sup>리팜핀 약제에 내성을 보이며, 이소니아지드 약제에 감수성이거나 감수성을 확인할 수 없는 결핵. <sup>e)</sup>재발자, 실패 후 재치료자, 중단 후 재치료자, 이전 치료결과 불명확, 과거 치료여부 불명확, 기타환자.

히 확인하기 위해 Xpert MTB/RIF 검사 등을 적극적으로 실시하도록 결핵 치료 의료진을 대상으로 한 홍보 및 교육을 강화할 필요가 있다.

우리나라는 2025년 초고령사회로 진입하고, 외국인 이민·정착 지원 확대 및 외국인 근로자 고용 규제 완화에 따라 체류 외국인 수 증가가 전망되어, 65세 이상 고령층과 외국인에서의 결핵 발생은 결핵 퇴치 목표를 달성하는 데 있어 주요한 도전 과제가 될 것으로 예상된다. 이에, 질병관리청은 이러한 정책 여건에 적극적으로 대응하기 위해, 결핵 발병 고위험군 및 취약계층을 대상으로 한 결핵 감시 및 관리를 강화할 예정이다. 이 글에 활용된 ‘결핵환자 신고현황’ 통계는 보건소 및 의료기관 등이 해당 연도에 신고한 ‘결핵환자등 신고·보고서’를 기반으로 산출하며, 일부 미신고 사례가 존재할 가능성이 있어 실제 현황과 미세한 차이가 있을 수 있다. 또한, 이 글을 통한 결핵 발생률 감소세와 결핵환자 중 고령층 및 외국인 등 특정 인구집단의 비중 증가 요인을 심층적으로 해석하는 데 한계가 있으며, 이에 대한 보다 정밀한 후속 연구가 요구된다. 특히, 결핵환자 중 절반 이상을 차지하는 65세 이상 고령층에 대해서는 65-79세와 80세 이상(초고령층)을 구분한 결핵 감시를 강화하며, 지방자치단체 합동평가 지표인 ‘결핵환자 접촉자 잠복결핵감염 검진율’ 평가 대상을 65세 이하에서 전 연령으로 확대 운영하여 65세 이상 고령층 접촉자의 잠복결핵감염 검진 및 치료를 유도하고자 한다. 기존에 추진하던 ‘찾아가는 결핵검진사업’과 65세 이상 보건소 무료 결핵검진 사업을 지속적으로 홍보하며 추진할 예정이다. 아울러, 2024년과 마찬가지로 앞으로도 체류 외국인 수 증가에 따라 결핵환자 중 외국인의 비중이 증가할 것으로 예상된다. 이를 대비하고자, 외국인을 대상으로 입국 전 및 체류 중 결핵검진을 강화하여 외국인 결핵환자를 조기에 발견할 수 있도록 할 계획이다. 이 밖에도 2024년 6월부터 시행된 모든 결핵환자의 전체 치료 기간 동안 복약 관리를 지원하는 ‘맞춤형 결핵관리 사업’을 적극 추진하며, 의료급여 수급권자, 65세 이상 고

령자, 무자격 체류 외국인 등의 결핵 치료 중단·지연을 방지하고자 결핵 안심벨트 사업을 확대 지원하고 요양병원 등의 결핵환자를 위한 ‘국립결핵병원 치료·간병 통합지원 사업’을 전국적으로 확대 추진할 계획이다. 질병관리청은 「제3차 결핵관리종합계획」의 목표인 ‘2027년까지 결핵 발생률을 인구 10만 명당 20명 이하로 감소’시키는 것을 달성하기 위해, 2025년 시행계획[8]을 철저히 이행해 나갈 예정이다.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** We thank to divisions of Infectious Disease Response in Regional Center for Disease Control and Prevention, departments of TB management in local government by province and district, department related to TB in Health and Environment and Centers for Infectious Diseases Control and Prevention by province, Masan National Tuberculosis hospital, Mokpo National Tuberculosis hospital for planning and managing projects for the TB screening, epidemiological investigation, TB patient management, diagnosis test etc. according to the third national strategic plan for TB control. Also, we are grateful to the relevant organizations in Korean National Tuberculosis Association, PPM (Public-Private Mix) Tuberculosis Management Project, Multidrug-TB Consortium, Tuberculosis Safety Belt institutions, International Tuberculosis Research Center etc. cooperated in relation to TB management and research development project.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts

of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: HWL, JSK. Data curation: HWL, JSK. Formal analysis: HWL, JSK. Investigation: HWL, JSK. Methodology: YJP, JEK, JSK, HWL, JHS, SKP, AHJ, JHL, YJK, GHK, GRP, JYK, BYC, SHY, SYS, CES, JYH, HJH, JTK, MRJ, JAS, SJC, HRJ, HGK, SMH, YSP, AYP, HJA, EYL, YHK, SJP, JWK, JIY, JYK, YMK, JSL, MJL, SWP. Project administration: JEK, YJP. Supervision: JEK, YJP. Visualization: HWL, JSK. Writing – original draft: HWL, JSK. Writing – review & editing: YJP, JEK, JSK, HWL, JHS, SKP, AHJ, JHL, YJK, GHK, GRP, JYK, BYC, SHY, SYS, CES, JYH, HJH, JTK, MRJ, JAS, SJC, HRJ, HGK, SMH, YSP, AYP, HJA, EYL, YHK, SJP, JWK, JIY, JYK, YMK, JSL, MJL, SWP.

## References

1. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2024. WHO; 2024.
2. Lee H, Kim J, Kim J, et al. Characteristics of notified tuberculosis cases in the Republic of Korea, 2023. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1591–608.
3. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Annual report on the notified tuberculosis in the Republic of Korea, 2024. KDCA; 2025.
4. Statistics Korea. Population census [Internet]. Statistics Korea; 2025 [cited 2025 Jan 21]. Available from: [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1B040M5&conn\\_path=I2](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1B040M5&conn_path=I2)
5. Health Insurance Review & Assessment Service (HIRA), National Health Insurance Service (NHIS). 2023 national health insurance statistical yearbook. Wonju: HIRA, NHIS; 2024 Nov. Report No.: 11-B50928-000001-10.
6. Korea Immigration Service, Ministry of Justice. Yearbook of Korea immigration statistics 2023. Gwacheon: Korea Immigration Service, Ministry of Justice; 2024 Jun. Report No.: 11-1270000-000465-10.
7. Korea Immigration Service, Ministry of Justice. Monthly bulletin of Korea immigration statistics in December 2024. Korea Immigration Service, Ministry of Justice; 2025.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Let's once again move forward the fight against TB in the next five years [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2025 Jan 21]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list\\_no=722140&cg\\_code=&act=view&nPage=2](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list_no=722140&cg_code=&act=view&nPage=2)



# Tuberculosis Notification Status in the Republic of Korea, 2024

Hyewon Lee<sup>1†</sup> , Jinsun Kim<sup>1†</sup> , Jieun Kim<sup>1</sup> , Young-Joon Park<sup>1\*</sup> , Hyeran Jeong<sup>1</sup> , Hyeongyu Kim<sup>1</sup> , Jeonghwan Shin<sup>1</sup> , Hyunjung Ahn<sup>1</sup> , Eunyoung Lee<sup>1</sup> , Ahhyeon Jang<sup>1</sup> , Soojin Park<sup>1</sup> , Sukyeong Park<sup>1</sup> , Jeonghyeon Lee<sup>1</sup> , Yujin Kim<sup>1</sup> , Gahee Kim<sup>1</sup> , Gyuri Park<sup>1</sup> , Boyeong Choi<sup>1</sup> , Younghwa Kim<sup>1</sup> , Suhwan You<sup>1</sup> , Jeeyeon Kim<sup>1</sup> , Soonyoung Seo<sup>1</sup> , Chieeun Song<sup>1</sup> , Jiyeon Han<sup>1</sup> , Ahyoung Park<sup>1</sup> , Jaetae Kim<sup>1</sup> , Heejung Han<sup>1</sup> , Miri Jang<sup>1</sup> , Jiae Shim<sup>1</sup> , Seongju Choi<sup>1</sup> , Sunmi Han<sup>1</sup> , Youngseok Park<sup>1</sup> , Jeewoun Kim<sup>1</sup> , Jaeil Yoo<sup>2</sup> , Junyoung Kim<sup>2</sup> , SeongWook Pyo<sup>2</sup> , YoungMi Kim<sup>2</sup> , JeongSeob Lee<sup>2</sup> , MinJi Lee<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Division of Tuberculosis Policy, Department of Infectious Disease Policy, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea,

<sup>2</sup>Division of Bacterial Diseases, Department of Laboratory Diagnosis and analysis, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

## ABSTRACT

**Objectives:** Tuberculosis (TB) is an airborne infectious disease that is preventable and curable. In the Republic of Korea (ROK), it is designated as a Class 2 infectious disease and is managed. This study aims to describe the incidence and epidemiological characteristics of TB cases in ROK in 2024.

**Methods:** The TB incidence in ROK was compiled based on the annual report on the notified tuberculosis in 2024 and the microdata from 2022 to 2024. The TB incidence rate was calculated using the mid-year registered resident population, the number of foreign residents, and the population covered by medical insurance.

**Results:** In 2024, the number of TB cases in the ROK was 17,944 (35.2 cases per 100,000 population), a decrease of 8.2% from 2023 (n=19,540, 38.2 cases per 100,000 population). Among TB cases aged 65 years and older, 10,534 were reported in 2024, a decrease of 6.9% from 2023 (n=11,309). However, the proportion of TB cases aged 65 and older increased to 58.7% (an increase of 0.8% point compared with 2023), continuing an upward trend since 2000. The number of TB cases who are foreigners in 2024 was 1,077, a decrease of 2.7% from 2023 (n=1,107), but the proportion of foreign TB cases increased to 6.0% from 5.7% in 2023.

**Conclusions:** In 2024, the number of TB cases in the ROK decreased by 8.2% compared to 2023. However, the proportion of elderly TB cases aged 65 and older and foreign TB cases increased. Korea Disease Control and Prevention Agency keeps implementing TB prevention and control programs for high-risk groups and vulnerable populations to address emerging challenges.

**Key words:** Tuberculosis; Communicable diseases; Incidence

\*Corresponding author: Young-Joon Park, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

<sup>†</sup>These authors contributed equally to this study as co-first authors.

Sukyeong Park's current affiliation: Incheon Airport National Quarantine Station, Korea Disease Control and Prevention Agency

### Key messages

① What is known previously?

In 2023, the number of tuberculosis (TB) cases in the Republic of Korea (ROK) was 19,540 (38.2 cases per 100,000 population), a 4.1% decrease from 2022 (n=20,383, 39.8 cases per 100,000 population).

② What new information is presented?

In 2024, TB cases in the ROK dropped to 17,944 (35.2 cases per 100,000 population), a 8.2% decrease from 2023 (n=19,540). The proportions of TB cases among the elderly and foreigners increased slightly in 2024.

③ What are implications?

In 2025, TB control efforts must address the influx of foreigners from high-burden countries and aging demographics. The Korean government plans to implement targeted programs under the Third National Strategic Plan for TB Control.

## Introduction

Tuberculosis (TB) is an airborne infectious disease that can be prevented and treated with appropriate treatment. The World Health Organization reported approximately 10.8 million TB incidence and 1.25 million deaths worldwide in 2023 [1]. Of these, the Republic of Korea (ROK) was ranked second in TB incidence and fifth in TB mortality among the 38 member countries of the Organisation for Economic Co-operation and Development [1].

The ROK has designated TB as a level 2 legal infectious disease and systematically manages TB cases through the Korea Tuberculosis Surveillance System. The Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) publishes an “Annual Report on the Notified Tuberculosis in the Republic of Korea”

which is a nationally approved statistic, as an annual report around the end of March every year pursuant to Article 6 of the Tuberculosis Prevention Act [2,3]. Based on the “Annual Report on the Notified Tuberculosis in the Republic of Korea, 2024” [3] published at the 20th March 2025 as well as the microdata of the annual report, this study aimed to analyze the epidemiological characteristics of notified TB cases reported in 2024 and to provide the data for national TB management policies.

## Methods

This article was written based on “Annual Report on the Notified Tuberculosis in the Republic of Korea, 2024” and its microdata for 2022–2024. Particularly, the source of notification data in 2024 was 25,901 notified and reported TB, including TB and suspected TB cases, which were reported from January 1, 2024 to December 31, 2024. The number of TB cases reported in 2024 was calculated by refining, categorizing, and processing this report [3].

The TB incidence rate was calculated using the number of notified TB cases and the mid-year registered resident population in 2024 from Statistics Korea’s Population Trends Survey [4]. The new TB incidence rate was calculated using the number of new TB cases and the mid-year registered resident population in 2024 from Statistics Korea’s Population Trends Survey [4]. We identified the characteristics of TB cases by medical security using the information of national health insurance and medical aid recipients as of December 31 of the year from the National Health Insurance Service (NHIS) and utilized those covered by the NHIS in 2023 as the reference population to calculate the TB incidence rate by medical

security in 2024 [5]. For calculating the foreign TB incidence rate, we used the number of resident foreigners in the country for the corresponding year by 2023, while the number of resident foreigners as of December 2024 was used as the reference population for 2024 [6,7]. For further epidemiologic characterization of TB cases, we recorded the number of TB cases by year, category of TB cases<sup>1)</sup>, sex, age, site of disease, city/province, people aged 65 years and older, foreigners, medical security, and multi-drug resistant/rifampicin-resistant TB (MDR/RR-TB).

## Results

The number of TB cases in 2024 was 17,944 (35.2 cases per 100,000 population), decreased by 8.2% (n=1,596) since 2023 (n=19,540, 38.2 cases per 100,000 population). This represents a 64.5% decrease from 2011, with a mean annual decline of 7.6% after reaching a peak in 2011. In terms of the treatment history of TB case, new TB cases were 14,412 (28.2 cases per 100,000 population), corresponding to a decrease of 7.9% (n=1,228) since 2023 (n=15,640, 30.6 cases per 100,000 population; Table 1, Figure 1) [6], with accounting for 80.3% of TB cases. The number of previously treated cases, who are not new TB cases, was 3,532 (6.9 cases per 100,000 population), a decrease of 9.4% (n=368) compared to 2023 (n=3,900, 7.6 cases per 100,000 population).

In 2024, TB cases were composed of 62.5% (n=11,210, 44.1 cases per 100,000 population) men and 37.5% (n=6,734, 26.3 cases per 100,000 population) women (Table 1) [6]. By age group, the number of TB cases decreased in all age groups since 2023, except for those under the age of 20 years. In

particular, TB cases aged 65 years or older were 10,534 (105.8 cases per 100,000 population), which was 1.4 times more than that of TB cases under 65 years (n=7,410, 18.0 cases per 100,000 population), while their TB incidence rate was 5.9 times higher (Table 1) [6].

In 2024, the number of pulmonary TB cases was 14,095, accounting for 78.5%, which represented a decrease of 8.4% (n=1,296) since 2023 (n=15,391). Of the pulmonary TB cases, 26.4% (n=4,740) had positive smear test results, showing a decrease of 0.7%<sub>p</sub> from 27.1% (n=5,305) in 2023. The number of extrapulmonary TB cases was 3,849, accounting for 21.5%, which represented a decrease of 7.2% (n=300) since 2023 (n=4,149; Table 1) [6].

The number of TB cases by city/province decreased in 15 provinces compared with 2023, except in Ulsan city and Jeju-do. Among 17 city/province, Ulsan city (n=366, 33.3 cases per 100,000 population) increased highly compared with 2023 (n=317, 28.7 cases per 100,000 population). In 2024, the city/province with the highest TB incidence rate was Jeollanam-do (56.2 cases per 100,000 population), followed by Gyeongsangbuk-do (55.3 cases per 100,000 population) and Gangwon-do (48.0 cases per 100,000 population) (Table 1) [6].

In 2024, the number of TB cases aged 65 years or older was 10,534 (105.8 cases per 100,000 population), representing a decrease of 6.9% (n=775) from that in 2023 (n=11,309, 119.5 cases per 100,000 population). However, the proportion of TB cases aged 65 years or older has gradually increased every year, first exceeding half (51.0%) in 2021 and then continuously increasing to 55.4% in 2022, 57.9% in 2023, and 58.7% in 2024 (Figure 2) [2].

1) New patient, previously treated patient, etc. (relapse patient, treatment after failure patient, treatment after loss to follow-up patient, other previously treated patient, patient with unknown previous tuberculosis treatment history, other patient)

**Table 1.** Characteristics of tuberculosis (TB) incidence cases, 2022–2024

| Content                        | 2022   |                                             | 2023   |                                             |                      |          | 2024   |                                             |                      |          |
|--------------------------------|--------|---------------------------------------------|--------|---------------------------------------------|----------------------|----------|--------|---------------------------------------------|----------------------|----------|
|                                | Case   | [Incidence rate] (proportion) <sup>a)</sup> | Case   | [Incidence rate] (proportion) <sup>a)</sup> | Change <sup>b)</sup> |          | Case   | [Incidence rate] (proportion) <sup>a)</sup> | Change <sup>b)</sup> |          |
|                                |        |                                             |        |                                             | Difference           | % Change |        |                                             | Difference           | % Change |
| TB cases                       | 20,383 | [39.8]                                      | 19,540 | [38.2]                                      | -843                 | Δ(4.1)   | 17,944 | [35.2]                                      | -1,596               | Δ(8.2)   |
| Sex                            |        |                                             |        |                                             |                      |          |        |                                             |                      |          |
| Male                           | 12,520 | [49.0]                                      | 12,078 | [47.4]                                      | -442                 | Δ(3.5)   | 11,210 | [44.1]                                      | -868                 | Δ(7.2)   |
| Female                         | 7,863  | [30.6]                                      | 7,462  | [29.1]                                      | -401                 | Δ(5.1)   | 6,734  | [26.3]                                      | -728                 | Δ(9.8)   |
| Age (yr)                       |        |                                             |        |                                             |                      |          |        |                                             |                      |          |
| 0–4                            | 6      | [0.4]                                       | 1      | [0.1]                                       | -5                   | Δ(83.3)  | 4      | [0.3]                                       | 3                    | (300.0)  |
| 5–19                           | 149    | [2.2]                                       | 115    | [1.7]                                       | -34                  | Δ(22.8)  | 128    | [2.0]                                       | 13                   | (11.3)   |
| 20–49                          | 3,918  | [18.5]                                      | 3,414  | [16.4]                                      | -504                 | Δ(12.9)  | 2,907  | [14.2]                                      | -507                 | Δ(14.9)  |
| 50–64                          | 5,012  | [39.5]                                      | 4,701  | [36.8]                                      | -311                 | Δ(6.2)   | 4,371  | [34.1]                                      | -330                 | Δ(7.0)   |
| <65                            | 9,085  | [21.5]                                      | 8,231  | [19.7]                                      | -854                 | Δ(9.4)   | 7,410  | [18.0]                                      | -821                 | Δ(10.0)  |
| ≥65                            | 11,298 | [125.4]                                     | 11,309 | [119.5]                                     | 11                   | (0.1)    | 10,534 | [105.8]                                     | -775                 | Δ(6.9)   |
| Province                       |        |                                             |        |                                             |                      |          |        |                                             |                      |          |
| Seoul                          | 3,424  | [36.5]                                      | 3,351  | [35.9]                                      | -73                  | Δ(2.1)   | 3,012  | [32.4]                                      | -339                 | Δ(10.1)  |
| Busan                          | 1,340  | [40.4]                                      | 1,285  | [39.0]                                      | -55                  | Δ(4.1)   | 1,141  | [34.9]                                      | -144                 | Δ(11.2)  |
| Daegu                          | 928    | [39.2]                                      | 953    | [40.2]                                      | 25                   | (2.7)    | 899    | [38.1]                                      | -54                  | Δ(5.7)   |
| Incheon                        | 1,037  | [35.3]                                      | 1,017  | [34.3]                                      | -20                  | Δ(1.9)   | 950    | [31.7]                                      | -67                  | Δ(6.6)   |
| Gwangju                        | 438    | [30.6]                                      | 453    | [31.9]                                      | 15                   | (3.4)    | 404    | [28.7]                                      | -49                  | Δ(10.8)  |
| Daejeon                        | 450    | [31.2]                                      | 407    | [28.3]                                      | -43                  | Δ(9.6)   | 369    | [25.7]                                      | -38                  | Δ(9.3)   |
| Ulsan                          | 365    | [32.8]                                      | 317    | [28.7]                                      | -48                  | Δ(13.2)  | 366    | [33.3]                                      | 49                   | (15.5)   |
| Sejong                         | 75     | [19.9]                                      | 82     | [21.3]                                      | 7                    | (9.3)    | 58     | [15.0]                                      | -24                  | Δ(29.3)  |
| Gyeonggi-do                    | 4,570  | [33.8]                                      | 4,339  | [32.0]                                      | -231                 | Δ(5.1)   | 4,073  | [30.0]                                      | -266                 | Δ(6.1)   |
| Gangwon-do                     | 899    | [58.7]                                      | 788    | [51.6]                                      | -111                 | Δ(12.3)  | 728    | [48.0]                                      | -60                  | Δ(7.6)   |
| Chungcheongbuk-do              | 633    | [39.8]                                      | 651    | [41.0]                                      | 18                   | (2.8)    | 605    | [38.1]                                      | -46                  | Δ(7.1)   |
| Chungcheongnam-do              | 1,044  | [49.4]                                      | 1,017  | [48.0]                                      | -27                  | Δ(2.6)   | 873    | [41.1]                                      | -144                 | Δ(14.2)  |
| Jeonbuk-do                     | 812    | [45.8]                                      | 788    | [44.8]                                      | -24                  | Δ(3.0)   | 731    | [42.0]                                      | -57                  | Δ(7.2)   |
| Jeollanam-do                   | 1,183  | [65.0]                                      | 1,047  | [57.9]                                      | -136                 | Δ(11.5)  | 1,007  | [56.2]                                      | -40                  | Δ(3.8)   |
| Gyeongsangbuk-do               | 1,610  | [61.8]                                      | 1,554  | [60.7]                                      | -56                  | Δ(3.5)   | 1,403  | [55.3]                                      | -151                 | Δ(9.7)   |
| Gyeongsangnam-do               | 1,322  | [40.2]                                      | 1,254  | [38.5]                                      | -68                  | Δ(5.1)   | 1,087  | [33.7]                                      | -167                 | Δ(13.3)  |
| Jeju-do                        | 253    | [37.6]                                      | 237    | [35.2]                                      | -16                  | Δ(6.3)   | 238    | [35.6]                                      | 1                    | (0.4)    |
| Pathological location          |        |                                             |        |                                             |                      |          |        |                                             |                      |          |
| Pulmonary TB                   | 15,746 | (77.3)                                      | 15,391 | (78.8)                                      | -355                 | Δ(2.3)   | 14,095 | (78.5)                                      | -1,296               | Δ(8.4)   |
| (Smear positive) <sup>c)</sup> | 5,722  | (28.1)                                      | 5,305  | (27.1)                                      | -417                 | Δ(7.3)   | 4,740  | (26.4)                                      | -565                 | Δ(10.7)  |
| Extra-pulmonary TB             | 4,637  | (22.7)                                      | 4,149  | (21.2)                                      | -488                 | Δ(10.5)  | 3,849  | (21.5)                                      | -300                 | Δ(7.2)   |
| Foreign TB cases <sup>d)</sup> | 1,072  | [47.7]                                      | 1,107  | [44.1]                                      | 35                   | (3.3)    | 1,077  | [40.6]                                      | -30                  | Δ(2.7)   |
| Age (yr)                       |        |                                             |        |                                             |                      |          |        |                                             |                      |          |
| 0–19                           | 12     | [6.7]                                       | 13     | [6.2]                                       | 1                    | (8.3)    | 19     | [8.0]                                       | 6                    | (46.2)   |
| 20–29                          | 204    | [39.8]                                      | 245    | [41.5]                                      | 41                   | (20.1)   | 228    | [35.9]                                      | -17                  | Δ(6.9)   |
| 30–39                          | 270    | [44.9]                                      | 258    | [39.0]                                      | -12                  | Δ(4.4)   | 249    | [36.4]                                      | -9                   | Δ(3.5)   |
| 40–49                          | 147    | [40.1]                                      | 167    | [41.8]                                      | 20                   | (13.6)   | 119    | [28.3]                                      | -48                  | Δ(28.7)  |
| 50–59                          | 194    | [60.3]                                      | 160    | [47.8]                                      | -34                  | Δ(17.5)  | 192    | [57.4]                                      | 32                   | (20.0)   |
| ≥60                            | 245    | [92.3]                                      | 264    | [85.0]                                      | 19                   | (7.8)    | 270    | [79.2]                                      | 6                    | (2.3)    |

Unit: case, [cases per 100,000 population], (%). Δ=decrease. <sup>a)</sup>Proportion (%) of pulmonary TB cases, smear positive cases in pulmonary TB, extra-pulmonary TB cases among total TB cases. <sup>b)</sup>Change compared with previous year. <sup>c)</sup>Smear positive cases in pulmonary TB. <sup>d)</sup>The foreign TB incidence rate was calculated based on the resident foreign population as the denominator, with the 2024 incidence rate specifically calculated using the age-specific resident foreign population as of December 2024. The proportion refers to the proportion of foreign TB cases among total TB cases. Data from the Korea Immigration Service, Ministry of Justice [6].

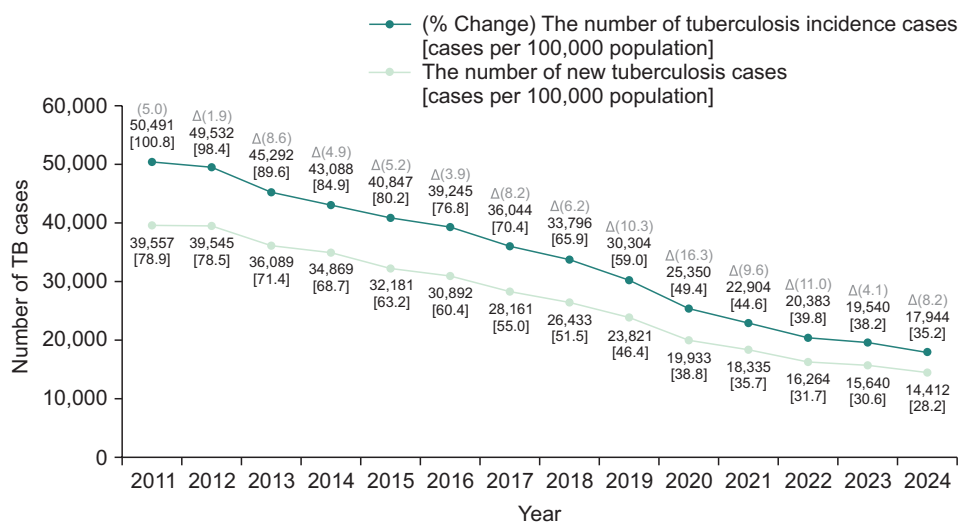


Figure 1. (New) Tuberculosis (TB) cases and TB incidence rates, 2011–2024

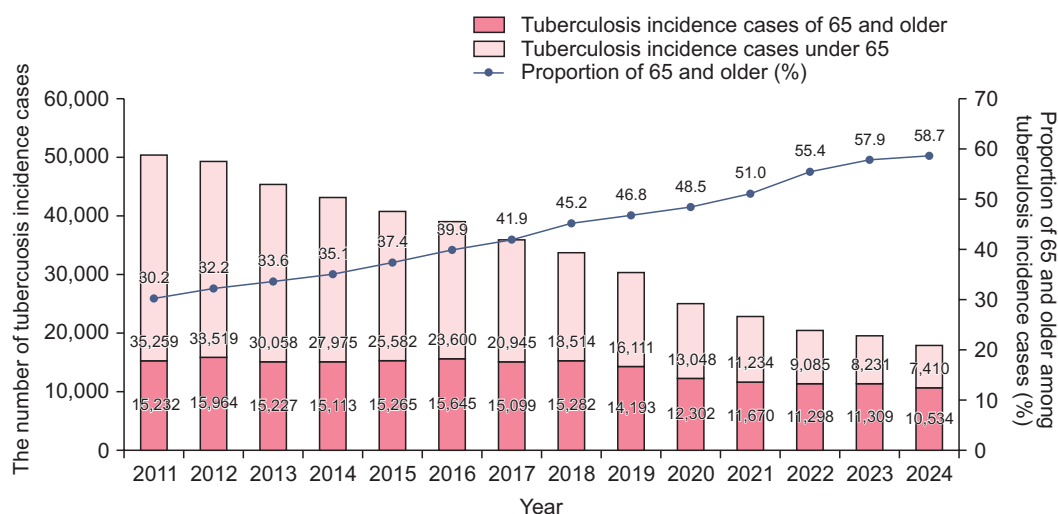


Figure 2. Number of tuberculosis (TB) cases aged 65 years and older/under 65 years and proportion of TB cases aged 65 years and older, 2011–2024

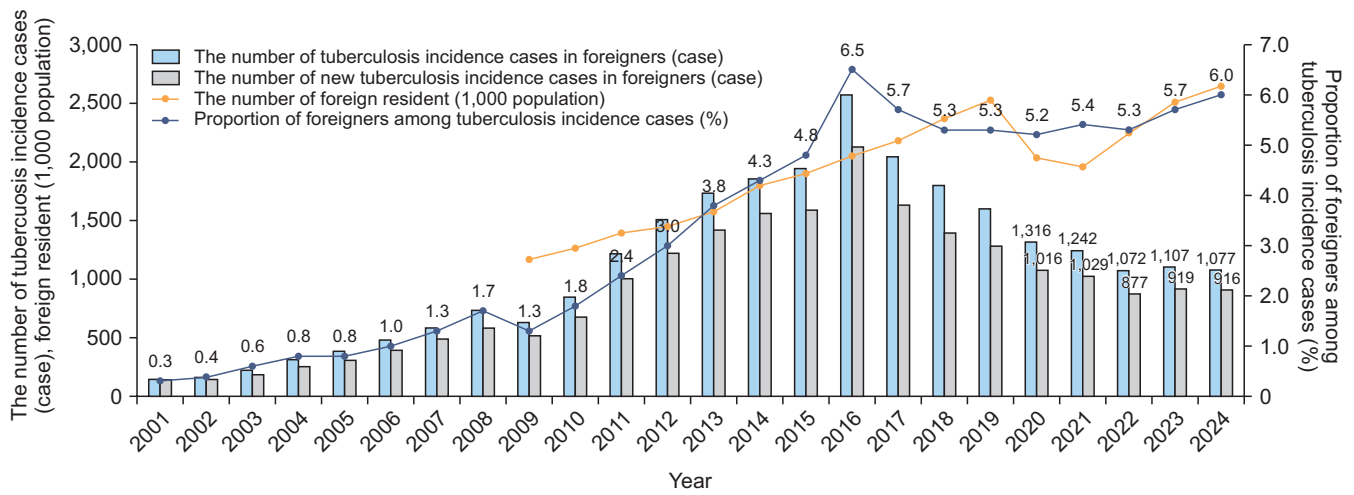
Adapted from the article of Lee et al. (Public Health Wkly Rep 2024;17:1591-608) [2].

The number of foreign TB cases in 2024 was 1,077, indicating a decrease of 2.7% (n=30) since 2023 (n=1,107). Foreigners accounted for 6.0% among TB cases, showing an increase of 0.3%p since 2023 (5.7%; Figure 3) [2].

In 2023, only 2.9% (1,517,000 population) received medical aid covered by health insurance [5], and in 2024, 11.3% (n=2,009) of TB cases received medical aid. TB incidence rate among medical aid recipients in 2024 (132.4 cases per 100,000 population) was 4.3 times higher than that for people

with health insurance (30.5 cases per 100,000 population; Table 2) [3,5].

MDR/RR-TB cases to be difficult to be treated due to anti-TB drug resistance was 461 in 2024 (2.6% of the 17,944 TB cases); this proportion decreased by 0.2%p since 2023 (2.8%). In terms of the proportion of MDR/RR-TB by treatment history among TB cases, previously treated TB cases (5.7%) accounted for 3.2 times higher proportion than new TB cases with TB (1.8%). In 2024, there were 261 new TB cases in



**Figure 3.** Number of foreign tuberculosis (TB) cases and proportion of foreign TB cases among total TB cases, 2001–2024  
Adapted from the article of Lee et al. (Public Health Wkly Rep 2024;17:1591–608) [2].

**Table 2.** Beneficiaries of health security (national health insurance or medical aid) in 2023, and tuberculosis (TB) cases and TB incidence rate by types of medical security in 2024

| Content                                             | Health security |                           |               |               |              | Unknown <sup>a)</sup> |
|-----------------------------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------------------|
|                                                     | Total           | National health insurance |               |               | Medical aid  |                       |
|                                                     |                 | Subtotal                  | I. W.         | S. E.         | Subtotal     |                       |
| Beneficiaries (×1,000) (proportion)                 | 52,970 (100.0)  | 51,453 (97.1)             | 36,365 (68.7) | 15,089 (28.5) | 1,517 (2.9)  |                       |
| TB (proportion)                                     | 17,716 (100.0)  | 15,707 (88.7)             | 8,959 (50.6)  | 6,748 (38.1)  | 2,009 (11.3) | 228                   |
| TB incidence rate<br>(cases per 100,000 population) | 33.4            | 30.5                      | 24.6          | 44.7          | 132.4        |                       |

Unit: cases, (%). I. W.=industrial workers; S. E.=self-employees. <sup>a)</sup>People with no history of national health insurance by December 31, 2024; Data from the Korea Disease Control and Prevention Agency [3]. Data from the Health Insurance Review & Assessment Service, National Health Insurance Service [5].

MDR/RR-TB, which was 8.1% (n=23) lower than in 2023 (n=284), and 200 cases with MDR/RR-TB among previously treated TB cases, which was 25.1% (n=67) lower than in 2023 (n=267; Table 3).

## Conclusion

Although the number of TB cases increased globally from 2020 to 2023 due to the impact of the coronavirus disease 2019 pandemic, the number of TB cases in the ROK has been steadily decreasing [1-3]. In 2024, the number of TB cases in

the ROK was 17,944 (35.2 cases per 100,000 population), representing an 8.2% decrease from 2023 (n=19,540, 38.2 cases per 100,000 population). That is a 64.5% decrease over 13 years, with a 7.6% annual decrease on average since 2011, when the number recorded its highest level. Among all age groups, those under 20 years of age alone showed an increase of 16 cases since 2023, while no clear reason was found. As for the number of TB cases by city/province in 2024, only Ulsan city and Jeju-do showed an increase since 2023. Notably, the number of TB cases in Ulsan city increased by 15.5% in 2024 since 2023. In Ulsan city, we found an association between the

**Table 3.** Number of multidrug/rifampicin-resistant tuberculosis (TB) cases by TB treatment history and type of drug-resistant TB, 2022–2024

| Content                                      | Total | MDR/RR-TB |            | Types of drug-resistant TB                  |                                                 |                                      |                                       |         |
|----------------------------------------------|-------|-----------|------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------|
|                                              |       | Case      | Proportion | Extensively drug-resistant TB <sup>a)</sup> | Pre-extensively drug-resistant TB <sup>b)</sup> | Multidrug-resistant TB <sup>c)</sup> | Rifampicin-resistant TB <sup>d)</sup> |         |
| Total                                        | 2022  | 20,383    | 560        | (2.7)                                       | 3                                               | 66                                   | 314                                   | 177     |
|                                              | 2023  | 19,540    | 551        | (2.8)                                       | 1                                               | 71                                   | 296                                   | 183     |
|                                              | 2024  | 17,944    | 461        | (2.6)                                       | 2                                               | 66                                   | 245                                   | 148     |
| % Change                                     |       | △(8.2)    | △(16.3)    |                                             | (100.0)                                         | △(7.0)                               | △(17.2)                               | △(19.1) |
| New cases                                    | 2022  | 16,264    | 308        | (1.9)                                       | 0                                               | 29                                   | 172                                   | 107     |
|                                              | 2023  | 15,640    | 284        | (1.8)                                       | 0                                               | 28                                   | 146                                   | 110     |
|                                              | 2024  | 14,412    | 261        | (1.8)                                       | 0                                               | 32                                   | 139                                   | 90      |
| % Change                                     |       | △(7.9)    | △(8.1)     |                                             | -                                               | (14.3)                               | △(4.8)                                | △(18.2) |
| Previously treated cases, etc. <sup>e)</sup> | 2022  | 4,119     | 252        | (6.1)                                       | 3                                               | 37                                   | 142                                   | 70      |
|                                              | 2023  | 3,900     | 267        | (6.8)                                       | 1                                               | 43                                   | 150                                   | 73      |
|                                              | 2024  | 3,532     | 200        | (5.7)                                       | 2                                               | 34                                   | 106                                   | 58      |
| % Change                                     |       | △(9.4)    | △(25.1)    |                                             | (100.0)                                         | △(20.9)                              | △(29.3)                               | △(20.5) |

Unit: case, (%). MDR/RR=multidrug/rifampicin-resistant; XDR=extensively drug-resistant; △=decrease. <sup>a)</sup>TB caused by *Mycobacterium tuberculosis* strains that fulfill the definition of MDR/RR TB and that are also resistant to any fluoroquinolone (levofloxacin, moxifloxacin, ofloxacin, gatifloxacin) and at least one additional group A drug (bedaquiline, linezolid) (XDR-TB). <sup>b)</sup>TB caused by *Mycobacterium tuberculosis* strains that fulfill the definition of MDR/RR TB and that are also resistant to any fluoroquinolone (pre-XDR-TB). <sup>c)</sup>TB caused by *Mycobacterium tuberculosis* strains that are resistant to at least both rifampicin and isoniazid (MDR-TB). <sup>d)</sup>TB caused by *Mycobacterium tuberculosis* strains resistant to rifampicin. These strains may be susceptible or resistant to isoniazid. <sup>e)</sup>Relapse patients, treatment after failure patients, treatment after loss to follow-up patients, other previously treated patients, patients with unknown previous TB treatment history, other patients.

number of TB cases in Koreans aged 65 years and older and the increase in the proportion of TB cases in that age group, while no other epidemiological characteristics were found.

In addition, the TB incidence rate among the recipients of medical aid in 2024 was at least four times higher than that of those with health insurance. This reflects a cross-section of health inequality depending on the socio-economic status, indicating the need for further research into socio-economic factors that induce the increase in TB incidence rate. We examined the proportion of MDR/RR-TB cases by treatment history and found that it was 3.2 times higher in re-treatment cases (5.7%) than in new TB cases (1.8%). For previously treated TB cases, it is necessary for the medical staff treating TB to

enhance promotion and education regarding the need to actively conduct tests, such as the Xpert MTB/RIF test. This is to promptly check for anti-TB drug resistance at the diagnosis stage.

The ROK has entered a super-aged society in 2025, the number of foreign residents is expected to increase due to the expansion of support for foreign immigrants and their settlement and relaxed regulations on the employment of foreign workers. Thus, the elderly aged 65 years and older and foreigners is expected to be a major challenge in TB decrease. To actively respond to these policy environments, the KDCA plans to strengthen TB surveillance and management for high-risk groups and vulnerable populations for TB. The statistics

used in this article were calculated based on TB cases reported by public health centers and medical institutions in the relevant year, which may have included some unreported cases, thereby resulting in slight differences from the actual situation. Additionally, there are limitations in using these research results to provide in-depth interpretations of the factors behind the reduction in TB incidence rate and the increase in the proportion of TB cases among specific population groups, such as the elderly and foreigners, thus requiring more rigorous follow-up studies. For the elderly aged 65 years and older, accounting for more than half of all TB cases, the government plans to strengthen TB surveillance by dividing the elderly into those aged 65–79 years and those aged 80 years and over (the super-elderly). The government also plans to expand the evaluation scope of latent TB infection screening rates for TB patients' contacts, which is an indicator of joint evaluation by local governments, from 65 years of age or younger to all ages, thereby encouraging screening and treatment of contacts of the elderly aged 65 years or older for latent TB infection. The government will continue to promote and implement the existing "On-site TB Screening Project" and the free TB screening project in public health centers for people aged 65 years or older. As in 2024, the proportion of foreigners among TB cases is expected to increase as the number of resident foreigners grows. To respond to this, TB screening for foreigners before and during their stay will be strengthened to detect TB cases among them at an early stage. Furthermore, the government plans to actively promote the "Personalized TB Management Project," which has been implemented since June 2024 to support personalized medication care throughout the entire treatment period for all TB cases; expand and support the TB Safety Belt Project to prevent interruptions and delays in TB treatment

for recipients of medical benefits, the elderly aged 65 years and older, and illegal foreign residents; and extend the "Integrated Treatment and Care Support Project in National Tuberculosis Hospitals" for TB cases in nursing homes and long-term care hospitals. The KDCA will fully implement the 2025 Action Plan [8] to achieve the goal of the Third National Strategic Plan for TB Control in the Republic of Korea (2023–2027), aimed at "reducing the TB incidence rate to 20 or fewer cases per 100,000 people by 2027."

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** We thank to divisions of Infectious Disease Response in Regional Center for Disease Control and Prevention, departments of TB management in local government by province and district, department related to TB in Health and Environment and Centers for Infectious Diseases Control and Prevention by province, Masan National Tuberculosis hospital, Mokpo National Tuberculosis hospital for planning and managing projects for the TB screening, epidemiological investigation, TB patient management, diagnosis test etc. according to the third national strategic plan for TB control. Also, we are grateful to the relevant organizations in Korean National Tuberculosis Association, PPM (Public-Private Mix) Tuberculosis Management Project, Multidrug-TB Consortium, Tuberculosis Safety Belt institutions, International Tuberculosis Research Center etc. cooperated in relation to TB management and research development project.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board



member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: HWL, JSK.

Data curation: HWL, JSK. Formal analysis: HWL, JSK.

Investigation: HWL, JSK. Methodology: YJP, JEK, JSK,

HWL, JHS, SKP, AHJ, JHL, YJK, GHK, GRP, JYK, BYC,

SHY, SYS, CES, JYH, HJH, JTK, MRJ, JAS, SJC, HRJ,

HGK, SMH, YSP, AYP, HJA, EYL, YHK, SJP, JWK, JIY,

JYK, YMK, JSL, MJL, SWP. Project administration: JEK,

YJP. Supervision: JEK, YJP. Visualization: HWL, JSK.

Writing – original draft: HWL, JSK. Writing – review &

editing: YJP, JEK, JSK, HWL, JHS, SKP, AHJ, JHL, YJK,

GHK, GRP, JYK, BYC, SHY, SYS, CES, JYH, HJH, JTK,

MRJ, JAS, SJC, HRJ, HGK, SMH, YSP, AYP, HJA, EYL,

YHK, SJP, JWK, JIY, JYK, YMK, JSL, MJL, SWP.

## References

1. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2024. WHO; 2024.
2. Lee H, Kim J, Kim J, et al. Characteristics of notified tuberculosis cases in the Republic of Korea, 2023. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1591-608.
3. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Annual report on the notified tuberculosis in the Republic of Korea, 2024. KDCA; 2025.
4. Statistics Korea. Population census [Internet]. Statistics Korea; 2025 [cited 2025 Jan 21]. Available from: [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1B040M5&conn\\_path=12](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1B040M5&conn_path=12)
5. Health Insurance Review & Assessment Service (HIRA), National Health Insurance Service (NHIS). 2023 national health insurance statistical yearbook. Wonju: HIRA, NHIS; 2024 Nov. Report No.: 11-B50928-000001-10.
6. Korea Immigration Service, Ministry of Justice. Yearbook of Korea immigration statistics 2023. Gwacheon: Korea Immigration Service, Ministry of Justice; 2024 Jun. Report No.: 11-1270000-000465-10.
7. Korea Immigration Service, Ministry of Justice. Monthly bulletin of Korea immigration statistics in December 2024. Korea Immigration Service, Ministry of Justice; 2025.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Let's once again move forward the fight against TB in the next five years [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2025 Jan 21]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list\\_no=722140&cg\\_code=&act=view&nPage=2](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list_no=722140&cg_code=&act=view&nPage=2)

## 집단시설 결핵 역학조사 결과 5년 추이, 2019–2023년

김지원 , 김지은 , 심지애 , 최성주 , 박영준\* 

질병관리청 감염병정책국 결핵정책과

### 초 록

**목적:** 국내 결핵 환자 발생률은 경제협력개발기구(Organisation for Economic Co-operation and Development) 국가 중 두 번째로 높으며, 특히 집단시설에서 결핵 발생 시 추가 전파 위험이 크다. 본 연구는 2019년부터 2023년까지의 집단시설 역학조사 자료를 바탕으로 집단시설별 결핵 발생 및 접촉자 특성을 분석하여 추이 변화에 따른 집단시설 결핵 역학조사 관리 방향을 설정하는 데 활용하고자 한다.

**방법:** 2019–2023년 결핵통합관리시스템(Korea Tuberculosis Network System)에 보고된 집단시설 내 결핵 발생 및 역학조사 데이터를 분석하였다. 분석 대상은 학교, 사회복지시설 등 주요 집단시설로, 연도별 발생 건수, 접촉자 특성, 추가 환자 및 잠복결핵감염 현황을 평가하였다.

**결과:** 집단시설 내 결핵 발생 건수는 2019년 8,045건에서 2023년 6,205건으로 연평균 6.3% 감소하였다. 학교에서의 조사 건수는 2019년 514건에서 2023년 215건으로 58.2% 감소했지만, 사회복지시설은 2019년 925건에서 2023년 1,038건으로 집단시설 중 유일하게 증가하였다. 이는 고령화로 인해 사회복지시설 내 고령 접촉자 비중이 높아진 결과로 분석된다.

**결론:** 고령 접촉자는 면역 저하, 기저 질환 등으로 결핵균 감염 시 발병 위험이 높아, 고령 입소자 비중이 높은 집단시설과 고령 접촉자 관리의 중요성이 증가하고 있다. 질병관리청은 2023년부터 65세 이상 접촉자의 잠복결핵감염 검진을 강화하고, 치료 시 위험과 이득을 고려한 관리를 권고하며 고령층 관리 강화를 추진하고 있다.

**주요 검색어:** 결핵; 잠복결핵감염; 집단시설; 접촉자 조사

### 서 론

결핵(tuberculosis)은 전염성 결핵 환자의 기침, 재채기 등을 통해 배출된 결핵균(*Mycobacterium tuberculosis*) 이 공기로 전파되는 호흡기 감염병이며, 단일 감염병으로 인한 사망자가 코로나바이러스감염증-19(코로나19)를 제치

고 세계에서 가장 많은 것으로 세계보건기구(World Health Organization)는 전망하였다[1]. 2023년 신고된 국내 결핵 환자는 19,540명(인구 10만 명당 38.2명)으로, 이는 경제협력개발기구(Organisation for Economic Co-operation and Development) 회원국 중 결핵 발생률 2위로 상위권이다[1].

우리나라는 결핵 발생을 줄이기 위해, 결핵 환자 발생 시

Received January 15, 2025 Revised January 27, 2025 Accepted February 3, 2025

\*Corresponding author: 박영준, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



### 핵심요약

#### ① 이전에 알려진 내용은?

2023년 국내 결핵 환자는 19,540명으로 경제협력개발기구 (Organisation for Economic Co-operation and Development) 국가 중 두 번째로 높은 발생률을 기록했다. 특히 집단시설에서 추가 전파 위험이 높아, 결핵 발생을 줄이기 위해 신속한 접촉자 조사와 검진, 치료 및 관리 정책을 시행하고 있다.

#### ② 새로이 알게 된 내용은?

최근 5년간 학교 결핵 역학조사 건은 514건에서 215건으로 58.2% 감소했으나, 사회복지시설은 925건에서 1,038건으로 12.2% 증가했다. 접촉자 구성 역시 학교에서 사회복지시설 중심으로 변화했다.

#### ③ 시사점은?

최근 65세 이상 결핵 환자의 비율 및 사회복지시설 거주 노인 인구가 증가하였다. 대한민국이 초고령사회로 진입함에 따라 결핵 퇴치를 위해, 결핵 발병의 고위험군인 고령층 접촉자 관리가 더욱 중요해지고 있다.

신속한 조사를 통해 접촉자를 선정, 검진 및 치료하여 결핵 전파를 막고 발생을 예방하는 정책을 시행하고 있다.

결핵 역학조사는 현장 조사를 통해 결핵 환자의 전염력과 전염성 추정 기간, 접촉한 시간과 공간의 특성 및 접촉자의 특성을 고려하여 결핵 감염의 위험이 높거나 결핵 감염 시 발병의 위험이 높은 접촉자를 선정하여 검사, 치료 및 추적 관리하는 일련의 과정이다[2]. 조사 대상자인 접촉자에게는 결핵 및 잠복결핵감염 검사(투베르쿨린 피부반응 검사[tuberculin skin test] 또는 인터페론감마 분비 검사[interferon-gamma releasing assay])를 시행하고, 잠복결핵감염으로 확인되면 결핵 발병을 예방하기 위하여 치료를 시행한다. 특히 집단시설에서 결핵 환자 발생 시 접촉자 수가 많아 추가 전파 위험이 높기에, 신속한 역학조사 및 후속 조치가 중요하다.

본 보고서는 코로나19 유행 기간이 포함된 최근 5년간 시행한 집단시설 결핵 역학조사 추이, 특히 집단시설별 결핵 환자 접촉자의 특성이 어떻게 변화했는지 살펴보고, 이에 따른 집단시설 결핵 역학조사 관리 방향을 설정하는 데 활용하고자 한다.

## 방 법

2019년 1월 1일부터 2023년 12월 31일까지 결핵통합관리시스템(Korea Tuberculosis Network System, KTB net)에 보고된 집단시설 역학조사 자료를 분석에 사용하였다. 집단시설 발생은 신고된 결핵 환자 중 집단시설 소속이 확인된 사례로 이 중 역학조사 실시 기준<sup>1)</sup>에 해당되는 경우 조사를 시행한다. 집단시설은 국가결핵관리지침에 따라 학교, 사회복지시설, 의료기관, 군부대/경찰, 교정시설, 사업장, 그 밖의 시설로 구분된다. 현장 조사를 통해 선정된 접촉자는 밀접접촉자와 일상접촉자로 구분하고 모든 접촉자를 대상으로 결핵 검사를 시행하여 활동성 결핵이 확인되면 추가 환자로 등록된다. 또한 밀접접촉자는 추가로 잠복결핵감염 검사를 시행하고 잠복결핵감염 검사 결과 양성으로 확인되면 잠복결핵감염 치료를 권고, 시행하게 된다.

본 연구의 자료 분석은 Microsoft Excel 2018 프로그램(Microsoft)을 이용하여 집단시설별 조사 건수, 접촉자의 인구학적 특성, 추가 환자 발생 및 잠복결핵감염자 현황을 분석하고 결과를 평균±표준편차(standard deviation)로 나타냈다.

## 결 과

### 1. 2019-2023년 집단시설 결핵 역학조사 결과 총괄 현황

2019-2023년 신고된 결핵 환자는 총 118,481명으로 그 중 집단시설 소속으로 확인된 사례는 34,897건으로 전체 환자 중 29.5%가 보고되었다. 발생 보고된 사례 중 역학조사 실

1) (1) 지표 환자의 객담을 포함한 호흡기 검체 검사 결과 양성으로 확인된 경우, (2) 지표 환자의 객담을 포함한 호흡기 검체 검사 결과 음성이나, 흉부X선 상 공동이 확인된 경우, (3) 폐외결핵을 포함한 만 5세 미만 결핵 환자가 발견된 경우, (4) 집단 내 전염력 유무와 관계없이 6개월 이내에 활동성 결핵 환자가 2명 이상 발생한 경우

**표 1. 최근 5년간 집단시설 결핵 접촉자 조사 결과, 2019-2023년**

| 구분      | 연도   | 발생    | 조사           | 전체 접촉자        | 추가 환자       | 잠복결핵감염 검사자  | 잠복결핵감염자       |
|---------|------|-------|--------------|---------------|-------------|-------------|---------------|
| 전체      | 2019 | 8,045 | 4,526 (56.3) | 130,843       | 154 [117.7] | 67,259      | 12,873 (19.1) |
|         | 2020 | 7,234 | 4,188 (57.9) | 109,723       | 102 [93.0]  | 53,033      | 11,494 (21.7) |
|         | 2021 | 7,161 | 3,999 (55.8) | 90,073        | 85 [94.4]   | 42,799      | 11,009 (25.7) |
|         | 2022 | 6,252 | 3,416 (54.6) | 72,824        | 89 [122.2]  | 38,123      | 7,640 (20.0)  |
|         | 2023 | 6,205 | 3,620 (58.3) | 86,302        | 101 [117.0] | 38,146      | 10,025 (26.3) |
|         | 계    |       | 34,897       | 19,749 (56.6) | 489,765     | 531 [108.4] | 239,360       |
| 학교      | 2019 | 935   | 514 (55.0)   | 36,176        | 23 [63.6]   | 22,658      | 1,646 (7.3)   |
|         | 2020 | 683   | 325 (47.6)   | 18,805        | 12 [63.8]   | 10,545      | 819 (7.8)     |
|         | 2021 | 559   | 266 (47.6)   | 13,799        | 0 [0.0]     | 8,025       | 909 (11.3)    |
|         | 2022 | 493   | 249 (50.5)   | 12,347        | 1 [8.1]     | 9,368       | 626 (6.7)     |
|         | 2023 | 409   | 215 (52.6)   | 11,820        | 1 [8.5]     | 6,150       | 496 (8.1)     |
|         | 소계   |       | 3,079        | 1,569 (51.0)  | 92,947      | 37 [39.8]   | 56,746        |
| 의료 기관   | 2019 | 1,160 | 780 (67.2)   | 26,084        | 35 [134.2]  | 10,526      | 2,805 (26.6)  |
|         | 2020 | 1,018 | 651 (63.9)   | 22,502        | 24 [106.7]  | 9,495       | 2,448 (25.8)  |
|         | 2021 | 1,042 | 650 (62.4)   | 20,068        | 17 [84.7]   | 8,498       | 2,331 (27.4)  |
|         | 2022 | 923   | 572 (62.0)   | 14,925        | 22 [147.4]  | 6,701       | 1,507 (22.5)  |
|         | 2023 | 913   | 586 (64.2)   | 16,339        | 18 [110.2]  | 6,156       | 1,631 (26.5)  |
|         | 소계   |       | 5,056        | 3,239 (64.1)  | 99,918      | 116 [116.1] | 41,376        |
| 군부대/경찰  | 2019 | 130   | 66 (50.8)    | 2,538         | 2 [78.8]    | 1,573       | 209 (13.3)    |
|         | 2020 | 123   | 68 (55.3)    | 2,029         | 1 [49.3]    | 1,307       | 122 (9.3)     |
|         | 2021 | 82    | 39 (47.6)    | 740           | 0 [0.0]     | 449         | 55 (12.2)     |
|         | 2022 | 54    | 24 (44.4)    | 508           | 1 [196.9]   | 292         | 28 (9.6)      |
|         | 2023 | 49    | 31 (63.3)    | 1,404         | 0 [0.0]     | 480         | 47 (9.8)      |
|         | 소계   |       | 438          | 228 (52.1)    | 7,219       | 4 [55.4]    | 4,101         |
| 교정 시설   | 2019 | 84    | 51 (60.7)    | 930           | 0 [0.0]     | 420         | 176 (41.9)    |
|         | 2020 | 64    | 29 (45.3)    | 714           | 0 [0.0]     | 372         | 111 (29.8)    |
|         | 2021 | 62    | 26 (41.9)    | 359           | 1 [278.6]   | 308         | 113 (36.7)    |
|         | 2022 | 54    | 20 (37.0)    | 329           | 0 [0.0]     | 299         | 111 (37.1)    |
|         | 2023 | 70    | 25 (35.7)    | 899           | 2 [222.5]   | 479         | 209 (43.6)    |
|         | 소계   |       | 334          | 151 (45.2)    | 3,231       | 3 [92.9]    | 1,878         |
| 사회복지시설  | 2019 | 1,254 | 925 (73.8)   | 29,769        | 51 [171.3]  | 8,752       | 2,527 (28.9)  |
|         | 2020 | 1,104 | 821 (74.4)   | 28,004        | 33 [117.8]  | 9,024       | 2,708 (30.0)  |
|         | 2021 | 1,173 | 859 (73.2)   | 27,366        | 40 [146.2]  | 8,529       | 2,970 (34.8)  |
|         | 2022 | 1,194 | 845 (70.8)   | 25,378        | 46 [181.3]  | 8,170       | 2,388 (29.2)  |
|         | 2023 | 1,442 | 1,038 (72.0) | 35,764        | 62 [173.4]  | 12,938      | 4,468 (34.5)  |
|         | 소계   |       | 6,167        | 4,488 (72.8)  | 146,281     | 232 [158.6] | 47,413        |
| 사업장     | 2019 | 4,173 | 1,971 (47.2) | 30,329        | 40 [131.9]  | 19,503      | 5,059 (25.9)  |
|         | 2020 | 3,943 | 2,090 (53.0) | 33,176        | 31 [93.4]   | 19,422      | 4,862 (25.0)  |
|         | 2021 | 3,990 | 1,998 (50.1) | 24,651        | 26 [105.5]  | 14,759      | 4,334 (29.4)  |
|         | 2022 | 3,339 | 1,589 (47.6) | 17,037        | 19 [111.5]  | 11,670      | 2,825 (24.2)  |
|         | 2023 | 3,111 | 1,607 (51.7) | 17,486        | 17 [97.2]   | 10,370      | 2,859 (27.6)  |
|         | 소계   |       | 18,556       | 9,255 (49.9)  | 122,679     | 133 [108.4] | 75,724        |
| 그 밖의 시설 | 2019 | 309   | 219 (70.9)   | 5,017         | 3 [59.8]    | 3,827       | 451 (11.8)    |
|         | 2020 | 299   | 204 (68.2)   | 4,493         | 1 [22.3]    | 2,868       | 424 (14.8)    |
|         | 2021 | 253   | 161 (63.6)   | 3,090         | 1 [32.4]    | 2,231       | 297 (13.3)    |
|         | 2022 | 195   | 117 (60.0)   | 2,300         | 0 [0.0]     | 1,623       | 155 (9.6)     |
|         | 2023 | 211   | 118 (55.9)   | 2,590         | 1 [38.6]    | 1,573       | 315 (20.0)    |
|         | 소계   |       | 1,267        | 819 (64.6)    | 17,490      | 6 [34.3]    | 12,122        |

단위: 건 또는 명, (%), [명/접촉자 10<sup>5</sup>].

시 기준에 따라 조사가 시행된 사례는 총 19,749건으로 발생 대비 56.6%가 수행되었다. 집단시설 접촉자는 총 489,765명으로 연평균 97,953명(±20,246.4명)이 등록되었고, 역학조사 1건당 평균 접촉자는 24.6명(±2.7명)이었다. 추가 환자는 총 531명으로 접촉자 10만 명당 평균 108.4명(±12.5명)이 발견되었다. 잠복결핵감염 검사자 수는 총 239,360명으로 그 중 53,041명이 잠복결핵감염으로 진단받아 감염률은 22.2%로 확인되었다(표 1).

## 2. 2019-2023년 집단시설 내 결핵 환자 발생 및 역학조사 추이

집단시설 내 결핵 환자 발생 보고는 국내 결핵 환자 감소와 더불어 2019년 8,045건에서 연평균 6.3%씩 감소하여 2023년에는 6,205건이 보고되었다. 2019-2023년간 결핵 환자가 발생한 총 34,897건의 시설 중 사업장이 18,556건(53.2%)으로 가장 많았고, 사회복지시설 6,167건(17.7%), 의료기관 5,056건(14.5%) 순이었다. 그중 역학조사 실시 기준에 따라 총 19,749건의 조사를 시행하였고 2019년 4,526건으로 점차 감소 추세였으나, 2023년에는 전년 대비 6.0% 증가한 3,620건의 조사를 시행하였다. 모든 시설의 발생 및 조사 건수는 전체적으로 감소 추세였으나 사회복지시설은 2019년에 비해 2023년에는 증가하였으며, 특히 전체 집단시설 역학조사 중 사회복지시설이 차지하는 비중이 점차 늘었다(그림 1).

1).

집단시설 접촉자 수는 2019년 130,843명에서 코로나19 유행 기간(2020-2022년)에 연평균 17.7%씩 감소하여 2022년에 72,824명까지 줄어들었으나, 2023년에는 전년 대비 18.5% 증가하여 86,302명이었다. 결핵 검사를 통해 발견한 추가 결핵 환자 수는 2019년 154명(접촉자 10만 명당 117.7명)에서 2021년에는 85명(접촉자 10만 명당 94.4명)으로 줄었으나 2022-2023년에는 다시 증가하였다. 접촉자의 잠복결핵감염률 또한 2019년 19.1%에서 2023년 26.3%로 증가하였다.

## 3. 2019-2023년 집단시설별 접촉자 조사 추이

2019-2023년 사이 집단시설 결핵 역학조사를 시행했던 시설의 가장 큰 변화는 학교와 사회복지시설로 전체 역학조사 중 학교가 차지하는 비율은 2019년 11.4%에서 2023년 5.9%로 감소하고, 사회복지시설은 20.4%에서 28.7%로 증가하였다. 특히 학교 대상 역학조사는 2019년 514건에서 2023년에는 58.2% 감소한 215건으로 집단시설 중 가장 큰 감소세를 보였다. 그러나 최근 결핵 환자 중 65세 이상 결핵 환자의 비율이 증가하고 시설 거주 노인 인구가 증가하여, 노인 요양원 등 사회복지시설 조사 건은 2019년 925건에서 2023년 1,038건으로 12.2% 증가하였다(그림 1).

집단시설별 접촉자 수는 2019년 학교 접촉자가 36,176명으로 전체 접촉자 중 27.6%를 차지하여 가장 많았으나,

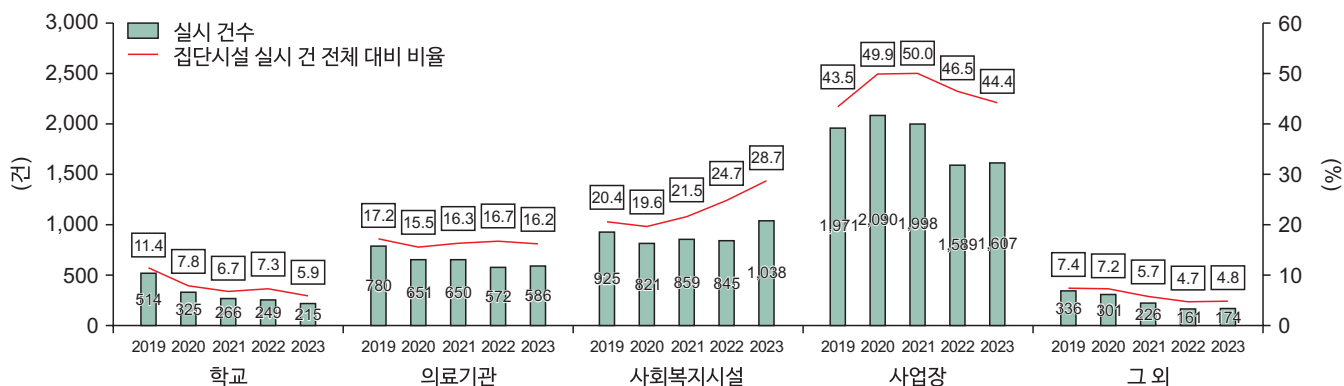


그림 1. 집단시설 결핵 역학조사 실시 현황, 2019-2023년

2023년에는 사회복지시설 접촉자가 전체 접촉자 중 41.4%인 35,764명으로 가장 많았다. 집단시설 조사 1건당 접촉자 수는 학교 접촉자가 연평균 57.0명/건(±7.3명/건)으로 가장 많았고, 사업장 접촉자는 연평균 13.1명/건(±2.2명/건)으로 가장 적었다(그림 2). 사회복지시설에서 접촉자 10만 명당 추가 환자는 평균 158.0명(±23.3명)으로 가장 많이 발생하였고 잠복결핵감염률은 교정시설(평균 37.8% [±4.8%]) 다음으로 높았다(평균 31.5% [±2.6%]) (표 1).

가장 높았고 5-14세 접촉자의 잠복결핵감염률은 평균 7.7% (±2.3%)로 가장 낮았다(표 2).

## 논 의

전 세계 결핵 퇴치 성과는 코로나19 유행으로 인해 다소 후퇴하였으나, 우리나라의 결핵 발생은 정부의 지속적인 지원 정책 등으로 2011년 최대치 이후 연평균 7.9%씩 꾸준히 감소하였다[4]. 집단시설 결핵 역학조사 또한 결핵 환자 감소와 더불어 감소세를 이어갔으며, 2020-2022년 코로나19 유행 기간에는 사회적 거리두기, 비대면 수업 및 재택근무 등의 영향으로 연평균 9.0%씩 감소하였다. 그러나 2023년 결핵 역학조사는 2022년 대비 6.0% (204건) 증가하였고, 증가의 대부분은 사회복지시설 대상 역학조사였다. 또한 전체 집단시설 접촉자 중 사회복지시설 접촉자의 비중이 2019년 22.8%에서 2023년 41.4%로 증가하였고 70대 이상 접촉자는 2019년 대비 2023년에는 15.8% 증가하였다. 2024년 통계청에서 발표한 자료에 따르면, 2024년 65세 이상 고령 인구는 우리나라 전체 인구의 19.2%로 2019년 14.9%에서 4.3%p 증가하였고 2025년에는 20%가 넘어 초고령사회로 진입할 것으로 전망하였다[5]. 이와 더불어 노인복지시설을 이용 또는 거주하는 노인 인구가 2019년 26.6만 명에서 2023년 38.7만 명으로 늘어난 것이 사회복지시설 역학조사 증가 및 고령 접촉자 증가

### 4. 2019-2023년 연령대별 집단시설 결핵 접촉자 조사 추이

결핵 환자의 집단시설 접촉자는 생애주기에 따라 연령을 구분하여 분석하였다[3]. 5세 미만의 접촉자는 2019년 1,421명에서 2023년 364명으로 74.4%가 감소하여 가장 큰 폭으로 감소하였다. 모든 연령의 접촉자는 매년 감소하는 추세이나, 70세 이상의 접촉자는 2019년 20,963명에서 2023년에는 15.8% 증가한 24,268명이었다(표 2). 연령대별 접촉자 구성 비율 또한 70세 이상이 매년 증가하는 추세를 보였으며, 50세 이상 접촉자의 비중이 2019년 40.3%에서 2023년 59.6%로 약 20% 정도 늘었다(그림 3). 접촉자 10만 명당 추가 환자는 70세 이상 접촉자가 가장 많았고(평균 245.9명[±32.5명]), 5세 미만에서는 추가 환자가 발생하지 않았다. 접촉자의 잠복결핵감염률은 70세 이상이 평균 44.9% (±2.6%)로

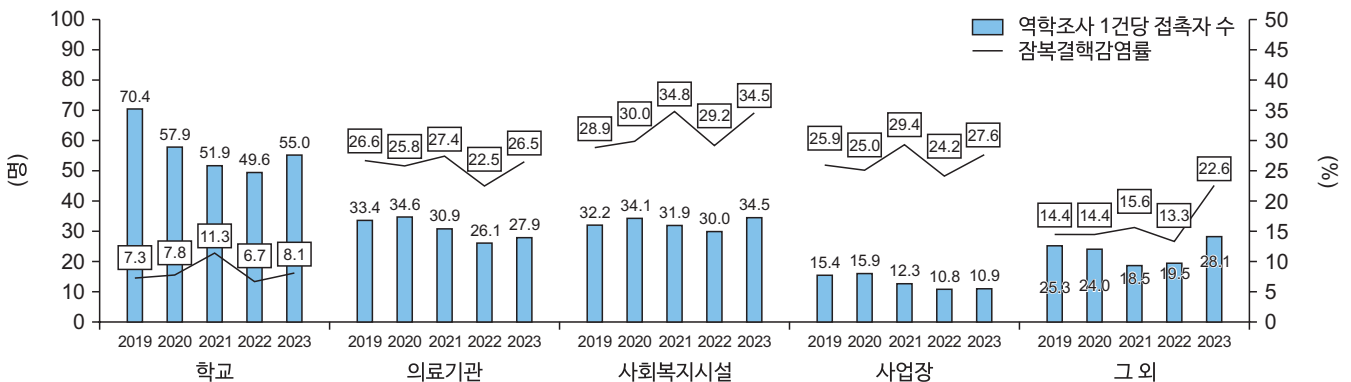


그림 2. 집단시설별 잠복결핵감염률 및 역학조사 1건당 접촉자 수, 2019-2023년

표 2. 최근 5년간 연령대별 집단시설 결핵 접촉자 조사 결과, 2019-2023년

| 구분     | 연도   | 전체 접촉자  | 추가 환자       | 잠복결핵감염 검사자  | 잠복결핵감염자       |
|--------|------|---------|-------------|-------------|---------------|
| 전체     | 2019 | 130,843 | 154 [117.7] | 67,259      | 12,873 (19.1) |
|        | 2020 | 109,723 | 102 [93.0]  | 53,033      | 11,494 (21.7) |
|        | 2021 | 90,073  | 85 [94.4]   | 42,799      | 11,009 (25.7) |
|        | 2022 | 72,824  | 89 [122.2]  | 38,123      | 7,640 (20.0)  |
|        | 2023 | 86,302  | 101 [117.0] | 38,146      | 10,025 (26.3) |
|        | 계    |         | 489,765     | 531 [108.4] | 239,360       |
| 5세 미만  | 2019 | 1,421   | 0 [0.0]     | 1,173       | 170 (14.5)    |
|        | 2020 | 1,670   | 0 [0.0]     | 1,075       | 233 (21.7)    |
|        | 2021 | 934     | 0 [0.0]     | 691         | 143 (20.7)    |
|        | 2022 | 687     | 0 [0.0]     | 490         | 68 (13.9)     |
|        | 2023 | 364     | 0 [0.0]     | 235         | 59 (25.1)     |
|        | 소계   |         | 5,076       | 0 [0.0]     | 3,664         |
| 5-14세  | 2019 | 7,621   | 1 [13.1]    | 5,790       | 482 (8.3)     |
|        | 2020 | 4,902   | 0 [0.0]     | 3,172       | 305 (9.6)     |
|        | 2021 | 3,960   | 0 [0.0]     | 2,600       | 273 (10.5)    |
|        | 2022 | 2,168   | 0 [0.0]     | 1,776       | 96 (5.4)      |
|        | 2023 | 2,596   | 0 [0.0]     | 1,616       | 73 (4.5)      |
|        | 소계   |         | 21,247      | 1 [4.7]     | 14,954        |
| 15-49세 | 2019 | 69,024  | 67 [97.1]   | 42,224      | 5,044 (11.9)  |
|        | 2020 | 53,097  | 43 [81.0]   | 31,329      | 3,958 (12.6)  |
|        | 2021 | 38,069  | 24 [63.0]   | 22,939      | 3,597 (15.7)  |
|        | 2022 | 30,393  | 17 [55.9]   | 21,449      | 2,215 (10.3)  |
|        | 2023 | 31,899  | 24 [75.2]   | 17,506      | 2,386 (13.6)  |
|        | 소계   |         | 222,482     | 175 [78.7]  | 135,447       |
| 50-69세 | 2019 | 31,814  | 30 [94.3]   | 16,087      | 6,380 (39.7)  |
|        | 2020 | 31,518  | 20 [63.5]   | 16,210      | 6,420 (39.6)  |
|        | 2021 | 28,797  | 22 [76.4]   | 15,562      | 6,520 (41.9)  |
|        | 2022 | 23,013  | 23 [99.9]   | 13,396      | 4,787 (35.7)  |
|        | 2023 | 27,175  | 18 [66.2]   | 14,079      | 5,434 (38.6)  |
|        | 소계   |         | 142,317     | 113 [79.4]  | 75,334        |
| 70세 이상 | 2019 | 20,963  | 56 [267.1]  | 1,985       | 797 (40.2)    |
|        | 2020 | 18,536  | 39 [210.4]  | 1,247       | 578 (46.4)    |
|        | 2021 | 18,313  | 39 [213.0]  | 1,007       | 476 (47.3)    |
|        | 2022 | 16,563  | 49 [295.8]  | 1,012       | 474 (46.8)    |
|        | 2023 | 24,268  | 59 [243.1]  | 4,710       | 2,073 (44.0)  |
|        | 소계   |         | 98,643      | 242 [245.3] | 9,961         |

단위: 명, [명/접촉자 10<sup>5</sup>], (%).

의 원인으로 해석된다[6].

집단시설 결핵 역학조사를 통해 조기 발견한 추가 결핵 환자는 사회복지시설, 사업장, 의료기관 순으로 많았다. 사회복지시설과 의료기관은 고령 접촉자의 비중이 다른 집단시설에

비해 높고 고령 접촉자의 경우 면역 저하 및 기저 질환을 동반하고 있는 경우가 많아 결핵균에 감염되면 발병 위험이 높다[7]. 이에 고령층 접촉자 관리를 강화하기 위하여 2023년부터 65세 이상 접촉자의 잠복결핵감염 검진을 적극적으로 추진하

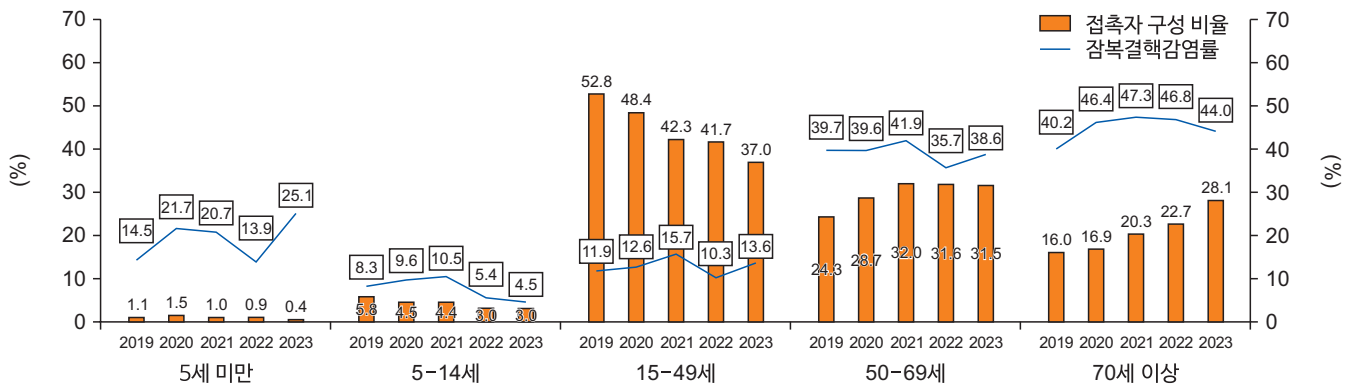


그림 3. 연령대별 접촉자 구성 비율 및 잠복결핵감염률, 2019-2023년

였고 잠복결핵감염 미치료자의 추적 관리를 강화하였다. 또한 「결핵관리지침(제5판) (2024)」에는 65세 이상의 잠복결핵감염자도 치료의 위험과 이득을 고려하여 잠복결핵감염 치료를 권고할 수 있도록 개정되어 고령 접촉자의 치료 기반을 마련하였다[8,9].

질병관리청은 2027년까지 인구 10만 명당 결핵 발생 20명 이하로 낮추는 목표를 달성하기 위하여 「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」을 추진 중이며[10], 결핵의 조기 발견 및 발병 예방을 위하여 결핵 발병의 고위험군인 결핵 환자의 접촉자를 대상으로 결핵 및 잠복결핵감염 검진·치료·추적 관리를 촘촘히 시행해 나갈 것이다.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: JWK, JEK, JAS, SJC. Data curation: JWK. Formal analysis: JWK.

Investigation: JWK, JEK. Methodology: JWK. Project administration: JWK. Supervision: YJP. Visualization: JWK. Writing – original draft: JWK. Writing – review & editing: JWK, JEK, JAS, SJC, YJP.

## References

1. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2024. WHO; 2024.
2. Han S, Park Y, Kim J, Lee H, Choi H. Results of the tuberculosis epidemiological investigation in congregated settings, 2022. Public Health Wkly Rep 2023;16:950-64.
3. GBD 2021 Tuberculosis Collaborators. Global, regional, and national age-specific progress towards the 2020 milestones of the WHO End TB Strategy: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. Lancet Infect Dis 2024;24:698-725.
4. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Annual report on the notified tuberculosis in Korea, 2023. Cheongju: KDCA; 2024 Mar. Report No.: 11-1790387-000332-10.
5. Statistics Korea. 2024 Elderly statistics [Internet]. Statistics Korea; 2024 [cited 2025 Jan 10]. Available from: [https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&act=view&list\\_no=432917](https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&act=view&list_no=432917)
6. Ministry of Health and Welfare (MOHW). 2024 Status of elderly welfare facilities. Sejong: MOHW; 2024 Jun. Report No.: 11-1352000-000002-10.
7. Negin J, Abimbola S, Marais BJ. Tuberculosis among older



- adults—time to take notice. *Int J Infect Dis* 2015;32:135-7.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 2024 Korea tuberculosis management guidelines. KDCA; 2024.
  9. Joint Committee for the Revision of Korean Guidelines for Tuberculosis. Korean guidelines for tuberculosis fifth edition, 2024. Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases, Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024.
  10. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 3rd comprehensive plan for tuberculosis management (2023–2027) [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2025 Jan 10]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&act=view&list\\_no=722708](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&act=view&list_no=722708)

# Five-year Trends in the Results of Tuberculosis Contact Investigations in Congregate Settings, 2019–2023

Jeewoun Kim , Jieun Kim , Jiae Shim , Seongju Choi , Young-Joon Park\* 

Division of Tuberculosis Policy, Department of Infectious Disease Policy,  
Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

## ABSTRACT

**Objectives:** The tuberculosis (TB) incidence rate in the Republic of Korea is the second highest among Organisation for Economic Co-operation and Development countries, with a particularly high risk of secondary transmission in congregate settings. This study has analyzed TB cases and contact characteristics in congregate settings from 2019 to 2023 in order to propose management strategies based on the observed trends.

**Methods:** Epidemiological data from the Korea Tuberculosis Network System were analyzed for TB cases reported in congregate settings between 2019 and 2023. This study has examined major settings, such as schools and social welfare facilities, and has assessed the number of cases reported each year, characteristics of contacts, secondary cases, and latent TB infection (LTBI) trends.

**Results:** The number of TB cases in congregate settings decreased from 8,045 in 2019 to 6,205 in 2023, with an average annual reduction of 6.3%. Cases in schools declined significantly by 58.2% (from 514 in 2019 to 215 in 2023), whereas those in social welfare facilities increased (from 925 in 2019 to 1,038 in 2023). This increase was linked to the growing proportion of elderly contacts in social welfare facilities.

**Conclusions:** Elderly contacts are at a higher risk of developing TB owing to their immunosuppression and comorbidities, making their management increasingly critical. Since 2023, the Korea Disease Control and Prevention Agency has strengthened LTBI screening for contacts aged 65 years and older and has recommended risk-adjusted interventions to enhance TB prevention among the elderly.

**Key words:** Tuberculosis; Latent tuberculosis infection; Congregate settings; Contact investigation

\*Corresponding author: Young-Joon Park, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

## Introduction

Tuberculosis (TB) is a respiratory infection caused by the airborne spread of the *Mycobacterium tuberculosis* bacteria through the coughs and sneezes of individuals with infectious

TB. The World Health Organization has projected that this infection, as a single infectious disease, will cause more deaths than coronavirus disease 2019 (COVID-19) [1]. In 2023, there were 19,540 reported domestic TB cases (38.2 per 100,000 population), which remained the second-highest TB

### Key messages

#### ① What is known previously?

In 2023, Republic of Korea (ROK) reported 19,540 tuberculosis (TB) cases, the second-highest incidence rate among Organisation for Economic Co-operation and Development countries. In congregate settings, the risk of TB transmission is high, necessitating prompt contact tracing, screening, and treatment to reduce incidence of TB.

#### ② What new information is presented?

From 2019 to 2023, TB cases in schools declined by 58.2%, whereas those in social welfare facilities increased by 12.2%. The composition of contacts also shifted from schools to social welfare-focused.

#### ③ What are implications?

The proportion of elderly patients with TB and the elderly population in social welfare facilities has also increased. As ROK becomes a super-aged society, managing contact with the elderly is critical in regard to achieving TB elimination.

incidence rate among member countries of the Organisation for Economic Co-operation and Development [1].

To reduce the incidence of TB, Republic of Korea (ROK) has implemented policies to prevent the transmission of TB and prevent outbreaks, such as the identification, screening, and treatment of contacts through rapid contact investigation upon the occurrence of a TB case.

The contact investigation for TB involves the identification, testing, treatment, and follow-up of contacts who are at high risk of TB infection or of developing active TB if infected. This process is conducted through field investigations, which

consider the infectivity of the patient with TB, the estimated infectious period, the characteristics of the time and space of contact, and the characteristics of the contacts [2]. Contacts under investigation are subjected to screening for TB and latent TB infection (LTBI), employing either the tuberculin skin test or the interferon-gamma releasing assay. In the event of a positive diagnosis for LTBI, treatment is initiated to prevent the development of active TB. In congregate settings, TB cases pose a higher transmission risk, making rapid contact investigation and management essential.

This report aims to examine trends in contact investigation result for TB in congregate settings over the past 5 years, including during the COVID-19 pandemic, underscoring the changes in the characteristics of contacts of TB patients by congregate setting, and to elucidate the management of TB contact investigation result in congregate settings.

## Methods

The analysis was based on data from contact investigations of congregate settings reported to the Integrated KTB-net (Korea Tuberculosis Network System) from January 1, 2019, to December 31, 2023. A congregate setting outbreak refers to a reported TB case with an identified association with a congregate setting, which is investigated if it satisfies the criteria for conducting a contact investigation<sup>1)</sup>. Congregate settings are classified as educational facilities, social welfare facilities, clinics/hospitals, military/police, correctional facilities, workplaces, and other facilities according to the Korea Tuberculosis management guidelines. Contacts identified through field investigation are

1) (1) The index case's respiratory specimen, including sputum, tests positive; (2) the index case's respiratory specimen, including sputum, tests negative, or a chest X-ray shows cavitory lesions; (3) a case of tuberculosis (TB) under the age of 5 is detected, including extrapulmonary TB; and (4) two or more cases of active TB are identified in the population within 6 months, irrespective of the transmissibility of the disease.

categorized into two groups: close and casual contacts. All contacts are tested for TB and registered as additional patients if active TB is confirmed. Additionally, close contacts are tested for LTBI and diagnosed with LTBI if they test positive.

The data analysis for this study was conducted using the Microsoft Excel 2018 (Microsoft) program to analyze the number of investigations, demographic characteristics of contacts, additional cases, and LTBI by cluster facility. The results were expressed as mean±standard deviation.

## Results

### 1. Summary of Results from the Contact

#### Investigations for Tuberculosis in Congregate Settings from 2019 to 2023

From 2019 to 2023, a total of 118,481 TB cases were reported, of which 34,897 were identified in congregate setting, representing 29.5% of all cases. Of the reported cases, 19,749 cases (56.6%) were investigated in accordance with the criteria for conducting a contact investigation. A total of 489,765 congregate setting contacts were enrolled, with an average of 97,953 (±20,246.4) contacts per year and an average of 24.6 (±2.7) contacts per contact investigation. A total of 531 additional cases were identified, yielding an average rate of 108.4 (±12.5) per 100,000 contacts. A total of 239,360 people were tested for LTBI, of which 53,041 were diagnosed with LTBI, yielding an infection rate of 22.2% (Table 1).

### 2. Trend in the Incidence and Contact Investigation of Tuberculosis Cases in Congregate Settings, 2019–2023

The number of TB cases reported in congregate settings

decreased at an average annual rate of 3.1% from 8,045 cases in 2019 to 6,205 cases in 2023, in line with the decline in domestic TB cases. Of the 34,897 facilities with TB cases from 2019 to 2023, 18,556 (53.2%) were workplaces, 6,167 (17.7%) were social welfare facilities, and 5,056 (14.5%) were clinics/hospitals. Of a total of 19,749 TB cases investigated based on the criteria for a contact investigations, 4,526 were from 2019 and 3,620 were from 2023, demonstrating an increase in the number of investigations of 6.0% year-over-year. While the overall number of investigations in all facilities decreased, the number of social welfare facilities increased from 2019 to 2023, with a growing proportion of contact investigations conducted in congregate setting (Figure 1).

The number of congregate setting contacts decreased at an average annual rate of 17.7% during the COVID-19 pandemic (2020–2022), from 130,843 in 2019 to 72,824 in 2022. However, there was an 18.5% year-over-year increase to 86,302 in 2023. The number of additional TB cases detected through TB testing decreased from 154 cases (117.7 per 100,000 contacts) in 2019 to 85 cases (94.4 per 100,000 contacts) in 2021. However, there was an increase in the number of additional TB cases detected through TB testing in 2022–2023. The LTBI rate among contacts also increased from 19.1% in 2019 to 26.3% in 2023.

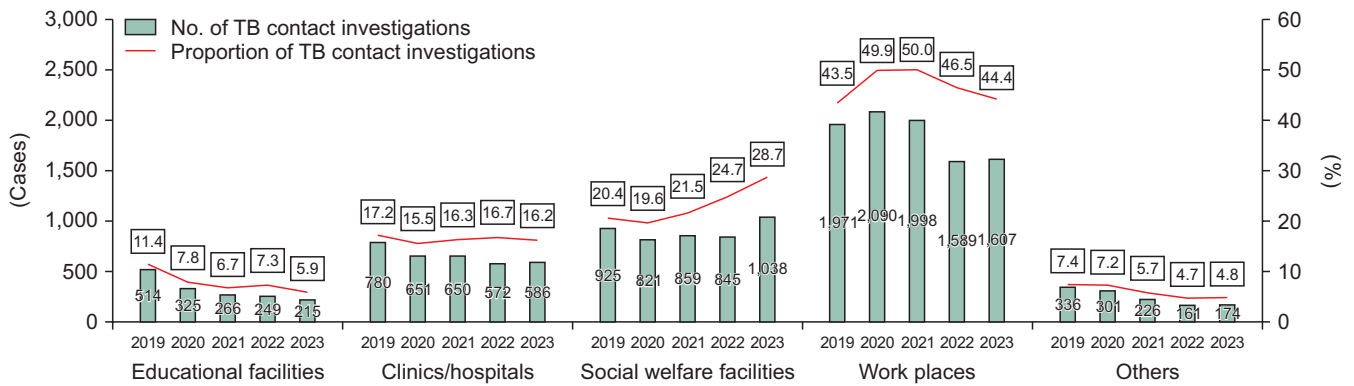
### 3. Trend in the Tuberculosis Contact Investigation by Congregate Setting, 2019–2023

From 2019 to 2023, the facilities that underwent the most significant changes in contact investigations for TB in congregate settings were educational facilities and social welfare facilities. The proportion of all contact investigations conducted in educational facilities decreased from 11.4% in 2019 to 5.9% in

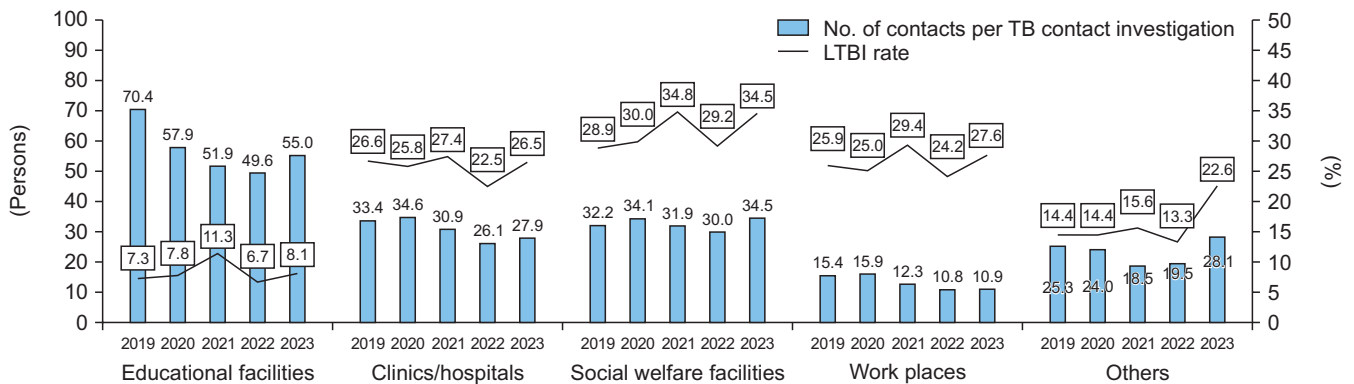
**Table 1.** Results of TB contact investigations in congregated settings, 2019–2023

| Congregated setting       | Year     | Incidence | Investigation | Contact | TB case     | LTBI tested | LTBI          |
|---------------------------|----------|-----------|---------------|---------|-------------|-------------|---------------|
| All facilities            | 2019     | 8,045     | 4,526 (56.3)  | 130,843 | 154 [117.7] | 67,259      | 12,873 (19.1) |
|                           | 2020     | 7,234     | 4,188 (57.9)  | 109,723 | 102 [93.0]  | 53,033      | 11,494 (21.7) |
|                           | 2021     | 7,161     | 3,999 (55.8)  | 90,073  | 85 [94.4]   | 42,799      | 11,009 (25.7) |
|                           | 2022     | 6,252     | 3,416 (54.6)  | 72,824  | 89 [122.2]  | 38,123      | 7,640 (20.0)  |
|                           | 2023     | 6,205     | 3,620 (58.3)  | 86,302  | 101 [117.0] | 38,146      | 10,025 (26.3) |
|                           | Total    | 34,897    | 19,749 (56.6) | 489,765 | 531 [108.4] | 239,360     | 53,041 (22.2) |
| Educational facilities    | 2019     | 935       | 514 (55.0)    | 36,176  | 23 [63.6]   | 22,658      | 1,646 (7.3)   |
|                           | 2020     | 683       | 325 (47.6)    | 18,805  | 12 [63.8]   | 10,545      | 819 (7.8)     |
|                           | 2021     | 559       | 266 (47.6)    | 13,799  | 0 [0.0]     | 8,025       | 909 (11.3)    |
|                           | 2022     | 493       | 249 (50.5)    | 12,347  | 1 [8.1]     | 9,368       | 626 (6.7)     |
|                           | 2023     | 409       | 215 (52.6)    | 11,820  | 1 [8.5]     | 6,150       | 496 (8.1)     |
|                           | Subtotal | 3,079     | 1,569 (51.0)  | 92,947  | 37 [39.8]   | 56,746      | 4,496 (7.9)   |
| Clinics/hospitals         | 2019     | 1,160     | 780 (67.2)    | 26,084  | 35 [134.2]  | 10,526      | 2,805 (26.6)  |
|                           | 2020     | 1,018     | 651 (63.9)    | 22,502  | 24 [106.7]  | 9,495       | 2,448 (25.8)  |
|                           | 2021     | 1,042     | 650 (62.4)    | 20,068  | 17 [84.7]   | 8,498       | 2,331 (27.4)  |
|                           | 2022     | 923       | 572 (62.0)    | 14,925  | 22 [147.4]  | 6,701       | 1,507 (22.5)  |
|                           | 2023     | 913       | 586 (64.2)    | 16,339  | 18 [110.2]  | 6,156       | 1,631 (26.5)  |
|                           | Subtotal | 5,056     | 3,239 (64.1)  | 99,918  | 116 [116.1] | 41,376      | 10,722 (25.9) |
| Military/police units     | 2019     | 130       | 66 (50.8)     | 2,538   | 2 [78.8]    | 1,573       | 209 (13.3)    |
|                           | 2020     | 123       | 68 (55.3)     | 2,029   | 1 [49.3]    | 1,307       | 122 (9.3)     |
|                           | 2021     | 82        | 39 (47.6)     | 740     | 0 [0.0]     | 449         | 55 (12.2)     |
|                           | 2022     | 54        | 24 (44.4)     | 508     | 1 [196.9]   | 292         | 28 (9.6)      |
|                           | 2023     | 49        | 31 (63.3)     | 1,404   | 0 [0.0]     | 480         | 47 (9.8)      |
|                           | Subtotal | 438       | 228 (52.1)    | 7,219   | 4 [55.4]    | 4,101       | 461 (11.2)    |
| Correctional facilities   | 2019     | 84        | 51 (60.7)     | 930     | 0 [0.0]     | 420         | 176 (41.9)    |
|                           | 2020     | 64        | 29 (45.3)     | 714     | 0 [0.0]     | 372         | 111 (29.8)    |
|                           | 2021     | 62        | 26 (41.9)     | 359     | 1 [278.6]   | 308         | 113 (36.7)    |
|                           | 2022     | 54        | 20 (37.0)     | 329     | 0 [0.0]     | 299         | 111 (37.1)    |
|                           | 2023     | 70        | 25 (35.7)     | 899     | 2 [222.5]   | 479         | 209 (43.6)    |
|                           | Subtotal | 334       | 151 (45.2)    | 3,231   | 3 [92.9]    | 1,878       | 720 (38.3)    |
| Social welfare facilities | 2019     | 1,254     | 925 (73.8)    | 29,769  | 51 [171.3]  | 8,752       | 2,527 (28.9)  |
|                           | 2020     | 1,104     | 821 (74.4)    | 28,004  | 33 [117.8]  | 9,024       | 2,708 (30.0)  |
|                           | 2021     | 1,173     | 859 (73.2)    | 27,366  | 40 [146.2]  | 8,529       | 2,970 (34.8)  |
|                           | 2022     | 1,194     | 845 (70.8)    | 25,378  | 46 [181.3]  | 8,170       | 2,388 (29.2)  |
|                           | 2023     | 1,442     | 1,038 (72.0)  | 35,764  | 62 [173.4]  | 12,938      | 4,468 (34.5)  |
|                           | Subtotal | 6,167     | 4,488 (72.8)  | 146,281 | 232 [158.6] | 47,413      | 15,061 (31.8) |
| Work places               | 2019     | 4,173     | 1,971 (47.2)  | 30,329  | 40 [131.9]  | 19,503      | 5,059 (25.9)  |
|                           | 2020     | 3,943     | 2,090 (53.0)  | 33,176  | 31 [93.4]   | 19,422      | 4,862 (25.0)  |
|                           | 2021     | 3,990     | 1,998 (50.1)  | 24,651  | 26 [105.5]  | 14,759      | 4,334 (29.4)  |
|                           | 2022     | 3,339     | 1,589 (47.6)  | 17,037  | 19 [111.5]  | 11,670      | 2,825 (24.2)  |
|                           | 2023     | 3,111     | 1,607 (51.7)  | 17,486  | 17 [97.2]   | 10,370      | 2,859 (27.6)  |
|                           | Subtotal | 18,556    | 9,255 (49.9)  | 122,679 | 133 [108.4] | 75,724      | 19,939 (26.3) |
| Etc.                      | 2019     | 309       | 219 (70.9)    | 5,017   | 3 [59.8]    | 3,827       | 451 (11.8)    |
|                           | 2020     | 299       | 204 (68.2)    | 4,493   | 1 [22.3]    | 2,868       | 424 (14.8)    |
|                           | 2021     | 253       | 161 (63.6)    | 3,090   | 1 [32.4]    | 2,231       | 297 (13.3)    |
|                           | 2022     | 195       | 117 (60.0)    | 2,300   | 0 [0.0]     | 1,623       | 155 (9.6)     |
|                           | 2023     | 211       | 118 (55.9)    | 2,590   | 1 [38.6]    | 1,573       | 315 (20.0)    |
|                           | Subtotal | 1,267     | 819 (64.6)    | 17,490  | 6 [34.3]    | 12,122      | 1,642 (13.5)  |

Unit: case or person, (%), [cases/10<sup>5</sup>]. TB=tuberculosis; LTBI=latent tuberculosis infection.



**Figure 1.** The distribution of TB contact investigations conducted in congregate settings, 2019–2023  
TB=tuberculosis.



**Figure 2.** LBTI rate and number of contacts per TB contact investigation by congregate settings, 2019–2023  
TB=tuberculosis; LTBI=latent tuberculosis infection.

2023, while social welfare facilities demonstrated an increase from 20.4% to 28.7%. A notable finding is that contact investigations conducted in educational facilities exhibited the most significant decrease, with a 58.2% reduction from 514 cases in 2019 to 215 cases in 2023. However, owing to the recent increase in the proportion of TB patients aged 65 years and older and the increase in the number of older adults living in facilities, the number of investigations in social welfare facilities such as long-term care facilities for older adults increased by 12.2% from 925 in 2019 to 1,038 in 2023 (Figure 1).

In terms of contacts by congregate setting, educational facilities recorded the highest number of contacts in 2019 with 36,176 contacts, accounting for 27.6% of all contacts, while social welfare facilities had the most contacts in 2023 with

35,764 contacts, accounting for 41.4% of all contacts. The number of contacts per congregate setting investigation was highest for educational facilities, with an average of 57.0 contacts/case ( $\pm 7.3$ /case), and lowest for workplaces, with an average of 13.1 contacts/year ( $\pm 2.2$ /case) (Figure 2). Social welfare facilities recorded the highest rate of additional cases per 100,000 contacts, with a mean of 158.0 ( $\pm 23.3$ ), and had the second highest rate of LTBI (mean 31.5% [ $\pm 2.6\%$ ]) after correctional facilities (mean 37.8% [ $\pm 4.8\%$ ]) (Table 1).

#### 4. Trend in the Tuberculosis Contact Investigation by Age Group, 2019–2023

The analysis of congregate setting contacts of patients with TB was conducted by age according to the life cycle [3]. The

most significant decline in contacts was observed among individuals under the age of 5, with a 74.4% decline from 1,421 in 2019 to 364 in 2023. Despite a general trend of declining contact rates across all age groups, the number of contacts aged 70

and older increased by 15.8% from 20,963 in 2019 to 24,268 in 2023 (Table 2). The proportion of contacts aged 70 and older has also increased year-over-year, with the proportion of contacts aged 50 and older increasing by nearly 20%, from

**Table 2.** Results of TB contact investigations by age in congregated settings, 2019–2023

| Age group | Year     | Contact | TB case     | LTBI tested | LTBI          |
|-----------|----------|---------|-------------|-------------|---------------|
| All ages  | 2019     | 130,843 | 154 [117.7] | 67,259      | 12,873 (19.1) |
|           | 2020     | 109,723 | 102 [93.0]  | 53,033      | 11,494 (21.7) |
|           | 2021     | 90,073  | 85 [94.4]   | 42,799      | 11,009 (25.7) |
|           | 2022     | 72,824  | 89 [122.2]  | 38,123      | 7,640 (20.0)  |
|           | 2023     | 86,302  | 101 [117.0] | 38,146      | 10,025 (26.3) |
|           | Total    | 489,765 | 531 [108.4] | 239,360     | 53,041 (22.2) |
| <5 yr     | 2019     | 1,421   | 0 [0.0]     | 1,173       | 170 (14.5)    |
|           | 2020     | 1,670   | 0 [0.0]     | 1,075       | 233 (21.7)    |
|           | 2021     | 934     | 0 [0.0]     | 691         | 143 (20.7)    |
|           | 2022     | 687     | 0 [0.0]     | 490         | 68 (13.9)     |
|           | 2023     | 364     | 0 [0.0]     | 235         | 59 (25.1)     |
|           | Subtotal | 5,076   | 0 [0.0]     | 3,664       | 673 (18.4)    |
| 5–14 yr   | 2019     | 7,621   | 1 [13.1]    | 5,790       | 482 (8.3)     |
|           | 2020     | 4,902   | 0 [0.0]     | 3,172       | 305 (9.6)     |
|           | 2021     | 3,960   | 0 [0.0]     | 2,600       | 273 (10.5)    |
|           | 2022     | 2,168   | 0 [0.0]     | 1,776       | 96 (5.4)      |
|           | 2023     | 2,596   | 0 [0.0]     | 1,616       | 73 (4.5)      |
|           | Subtotal | 21,247  | 1 [4.7]     | 14,954      | 1,229 (8.2)   |
| 15–49 yr  | 2019     | 69,024  | 67 [97.1]   | 42,224      | 5,044 (11.9)  |
|           | 2020     | 53,097  | 43 [81.0]   | 31,329      | 3,958 (12.6)  |
|           | 2021     | 38,069  | 24 [63.0]   | 22,939      | 3,597 (15.7)  |
|           | 2022     | 30,393  | 17 [55.9]   | 21,449      | 2,215 (10.3)  |
|           | 2023     | 31,899  | 24 [75.2]   | 17,506      | 2,386 (13.6)  |
|           | Subtotal | 222,482 | 175 [78.7]  | 135,447     | 17,200 (12.7) |
| 50–69 yr  | 2019     | 31,814  | 30 [94.3]   | 16,087      | 6,380 (39.7)  |
|           | 2020     | 31,518  | 20 [63.5]   | 16,210      | 6,420 (39.6)  |
|           | 2021     | 28,797  | 22 [76.4]   | 15,562      | 6,520 (41.9)  |
|           | 2022     | 23,013  | 23 [99.9]   | 13,396      | 4,787 (35.7)  |
|           | 2023     | 27,175  | 18 [66.2]   | 14,079      | 5,434 (38.6)  |
|           | Subtotal | 142,317 | 113 [79.4]  | 75,334      | 29,541 (39.2) |
| ≥70 yr    | 2019     | 20,963  | 56 [267.1]  | 1,985       | 797 (40.2)    |
|           | 2020     | 18,536  | 39 [210.4]  | 1,247       | 578 (46.4)    |
|           | 2021     | 18,313  | 39 [213.0]  | 1,007       | 476 (47.3)    |
|           | 2022     | 16,563  | 49 [295.8]  | 1,012       | 474 (46.8)    |
|           | 2023     | 24,268  | 59 [243.1]  | 4,710       | 2,073 (44.0)  |
|           | Subtotal | 98,643  | 242 [245.3] | 9,961       | 4,398 (44.2)  |

Unit: person, [cases/10<sup>5</sup>], (%). TB=tuberculosis; LTBI=latent tuberculosis infection.

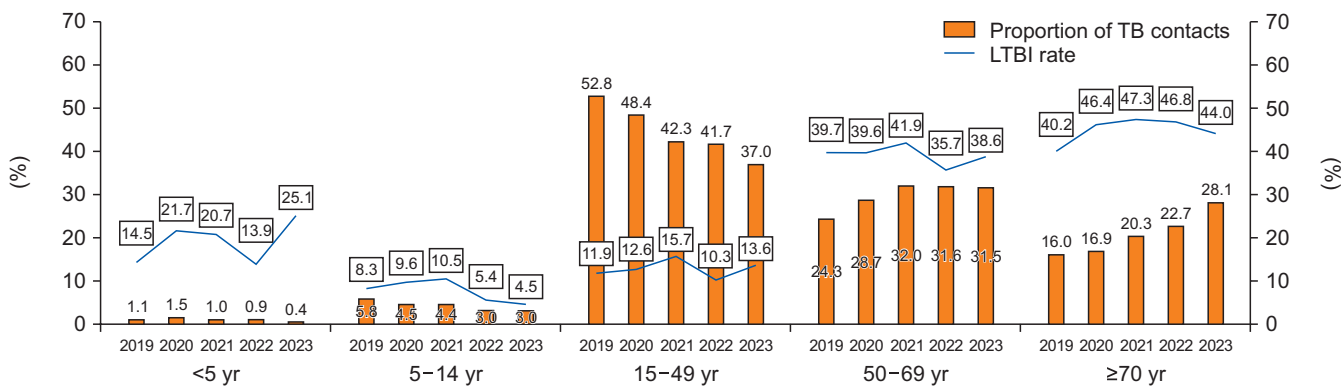
40.3% in 2019 to 59.6% in 2023 (Figure 3). The number of additional patients per 100,000 contacts was highest among contacts aged 70 and older, with an average of 245.9 ( $\pm 32.5$ ). No additional patients occurred among contacts under the age of 5. Contacts aged 70 and older had the highest average LTBI rate of 44.9% ( $\pm 2.6\%$ ), and contacts aged 5 to 14 had the lowest average LTBI rate of 7.7% ( $\pm 2.3\%$ ) (Table 2).

## Discussion

While global progress achieved in the fight against TB has been set back somewhat by the COVID-19 pandemic, the incidence of TB in ROK has exhibited a consistent downward trend at an average annual rate of 7.9% since its peak in 2011 due to continued supportive government policies [4]. The contact investigation result for TB in congregate settings also exhibited a decline in accordance with the decrease in TB cases, with a mean annual decrease of 9.0% during the 2020–2022 period of the COVID-19 pandemic. This decline was attributed to the implementation of social distancing measures, the transition to virtual learning, and the adoption of teleworking practices. However, the contact investigation for TB increased by 6.0% (204 cases) in 2023 compared to 2022, with

the majority of the increase stemming from contact investigations in social care facilities. Furthermore, the proportion of social welfare facility contacts among all congregate contacts increased from 22.8% in 2019 to 41.4% in 2023 and the proportion of contacts aged 70 and older increased by 15.8% in 2023 compared to 2019. According to data released by Statistics Korea in 2024, the number of older adults aged 65 and older was 19.2% of the total population in ROK in 2024, up 4.3% from 14.9% in 2019, and is expected to exceed 20% by 2025, making ROK a super-aged society [5]. Furthermore, the rise in the number of older adults utilizing or residing in social welfare facilities, which rose from 26.6 million in 2019 to 38.7 million in 2023, was considered the cause of the surge in social welfare facility epidemiological surveys and the increase in older adult contacts [6].

Additional TB cases detected early through contact investigations for TB in congregate settings were predominantly located in social welfare facilities, followed by workplaces and clinics/hospitals. A higher proportion of older adult contacts has been documented in social welfare and clinics/hospitals in comparison to other congregate settings. These individuals are often immunocompromised and have underlying medical conditions that put them at increased risk of developing active TB



**Figure 3.** The proportion of TB contacts and LTBI rate by age, 2019–2023  
TB=tuberculosis; LTBI=latent tuberculosis infection.



[7]. To strengthen the management of older adult contacts, the government has been actively promoting screening for LTBI in contacts aged 65 and older since 2023 and strengthening the follow-up of untreated LTBI. Accordingly, the “2024 TB Control Guidelines (5th Edition)” were revised to recommend treatment for LTBI in patients aged 65 years or older, taking considering the risks and benefits of treatment based on the results of various previous studies [8,9].

The Korea Disease Control and Prevention Agency is implementing the “Third Comprehensive TB Control Plan (2023–2027)” to achieve the goal of reducing the number of TB cases to 20 or less per 100,000 population by 2027 [10] and will strictly implement screening, treatment, and follow-up for TB and LTBI among contacts of TB patients who are at high risk of developing TB to facilitate early detection and prevention of the disease.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: JWK, JEK, JAS, SJC. Data curation: JWK. Formal analysis: JWK. Investigation: JWK, JEK. Methodology: JWK. Project administration: JWK. Supervision: YJP. Visualization: JWK. Writing – original draft: JWK. Writing – review & editing:

JWK, JEK, JAS, SJC, YJP.

## References

1. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2024. WHO; 2024.
2. Han S, Park Y, Kim J, Lee H, Choi H. Results of the tuberculosis epidemiological investigation in congregated settings, 2022. *Public Health Wkly Rep* 2023;16:950–64.
3. GBD 2021 Tuberculosis Collaborators. Global, regional, and national age-specific progress towards the 2020 milestones of the WHO End TB Strategy: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Infect Dis* 2024;24:698–725.
4. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Annual report on the notified tuberculosis in Korea, 2023. Cheongju: KDCA; 2024 Mar. Report No.: 11-1790387-000332-10.
5. Statistics Korea. 2024 Elderly statistics [Internet]. Statistics Korea; 2024 [cited 2025 Jan 10]. Available from: [https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&act=view&list\\_no=432917](https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&act=view&list_no=432917)
6. Ministry of Health and Welfare (MOHW). 2024 Status of elderly welfare facilities. Sejong: MOHW; 2024 Jun. Report No.: 11-1352000-000002-10.
7. Negin J, Abimbola S, Marais BJ. Tuberculosis among older adults—time to take notice. *Int J Infect Dis* 2015;32:135–7.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 2024 Korea tuberculosis management guidelines. KDCA; 2024.
9. Joint Committee for the Revision of Korean Guidelines for Tuberculosis. Korean guidelines for tuberculosis fifth edition, 2024. Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases, Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024.
10. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 3rd comprehensive plan for tuberculosis management (2023–2027) [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2025 Jan 10]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&act=view&list\\_no=722708](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&act=view&list_no=722708)



# 가족 내 결핵 전파사례 분자역학 특성 분석, 2016-2024년

김영미<sup>1</sup> , 이정섭<sup>1</sup> , 이민지<sup>1</sup> , 심지애<sup>2</sup> , 최성주<sup>2</sup> , 김지은<sup>2</sup> , 표성욱<sup>1</sup> , 김동혁<sup>1</sup> , 유재일<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>질병관리청 진단분석국 세균분석과, <sup>2</sup>질병관리청 감염병정책국 결핵정책과

## 초 록

**목적:** 결핵은 기침이나 재채기 등 비말을 통해 공기 중으로 전파되는 감염병으로 한 공간에서 결핵환자와 생활 또는 근무하는 밀접접촉자의 감염 위험이 높은 것으로 알려져 있다. 질병관리청은 가족접촉자를 대상으로 역학조사를 수행하여 추가환자의 조기 발견과 치료를 통해 결핵 확산 방지를 위해 노력하고 있다. 또한, 역학조사의 일환으로 결핵균 유전형 분석을 통해 결핵균 간 유전학적 연관성을 분석하고 있다.

**방법:** 2016년부터 2024년까지 결핵 역학조사를 통해 확인된 가족 내 전파 의심 20사례(43명)를 대상으로 역학정보와 분자역학 특성을 분석하였다. 결핵균 유전형 분석을 위해 spoligotyping과 24유전자좌 mycobacterial interspersed repetitive unit-variable number tandem repeat 법을 사용하였다.

**결과:** 가족 내 결핵 전파가 의심되는 각 사례는 2-3명의 환자로 구성되어 있었고, 부모-자녀 간 결핵 전파 의심이 15사례로 가장 많았으며, 형제-자매 간 4사례, 동거인 간 1사례 순이었다. 지표환자 발생 신고 당시의 생활 형태는 동거 12사례(60%), 비동거 7사례(35%)였다. 나머지 1사례는 3명의 가족 중 2명은 동거, 1명은 비동거 상태였다. 지표환자와 추가환자 간의 발생 신고일 차이는 2-2,241일로 평균 291일이었다. 결핵균 유전형 분석 결과, 각 의심사례 내 결핵균은 모두 분자역학적 연관성을 가지는 것으로 확인되었다. 총 20사례 중 항결핵제 내성 환자는 5사례 10명이었으며, 4사례는 다제내성결핵, 1사례는 광범위약제내성결핵으로 각 사례별 내성 현황은 동일하였다.

**결론:** 분자역학적 분석 및 결핵 접촉자 조사 결과, 가족 내 결핵 전파사례는 서로 역학적 연관관계를 가지는 것으로 분석되었다. 향후 국가결핵관리를 위해 가족 내 전파와 더불어 집단발생 의심사례에 대한 분자역학 분석을 지속하고자 한다.

**주요 검색어:** 결핵; 가족; 전파; 분자역학

## 서 론

결핵은 결핵균(*Mycobacterium tuberculosis* complex)에 감염되어 발생하는 제2급 법정 감염병으로, 2022년 기준 경

제협력개발기구(Organisation for Economic Co-operation and Development) 회원국 중 우리나라는 결핵 발생률 2위, 사망률 4위를 기록하였다[1,2]. 2011년 39,557명(인구 10만 명당 78.9명)의 신환자 발생 이후, 2023년 15,640명(인구

Received February 11, 2025 Revised March 5, 2025 Accepted March 5, 2025

\*Corresponding author: 유재일, Tel: +82-43-719-8110, E-mail: knihyoo@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



KDCA  
Korea Disease Control and Prevention Agency

### 핵심요약

#### ① 이전에 알려진 내용은?

결핵환자와 동일한 환경 내에서 일상생활을 공유하는 가족 접촉자의 경우 결핵 감염 가능성이 높은 것으로 알려져 있다.

#### ② 새로이 알게 된 내용은?

2016년부터 2024년까지 가족 내 결핵 전파로 의심되는 20 사례를 대상으로 결핵균 유전형 분석을 수행한 결과, 가족 내 결핵환자에서 분리된 결핵균은 분자역학적 연관성을 가지고 있는 것을 확인하였다.

#### ③ 시사점은?

가족 내 결핵 확산 예방 및 관리를 위해 접촉자 조사와 결핵 전파경로 분석을 위한 분자역학적 특성 분석이 필요하다.

10만 명당 30.6명) 발생으로 지속적으로 신환자가 감소되는 추세지만, 여전히 결핵예방과 관리에 지속적인 노력이 필요한 상황이다[2].

결핵균은 주로 매개체 없이 공기 중의 비말을 통해 전파되며, 증상이 서서히 진행되는 경우가 많아 조기 인지의 어려움으로 인해 진단이 늦어져 쉽게 전파될 수 있다. 특히 결핵환자와 빈번한 접촉을 하고 일상생활을 함께하는 가정이나 학교, 병원 등의 집단시설에서 결핵 전파가 높은 것으로 알려져 있고[3-5], 집단에서의 결핵환자 발생은 대규모 유행으로 이어질 수 있기에 공중보건학적으로 매우 중요하게 다뤄야 할 문제이다.

질병관리청에서는 2023년 결핵환자 11,596명을 대상으로 역학조사를 실시하였고, 가족 내 접촉자 21,502명 및 집단 시설 내 접촉자 86,302명에 대한 결핵검사가 시행되었다. 그 결과, 200명의 추가환자가 발견되었으며 이 중 가족접촉자는 99명(인구 10만 명당 460.4명)으로 2023년 신환자 발생률(인구 10만 명당 30.6명)보다 약 15배 높은 것으로 나타났다[6]. 또한 폴란드 및 영국 등에서 가족 내 결핵 지표환자와 추

가환자에서 분리된 결핵균의 유전학적 분석 결과, 각각 90% 및 75%의 높은 일치율을 보여 가족 내 결핵 전파가 높은 수준으로 발생하고 있음을 보여주었다[7,8]. 가족 내 결핵환자 발생은, 서로 밀폐된 공간에서 오랜 시간 동안 밀접한 생활을 공유하며 영유아, 노인, 만성질환자 등 면역력에 취약한 가족들이 있을 수 있기에, 다른 집단보다 결핵 발생의 위험성과 관리의 중요성이 더욱 강조되고 있다[7-9].

결핵은 감염 후 발병까지 긴 시간이 소요되기 때문에 통상적인 역학조사만으로는 환자 간의 감염경로 분석, 집단감염의 조기 인지, 재발 및 재감염의 감별 등의 확인에 어려움이 있다. 이러한 이유로 전 세계적으로 분자역학 분석법을 활용하여 결핵균의 감염경로를 확인하고 있으며, 질병관리청에서는 '결핵균 감염경로 추적감시망'을 운영하여 국내 발생 결핵균의 유전학적 특성 분석을 통한 계통학적 연관성 확인 및 데이터베이스 구축으로 결핵균의 전파 예방 및 관리를 위한 과학적 근거를 제시하고 있다.

본 조사에서는 2016년부터 2024년까지 결핵 역학조사를 통해 확인된 가족 내 전파로 의심되는 사례를 대상으로 유전형 분석을 통한 분자역학적 연관성 및 특성을 파악하여 국가 결핵관리를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

## 방 법

### 1. 연구 대상 선별 및 DNA 추출

2016년부터 2024년까지 결핵 역학조사를 통해 집단발생으로 확인된 521사례 중 가족 내 전파로 의심되는 20사례(43명)를 선별하였고, 환자 정보, 항결핵제 내성 결과 및 배양 균주는 역학조사를 통해 수집하였다.

수집된 균주는 생물안전 3등급 실험실에서 불활화 과정을 거쳤고, 생물안전 2등급 실험실에서 Quick-DNA Fungal/Bacterial Miniprep Kit (Zymo Research)를 이용해 DNA를 추출하여 실험에 사용하였다.

## 2. Spoligotyping 및 24유전자좌 MIRU-VNTR

Spoligotyping은 spoligotyping 키트(Ocimum Biosolutions)를 사용하여 제조사의 방법으로 수행하였고, 결과는 SITVIT2 (<http://pasteur-guadeloupe.fr.8081/SITVIT2>) 및 TB insight (<https://tbinsight.cs.rpi.edu>) 데이터베이스를 활용하여 결핵균 계통을 분석하였다.

24유전자좌 mycobacterial interspersed repetitive unit-variable number tandem repeat (MIRU-VNTR)은 증폭된 PCR 산물을 ABI 3500xL DNA Analyzer (Applied Biosystems)로 fragment 분석을 하였고, GeneMapper 4.0 (Applied Biosystems)을 이용하여 GeneScan 1200 (Applied Biosystems)을 기준으로 각 유전자좌의 반복수를 확인하였다[9].

## 3. 유전형 검사(Molecular Typing) 결과 분석

Spoligotyping과 MIRU-VNTR 패턴은 엑셀 스프레드시트(Microsoft)로 수치화하였고 BioNumerics 8.0 (Applied Maths) 소프트웨어를 사용하여 분석하였다. 패턴 간의 유사도를 계산하기 위해 unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA) 알고리즘을 적용하여 덴드로그램을 생성했고, 결핵균 유전형(tuberculosis genotype)은 네 자리의 숫자를 순서대로 부여하여 구분하였다. 2명 이상의 결핵환자가 접촉력을 가지면서 분리 결핵균 간 유전형이 일치하거나 MIRU-VNTR 분석 결과 1개 유전자좌에서 2개 대립유전자(allele) 차이 이내인 경우에는 분자역학적 연관성이 있는 것으로 판정하였다[10,11].

## 결 과

### 1. 가족 내 결핵 전파사례의 환자 분포

2016년부터 2024년 결핵 역학조사를 통해 가족 간 전파로 의심사례는 총 20사례로, 43명의 환자가 확인되었다. 이 중 38명은 대한민국, 3명은 우간다, 2명은 베트남 국적이었

으며, 남성이 26명(60.5%), 여성이 17명(39.5%)이었다. 결핵 환자의 연령대는 0세에서 61세(평균 31.7세)였으며, 5세 미만 3명, 5-12세 1명, 13-19세 9명으로, 전체 미성년자는 13명(30.2%)이었다. 전체 환자 43명은 부모 15명(39.5%), 자녀 17명(39.5%), 형제·자매 8명(18.6%), 친척 1명(2.3%), 동거인 2명(4.7%)이었다.

전체 20사례 내의 각 사례는 2-3명의 결핵환자로 구성되어 있었다. 가장 많은 결핵 전파 의심사례는 부모-자녀로 15사례(75%)였으며, 다음으로 형제-자매 4사례, 동거인 1사례 순이었다. 지표환자 발생 신고 당시의 생활 형태는 동거 12사례(60%), 비동거 7사례(35%)였다. 나머지 1사례는 3명의 가족 중 2명은 동거, 1명은 비동거 상태였다(표 1).

지표환자와 추가환자 간의 발생 신고일 차이는 2-2,241일로 평균 291일이었다. 지표-추가환자 신고일 차이가 1년 이상인 4사례의 신고일 차이 평균은 1,236일이었다.

## 2. 유전형 검사 결과

Spoligotyping 결과 분석을 위해 SITVIT2 및 TB insight 데이터베이스를 활용하여 계통과 clade를 분류하였다. Spoligotyping 분석 결과, 전체 20사례(43명)에서 확인된 결핵균은 4개의 계통 및 5개 clade로 구분되었다. 각 전파 의심사례에서 분리된 결핵균의 계통과 clade는 모두 동일하였다. 총 20사례 중 18사례(38명)는 East-Asian 계통의 Beijing clade로 확인되었고, 1사례(3명)는 Euro-American 계통의 unknown clade, 나머지 1사례(2명)는 East-African-Indian 계통의 Central Asian Strain (CAS) clade였다. 내국인 38명 중 36명은 East-Asian 계통의 Beijing clade였으며, 나머지 2명은 East-African-Indian 계통의 CAS clade였다. 외국인 중 우간다 국적 3명에서 분리된 결핵균의 spoligotyping 분석 결과는 Euro-American 계통의 unknown clade였다. 베트남 국적 2명은 East-Asian 계통의 Beijing clade로 확인되었다.

전체 환자의 결핵균은 22종류의 MIRU-VNTR 패턴으로

표 1. 국내 가족 간 전파 20사례의 환자 분포 현황

| 연번 | 사례 | 신고일<br>차이(일) | 성별    | 나이(세) | 관계 | 과거력 | 가족형태 | 국적  | 유전형  |         |
|----|----|--------------|-------|-------|----|-----|------|-----|------|---------|
| 1  | A  | A1           | 0     | 남     | 14 | 아들  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG0338 |
| 2  |    | A2           | 9     | 남     | 51 | 아빠  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG0338 |
| 3  |    | A3           | 38    | 여     | 19 | 딸   | -    | 동거  | 대한민국 | TBG0338 |
| 4  | B  | B1           | 0     | 남     | 51 | 아빠  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG5882 |
| 5  |    | B2           | 133   | 남     | 22 | 아들  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG5882 |
| 6  | C  | C1           | 0     | 여     | 54 | 엄마  | -    | 비동거 | 대한민국 | TBG0084 |
| 7  |    | C2           | 116   | 남     | 28 | 아들  | -    | 비동거 | 대한민국 | TBG0084 |
| 8  | D  | D1           | 0     | 남     | 20 | 형제  | -    | 비동거 | 베트남  | TBG1054 |
| 9  |    | D2           | 84    | 남     | 20 | 형제  | -    | 비동거 | 베트남  | TBG1054 |
| 10 | E  | E1           | 0     | 여     | 27 | 동거인 | -    | 동거  | 대한민국 | TBG2397 |
| 11 |    | E2           | 2,241 | 여     | 30 | 동거인 | -    | 동거  | 대한민국 | TBG2397 |
| 12 | F  | F1           | 0     | 남     | 57 | 남매  | O    | 동거  | 대한민국 | TBG5964 |
| 13 |    | F2           | 88    | 여     | 55 | 남매  | O    | 동거  | 대한민국 | TBG5965 |
| 14 | G  | G1           | 0     | 남     | 29 | 아들  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG0014 |
| 15 |    | G2           | 188   | 여     | 61 | 엄마  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG0014 |
| 16 | H  | H1           | 0     | 여     | 20 | 딸   | -    | 동거  | 대한민국 | TBG5916 |
| 17 |    | H2           | 7     | 남     | 52 | 아빠  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG5916 |
| 18 | I  | I1           | 0     | 여     | 18 | 딸   | -    | 동거  | 대한민국 | TBG0035 |
| 19 |    | I2           | 6     | 여     | 50 | 엄마  | O    | 동거  | 대한민국 | TBG0035 |
| 20 | J  | J1           | 0     | 남     | 48 | 아빠  | O    | 동거  | 대한민국 | TBG0644 |
| 21 |    | J2           | 14    | 남     | 14 | 아들  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG0644 |
| 22 | K  | K1           | 0     | 남     | 28 | 아빠  | -    | 비동거 | 대한민국 | TBG0548 |
| 23 |    | K2           | 186   | 남     | 57 | 아들  | -    | 비동거 | 대한민국 | TBG0546 |
| 24 | L  | L1           | 0     | 남     | 57 | 아빠  | O    | 비동거 | 대한민국 | TBG5676 |
| 25 |    | L2           | 15    | 남     | 25 | 아들  | -    | 비동거 | 대한민국 | TBG5676 |
| 26 | M  | M1           | 0     | 여     | 18 | 딸   | -    | 비동거 | 대한민국 | TBG5675 |
| 27 |    | M2           | 34    | 남     | 51 | 아빠  | -    | 비동거 | 대한민국 | TBG5675 |
| 28 | N  | N1           | 0     | 여     | 17 | 딸   | -    | 동거  | 대한민국 | TBG2121 |
| 29 |    | N2           | 8     | 남     | 49 | 아빠  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG2121 |
| 30 | O  | O1           | 0     | 남     | 23 | 형제  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG0938 |
| 31 |    | O2           | 29    | 남     | 21 | 형제  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG0938 |
| 32 | P  | P1           | 0     | 여     | 24 | 딸   | -    | 비동거 | 대한민국 | TBG0569 |
| 33 |    | P2           | 484   | 여     | 55 | 엄마  | O    | 비동거 | 대한민국 | TBG0569 |
| 34 | Q  | Q1           | 0     | 남     | 7  | 형제  | -    | 비동거 | 대한민국 | TBG4550 |
| 35 |    | Q2           | 7     | 남     | 4  | 형제  | -    | 비동거 | 대한민국 | TBG4550 |
| 36 | R  | R1           | 0     | 여     | 35 | 엄마  | -    | 동거  | 우간다  | TBG4706 |
| 37 |    | R2           | 2     | 여     | 0  | 딸   | -    | 동거  | 우간다  | TBG4706 |
| 38 |    | R3           | 2     | 남     | 0  | 아들  | -    | 동거  | 우간다  | TBG4706 |
| 39 | S  | S1           | 0     | 남     | 52 | 아빠  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG1050 |
| 40 |    | S2           | 1,444 | 남     | 16 | 아들  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG1050 |
| 41 | T  | T1           | 0     | 여     | 18 | 사촌  | -    | 비동거 | 대한민국 | TBG1462 |
| 42 |    | T2           | 778   | 여     | 14 | 딸   | -    | 동거  | 대한민국 | TBG1462 |
| 43 |    | T3           | 778   | 남     | 53 | 아빠  | -    | 동거  | 대한민국 | TBG1462 |

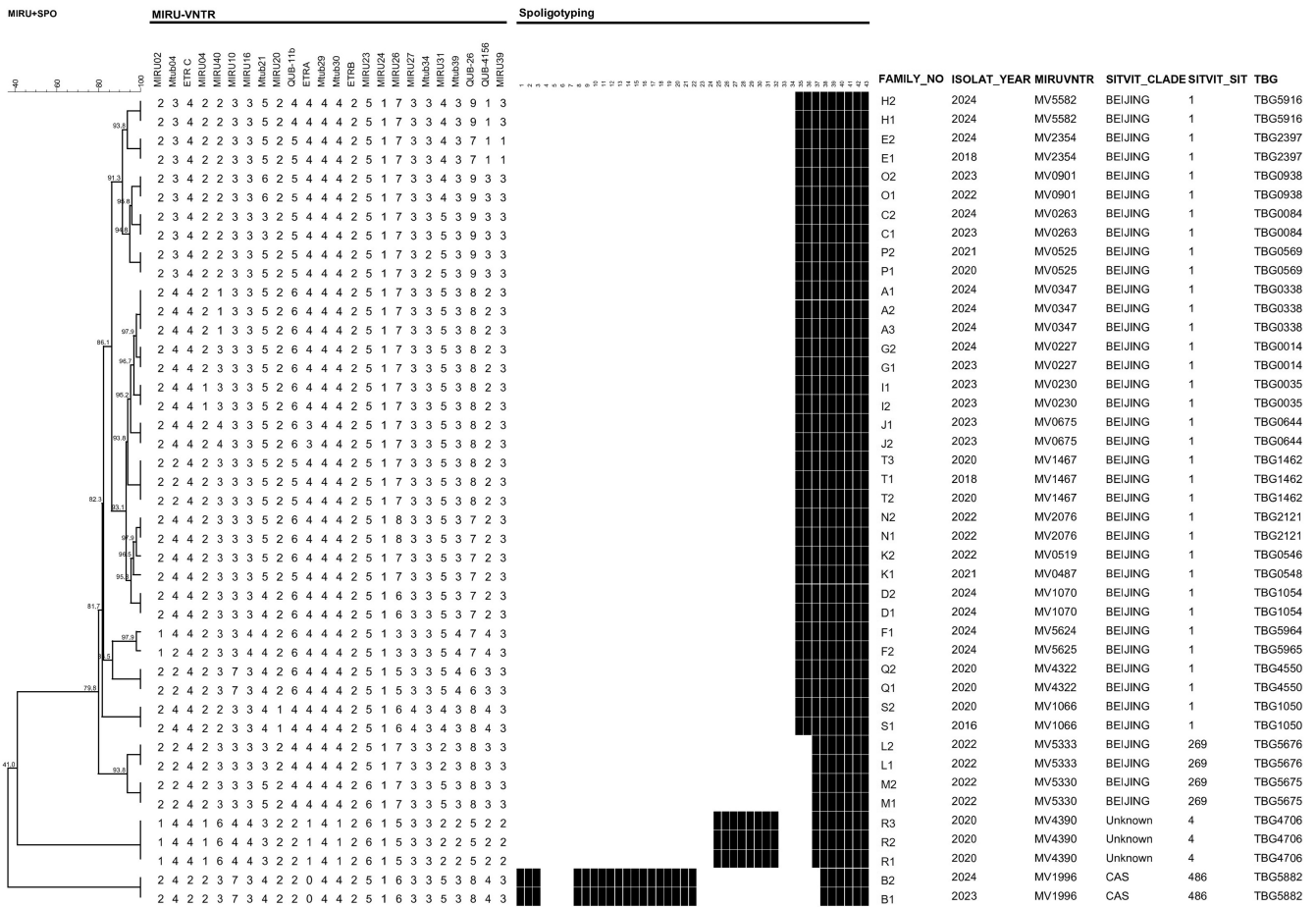
TBG=tuberculosis genotype.

구분되었다. 18사례(39명)의 결핵균은 각 사례별로 동일한 패턴이, F 사례(2명)에서는 24유전자좌 중 Mtub04에서 2 repeat, K 사례(2명)에서는 Qub11b에서 1 repeat 차이가 확인되었다.

Spoligotyping 및 MIRU-VNTR 결과를 바탕으로 유전형 분석한 결과, 전체 환자는 22개의 유전형으로 구분되었다. 18개 사례의 경우, 각 사례에서 분리된 결핵환자들의 유전형이 일치한 것으로 확인되었다. MIRU-VNTR 패턴에서 차이를 보였던 F 사례(TBG5964, TBG5965)와 K 사례(TBG0548, TBG0546)는 MIRU-VNTR 결과에서 단일 유전자좌에서 1개 또는 2개 대립유전자 차이를 보여 분자역학적 연관성이 있는 것으로 판정하였다(그림 1).

### 3. 항결핵제 내성

20사례 중 5사례(10명)에서 한 가지 이상 항결핵제에 내성이 있는 것으로 확인되었다. 4사례(8명)은 이소니아지드와 리팜핀에 내성을 보이는 다제내성결핵 환자였으며, F 사례(2명)는 이소니아지드와 리팜핀에 내성이면서 퀴놀론계 약제(레보플록사신, 목시플록사신)와 A군 약제(리네졸리드)에 내성을 보여 광범위약제내성결핵 환자로 확인되었고, 두 환자 모두 과거력이 확인되었다. L 사례의 경우 지표환자가, P 사례의 경우 추가환자가 과거력이 있었으나, 이 두 사례를 포함한 전체 5사례의 지표-추가환자의 항결핵제 내성 결과는 일치하였다(표 2).



**그림 1.** 국내 가족간 전파 20사례의 MIRU-VNTR과 spoligotype 조합 분석 계통도  
MIRU-VNTR=Mycobacterial interspersed repetitive unit-variable number tandem repeat; SPO=spoligotyping; TBG=tuberculosis genotype.

## 논 의

국내 가족 내 결핵 전파사례의 분자역학적 연관성 및 특성 확인을 위해 2016년부터 2024년까지 역학조사를 통해 가족 내 전파로 의심된 20사례(43명)에서 분리된 결핵균을 대상으로 spoligotyping 및 MIRU-VNTR을 통한 결핵균 유전형을 분석하였다.

Spoligotyping 결과, 20사례(43명)에서 수집된 결핵균은 각 사례에서 모두 동일한 계통 및 clade가 확인되었다. 18사례(38명)에서 확인된 East-Asian 계통의 Beijing clade는, 국내에서 가장 흔하게 발견(80.5%)되는 계통으로 알려져 있다[12].

유전형 검사 결과 각 사례의 결핵균 유전형은 모두 일치하였고, 가족 내에서 동일한 결핵균이 전파된 것으로 확인되었다. 전체 20사례 중, 동거 및 비동거 사례 모두 유전형이 일치하였다. 본 조사 결과, 2개 사례(I 및 P 사례)에서 지표환자가 아닌 추가환자에서 과거력이 확인되었는데, 이는 과거 감염이 완전히 치료된 후 지표환자에 의해 다시 감염되었거나, 과거 감염 시 지표환자에게 감염을 일으키고 재발했을 가능성이 존재한다. 이러한 사례를 분석하기 위해서는 지속적인 유전형 검사가 필요할 것으로 사료된다.

각 사례별 지표환자와 추가환자 간 환자 신고일 차이를 분석한 결과, 17사례는 2년 이내였으며 3사례는 2년 이상으로 E 사례는 2,241일, S 사례는 1,444일, T 사례 778일이었다. 통상적으로 분자역학적 방법은 발병일 기준 2년 이내에 적용 가능한 것으로 알려져 있다[13]. 그러나 결핵균 유전형 분석을 이용해 재발과 재감염 여부를 판단한 보고[14]에 따르면 일부 재발환자에서 초회와 2차 발병 간 시차가 6년이 경과한 경우에도 동일한 유전형을 가진 결핵균이 분리되어, 본 연구에서도 초회-추가환자 간 신고일이 2년 이상으로 확인된 3가지 사례는 동일한 유전형을 가진 결핵균에 의한 전파사례로 판단하였다.

국외의 경우, 국가마다 가족 간 전파사례에서 결핵균 유전형 일치율이 상이한 것으로 보고되고 있다. 남아프리카공화국의 경우, 유전형 일치율이 18.7%에 불과하였으나[15], 폴란드 및 영국의 경우 90%, 75%의 높은 일치율을 보였다[7,8]. 이러한 결과는 각 국가의 결핵 발생률의 차이로 인하여, 지역 사회 내에서 결핵환자와 쉽게 접촉할 수 있는 환경이 만들어졌기 때문으로 알려져 있다[15].

전체 사례에서 확인된 유전형은 각 사례별로 모두 다른 유형이었다. 베트남 국적 가족으로 구성된 D 사례(2명)의 유

표 2. 항결핵제 내성이 확인된 사례

| 사례 | 유전형 | 발생일     | 과거력      | 약제 내성 |                                           |
|----|-----|---------|----------|-------|-------------------------------------------|
| F  | F1  | TBG5964 | 20240510 | O     | 이소니아지드, 리팜핀, 레보플록사신, 목시플록사신, 오픈록사신, 리네졸리드 |
|    | F2  | TBG5965 | 20240805 | O     | 이소니아지드, 리팜핀, 레보플록사신, 목시플록사신, 오픈록사신, 리네졸리드 |
| G  | G1  | TBG0014 | 20230303 | X     | 이소니아지드, 리팜핀                               |
|    | G2  | TBG0014 | 20230906 | X     | 이소니아지드, 리팜핀                               |
| L  | L1  | TBG5676 | 20211122 | O     | 이소니아지드, 리팜핀                               |
|    | L2  | TBG5676 | 20211206 | X     | 이소니아지드, 리팜핀                               |
| P  | P1  | TBG0569 | 20200116 | X     | 이소니아지드, 리팜핀                               |
|    | P2  | TBG0569 | 20210513 | O     | 이소니아지드, 리팜핀                               |
| S  | S1  | TBG1050 | 20160608 | X     | 이소니아지드, 리팜핀                               |
|    | S2  | TBG1050 | 20200521 | X     | 이소니아지드, 리팜핀                               |

TBG=tuberculosis genotype.

전형은 TBG1054로, 국내 유전형 데이터베이스에서 총 6건이 확인되었고, 이 중 5건이 베트남 국적의 환자에서 분리된 균주로 확인되었다. 또한 우간다 국적으로 구성된 R 사례의 TBG4706은 해당 사례의 3명에게서만 확인되어, TBG1054와 TBG4706 균주는 국내 감염이 아닌 자국 내 감염 후 우리나라에서 발병한 것으로 추정된다.

R 사례의 경우 산모와 생후 2개월의 쌍둥이 자녀가 거의 동시에 진단된 사례로, 무증상 결핵 보균자였던 산모를 통하여 쌍둥이 자녀가 감염된 선천성 결핵(congenital tuberculosis)으로 보고되었다[16].

분자역학적 분석 결과와 결핵 접촉자 조사 결과를 함께 분석한 결과, 가족 내 결핵 전파사례는 가족 간 역학적 연관관계를 가지는 것을 확인하였다. 이는 가정 내에서의 결핵의 예방 및 관리가 매우 중요하다는 것을 시사하며, 가족 내 결핵환자 발생 시 접촉자 조사 및 진단으로 결핵 전파를 효과적으로 예방할 수 있을 것으로 사료된다. 질병관리청은 가족 내 전파의 심사례와 더불어 집단발생 의심사례의 감염경로 규명을 위한 분자역학 분석으로 국가결핵관리를 위한 근거자료를 지속적으로 제공해 나갈 것이다.

## Declarations

**Ethics Statement:** None.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: YMK, SWP, DHK, JIY. Data curation: YMK, JSL, MJL, SWP, JAS, SJC, JEK. Formal analysis: YMK, JSL, MJL, SWP. Investigation: YMK, JSL, MJL, SWP, JAS, SJC, JEK. Methodology: YMK, JSL, MJL, SWP, DHK, JIY. Supervision: DHK, JIY.

Visualization: YMK, SWP. Writing – original draft: YMK, SWP. Writing – review & editing: DHK, JIY, JAS, SJC, JEK.


## References

1. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2023. WHO; 2023.
2. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Annual report on the notified tuberculosis in Korea, 2023. Cheongju: KDCA; 2024 Mar. Report No.: 11-1790387-000332-10.
3. Afshari M, Dehmardeh A, Hoseini A, Moosazadeh M. Tuberculosis infection among children under six in contact with smear positive cases: a study in a hyper endemic area of Iran. *J Clin Tuberc Other Mycobact Dis* 2023;30:100347.
4. Debulpaep S, Dreesman A, Dirix V, et al. Tuberculosis transmission in a primary school and a private language school. An estimation of infectivity. *Front Pediatr* 2020;8:10.
5. Seto J, Wada T, Suzuki Y, et al. Mycobacterium tuberculosis transmission among elderly persons, Yamagata Prefecture, Japan, 2009-2015. *Emerg Infect Dis* 2017;23:448-55.
6. Shim J, Han S, Kim J, et al. Results of the tuberculosis contact investigation, 2023. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1519-33.
7. Kozińska M, Augustynowicz-Kopeć E. The incidence of tuberculosis transmission among family members and outside households. *Pneumonol Alergol Pol* 2016;84:271-7.
8. Lalor MK, Anderson LF, Hamblion EL, et al. Recent household transmission of tuberculosis in England, 2010-2012: retrospective national cohort study combining epidemiological and molecular strain typing data. *BMC Med* 2017;15:105.
9. Jeon S, Lim N, Park S, Park M, Kim S. Comparison of PFGE, IS6110-RFLP, and 24-locus MIRU-VNTR for molecular epidemiologic typing of *Mycobacterium tuberculosis* isolates with known epidemic connections. *J Microbiol Biotechnol* 2018;28:338-46.
10. Augustynowicz-Kopeć E, Jagielski T, Kozińska M, et al. Transmission of tuberculosis within family-households. *J Infect* 2012;64:596-608.



11. Hunter PR, Gaston MA. Numerical index of the discriminatory ability of typing systems: an application of Simpson's index of diversity. *J Clin Microbiol* 1988;26:2465-6.
12. Ha JM, Lee JS, Kim YM, et al. Characteristics of *Mycobacterium tuberculosis* isolates from contact investigations in Korea, 2015-2017. *Public Health Wkly Rep* 2018;11:1694-7.
13. Public Health England. TB strain typing and cluster investigation handbook. 3rd ed. Public Health England; 2014.
14. Savine E, Warren RM, van der Spuy GD, et al. Stability of variable-number tandem repeats of mycobacterial interspersed repetitive units from 12 loci in serial isolates of *Mycobacterium tuberculosis*. *J Clin Microbiol* 2002;40:4561-6.
15. McCreesh N, White RG. An explanation for the low proportion of tuberculosis that results from transmission between household and known social contacts. *Sci Rep* 2018;8:5382.
16. Park J, Kim KS, Kim YW, et al. A case of congenital tuberculosis-infected twins born to a mother with asymptomatic tuberculosis during pregnancy. *Med Biol Sci Eng* 2022;5:41-5.

# Molecular Epidemiological Analysis of Tuberculosis Transmission in Households in Republic of Korea, 2016–2024

YoungMi Kim<sup>1</sup> , JeongSeob Lee<sup>1</sup> , MinJi Lee<sup>1</sup> , Jiae Shim<sup>2</sup> , Seongju Choi<sup>2</sup> ,  
Jieun Kim<sup>2</sup> , Seong Wook Pyo<sup>1</sup> , DongHyeok Kim<sup>1</sup> , Jaeil Yoo<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Division of Bacterial Diseases, Department of Laboratory Diagnosis and analysis, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea, <sup>2</sup>Division of Tuberculosis Policy, Department of Infectious Disease Policy, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

## ABSTRACT

**Objectives:** Tuberculosis (TB) is an airborne infectious disease transmitted through droplets from coughing or sneezing. The risk of *Mycobacterium tuberculosis* complex infection is high among close contacts sharing living or working spaces with patients with TB. The Korea Disease Control and Prevention Agency conducts close contact investigations targeting household contacts to prevent TB spread through early detection and treatment. As part of these investigations, TB strain genotyping is performed to analyze the molecular epidemiological links.

**Methods:** From 2016 to 2024, the epidemiological information and molecular epidemiological characteristics of 20 suspected cases of household transmission involving 43 individuals were analyzed following their identification through investigations. Spoligotyping and 24-locus mycobacterial interspersed repetitive unit-variable number tandem repeat were used for TB genotyping.

**Results:** Each case of suspected intrafamilial TB transmission involved 2–3 patients, including parent-child (15 cases), sibling (4 cases), and cohabitant (1 case) transmissions. At the time of index notification, 12 cases (60%) involved cohabitation, while 7 cases (35%) did not. The time difference between the index and additional case notifications ranged from 2 to 2,241 (average 291) days. The TB genotyping results confirmed molecular epidemiological links between each suspected case. Among the 20 cases, 5 cases (involving 10 individuals) presented drug-resistant TB, with 4 cases of multidrug-resistant TB and 1 of extensively drug-resistant TB. Drug resistance profiles were consistent within each case.

**Conclusions:** Based on the TB genotyping and contact investigations, cases of TB transmission within the household appear to have epidemiological links. To support the national TB control efforts, we plan to continue molecular epidemiological analyses of household transmission and outbreak cases.

**Key words:** Tuberculosis; Household; Transmission; Molecular epidemiology

\*Corresponding author: Jaeil Yoo, Tel: +82-43-719-8110, E-mail: knihyoo@korea.kr

### Key messages

#### ① What is known previously?

Family members sharing living environments with patients with tuberculosis (TB) are known to be at a higher risk of TB infection.

#### ② What new information is presented?

Genotyping of the *Mycobacterium tuberculosis* complex (MTBC) was performed for 20 suspected cases of household transmission between 2016 and 2024, and molecular epidemiological links between MTBC strains isolated from household members were confirmed.

#### ③ What are implications?

For the prevention and management of TB transmission within households, MTBC genotyping and contact investigations are necessary to analyze the TB transmission routes.

## Introduction

Tuberculosis (TB) is designated and managed as a second-class legal infectious disease in Republic of Korea (ROK) caused by the *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) complex. As of 2022, ROK ranked second in TB incidence and fourth in mortality among the Organisation for Economic Co-operation and Development member countries [1,2]. From 39,557 cases in 2011 (78.9 per 100,000 population) to 15,640 cases in 2023 (30.6 per 100,000 population), there has been a steady decline in new cases. However, continued efforts are still needed to prevent and control TB [2].

The MTB complex is primarily transmitted through airborne droplets without a vector, and because symptoms often develop slowly, the difficulties in early recognition of TB can lead to a delayed diagnosis, making it easier to spread.

The transmission of TB is known to be high, especially in congregate settings, such as homes, schools, and hospitals, where people may have frequent contact with patients with TB and share daily routines [3-5]. TB outbreaks in congregate settings can lead to large-scale epidemics, making it a significant public health concern.

In 2023, the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) conducted an epidemiologic investigation of 11,596 TB cases, in which TB testing was performed on 21,502 household contacts and 86,302 contacts in congregate settings. As a result, 200 additional patients were identified, of which 99 were family contacts (460.4 per 100,000 population), which is approximately 15 times higher than the 2023 new case rate (30.6 per 100,000 population) [6]. In addition, genetic analysis of the MTB complex isolated from the index and additional cases in families in Poland and the United Kingdom has shown high concordance rates of 90% and 75%, respectively, indicating high levels of familial transmission [7,8]. The risk and importance of managing TB outbreaks have been emphasized more in households than in other populations because households may include immunocompromised members, such as infants, the elderly, and chronically ill individuals, who live closely together for a long time in an enclosed space [7-9].

Since TB takes a long time to develop symptoms after the infection, it is difficult to analyze the route of infection among the patients, recognize outbreaks early, and differentiate between relapses and reinfections using conventional epidemiologic surveys. For this reason, molecular epidemiological analysis methods are being used worldwide to identify the infection route of MTB. The KDCA currently operates the Korean National TB Surveillance System to identify the phylogenetic

links through the genetic characterization of domestic outbreaks and establish a database to provide scientific evidence for the prevention and control of MTB transmission.

This study aims to identify the molecular associations and characteristics of suspected familial transmission cases identified through TB epidemiologic surveillance from 2016 to 2024 by genotyping to serve as a basis for national TB control.

## Methods

### 1. Study Participants and DNA Extraction

Of the 521 cases identified as clusters from 2016 to 2024, 20 cases (43 individuals) with suspected familial transmission were selected, and patient information, drug susceptibility test results, and culture strains were additionally collected via epidemiologic surveillance.

The collected strains were inactivated in a biosafety level 3 laboratory, and DNA was extracted using the *Quick-DNA Fungal/Bacterial Miniprep Kit* (Zymo Research) in a biosafety level 2 laboratory and used in the study.

### 2. Spoligotyping and 24-loci MIRU-VNTR Genotyping

Spoligotyping was performed according to the manufacturer's instructions using a spoligotyping kit (Ocimum Biosolutions), and the results were analyzed for MTB phylogeny using the SITVIT2 (<http://pasteur-guadeloupe.fr.8081/SITVIT2>) and TB insight (<https://tbinsight.cs.rpi.edu>) databases.

In the 24-loci mycobacterial interspersed repetitive unit-variable number tandem repeat (MIRU-VNTR) genotyping process, the amplified polymerase chain reaction (PCR)

products were fragment analyzed on an ABI 3500xL DNA Analyzer (Applied Biosystems), and the copy number of each locus was determined using GeneMapper 4.0 (Applied Biosystems) based on GeneScan 1200 (Applied Biosystems) [9].

### 3. Analysis of Molecular Typing

The spoligotyping and MIRU-VNTR genotyping patterns were quantified in Excel spreadsheets (Microsoft) and analyzed using the BioNumerics 8.0 (Applied Maths) software. To calculate the similarity between patterns, the unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA) algorithm was applied to create a dendrogram, and the TB genotypes were categorized by sequentially assigning four-digit numbers. A molecular link was determined to exist if two or more patients with TB had contact and the isolates were genotypically identical or within two alleles of each other at one locus by MIRU-VNTR genotyping analysis [10,11].

## Results

### 1. Distribution of Tuberculosis Transmission Cases within Families

From 2016 to 2024, 20 suspected cases of family-to-family transmission were identified through TB epidemiologic surveillance, 43 patients were identified. The nationalities of these patients were 38 in ROK, 3 in Uganda, 2 in Vietnam, with 26 (60.5%) being men and 17 (39.5%) being women. The patients ranged in age from 0 to 61 years (mean, 31.7 years), with three patients under 5 years of age, one patient in the 5–12 age group, nine patients in the 13–19 age group, and 13 (30.2%) minor patients. The patients included 15 parents (34.9%), 17

**Table 1.** Epidemiologic and molecular characteristics of 43 patients, members of 20 families in household transmission in Republic of Korea

| No. | Case | Difference of notification date | Sex   | Age (yr) | Relationship | History of TB | Living arrangement | Nationality      | TBG     |         |
|-----|------|---------------------------------|-------|----------|--------------|---------------|--------------------|------------------|---------|---------|
| 1   | A    | A1                              | 0     | M        | 14           | Son           | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG0338 |
| 2   |      | A2                              | 9     | M        | 51           | Father        | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG0338 |
| 3   |      | A3                              | 38    | F        | 19           | Daughter      | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG0338 |
| 4   | B    | B1                              | 0     | M        | 51           | Father        | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG5882 |
| 5   |      | B2                              | 133   | M        | 22           | Son           | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG5882 |
| 6   | C    | C1                              | 0     | F        | 54           | Mother        | -                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG0084 |
| 7   |      | C2                              | 116   | M        | 28           | Son           | -                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG0084 |
| 8   | D    | D1                              | 0     | M        | 20           | Brother       | -                  | Non-cohabitation | Vietnam | TBG1054 |
| 9   |      | D2                              | 84    | M        | 20           | Brother       | -                  | Non-cohabitation | Vietnam | TBG1054 |
| 10  | E    | E1                              | 0     | F        | 27           | Live together | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG2397 |
| 11  |      | E2                              | 2,241 | F        | 30           | Live together | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG2397 |
| 12  | F    | F1                              | 0     | M        | 57           | Brother       | O                  | Cohabitation     | Korea   | TBG5964 |
| 13  |      | F2                              | 88    | F        | 55           | Sister        | O                  | Cohabitation     | Korea   | TBG5965 |
| 14  | G    | G1                              | 0     | M        | 29           | Son           | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG0014 |
| 15  |      | G2                              | 188   | F        | 61           | Mother        | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG0014 |
| 16  | H    | H1                              | 0     | F        | 20           | Daughter      | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG5916 |
| 17  |      | H2                              | 7     | M        | 52           | Father        | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG5916 |
| 18  | I    | I1                              | 0     | F        | 18           | Daughter      | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG0035 |
| 19  |      | I2                              | 6     | F        | 50           | Mother        | O                  | Cohabitation     | Korea   | TBG0035 |
| 20  | J    | J1                              | 0     | M        | 48           | Father        | O                  | Cohabitation     | Korea   | TBG0644 |
| 21  |      | J2                              | 14    | M        | 14           | Son           | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG0644 |
| 22  | K    | K1                              | 0     | M        | 28           | Father        | -                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG0548 |
| 23  |      | K2                              | 186   | M        | 57           | Son           | -                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG0546 |
| 24  | L    | L1                              | 0     | M        | 57           | Father        | O                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG5676 |
| 25  |      | L2                              | 15    | M        | 25           | Son           | -                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG5676 |
| 26  | M    | M1                              | 0     | F        | 18           | Daughter      | -                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG5675 |
| 27  |      | M2                              | 34    | M        | 51           | Father        | -                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG5675 |
| 28  | N    | N1                              | 0     | F        | 17           | Daughter      | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG2121 |
| 29  |      | N2                              | 8     | M        | 49           | Father        | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG2121 |
| 30  | O    | O1                              | 0     | M        | 23           | Brother       | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG0938 |
| 31  |      | O2                              | 29    | M        | 21           | Brother       | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG0938 |
| 32  | P    | P1                              | 0     | F        | 24           | Daughter      | -                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG0569 |
| 33  |      | P2                              | 484   | F        | 55           | Mother        | O                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG0569 |
| 34  | Q    | Q1                              | 0     | M        | 7            | Brother       | -                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG4550 |
| 35  |      | Q2                              | 7     | M        | 4            | Brother       | -                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG4550 |
| 36  | R    | R1                              | 0     | F        | 35           | Mother        | -                  | Cohabitation     | Uganda  | TBG4706 |
| 37  |      | R2                              | 2     | F        | 0            | Daughter      | -                  | Cohabitation     | Uganda  | TBG4706 |
| 38  |      | R3                              | 2     | M        | 0            | Son           | -                  | Cohabitation     | Uganda  | TBG4706 |
| 39  | S    | S1                              | 0     | M        | 52           | Father        | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG1050 |
| 40  |      | S2                              | 1,444 | M        | 16           | Son           | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG1050 |
| 41  | T    | T1                              | 0     | F        | 18           | Cousin        | -                  | Non-cohabitation | Korea   | TBG1462 |
| 42  |      | T2                              | 778   | F        | 14           | Daughter      | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG1462 |
| 43  |      | T3                              | 778   | M        | 53           | Father        | -                  | Cohabitation     | Korea   | TBG1462 |

TB=tuberculosis; TBG=tuberculosis genotype; M=male; female.

children (39.5%), eight siblings (18.6%), one relative (2.3%), and two cohabitants (4.7%).

Each of the 20 suspected cases consisted of two to three patients with TB. The largest number of suspected TB transmission cases were parent-to-child with 15 cases (75%), followed by siblings with 4 cases, and cohabitants with 1 case. The living arrangements at the time of the reporting of the index patient were cohabitation in 12 cases (60%) and non-cohabitation in 7 cases (35%). The remaining case involved a family of three, in which two were cohabiting and one was living separately (Table 1).

The difference in the date of occurrence between the index patient and the additional patients was 2 to 2,241 days, with an average of 291 days. The average difference in the reported date of occurrence for the four cases where the difference was more than 1 year between the index and additional patients was 1,236 days.

## 2. Genotyping Results

Lineages and clades were classified using SITVIT2 and TB insight databases to analyze the spoligotyping results. Results showed that the MTB complex identified in the 20 cases (43 patients) belonged to 4 lineages and 5 clades. The lineages and clades of MTB isolated from each suspected case of transmission were all identical. Of the 20 total cases, 18 cases (38 patients) were in the Beijing clade of the East-Asian lineage, one case (3 patients) was in an unknown clade of the Euro-American lineage, and one case (2 patients) was in the Central Asian strain (CAS) clade of the East-African-Indian (EAI) lineage. Of the 38 natives, 36 were in the Beijing clade of the East-Asian lineage, and the remaining two were in the CAS clade of the EAI lineage. Spoligotyping of the MTB complex isolated

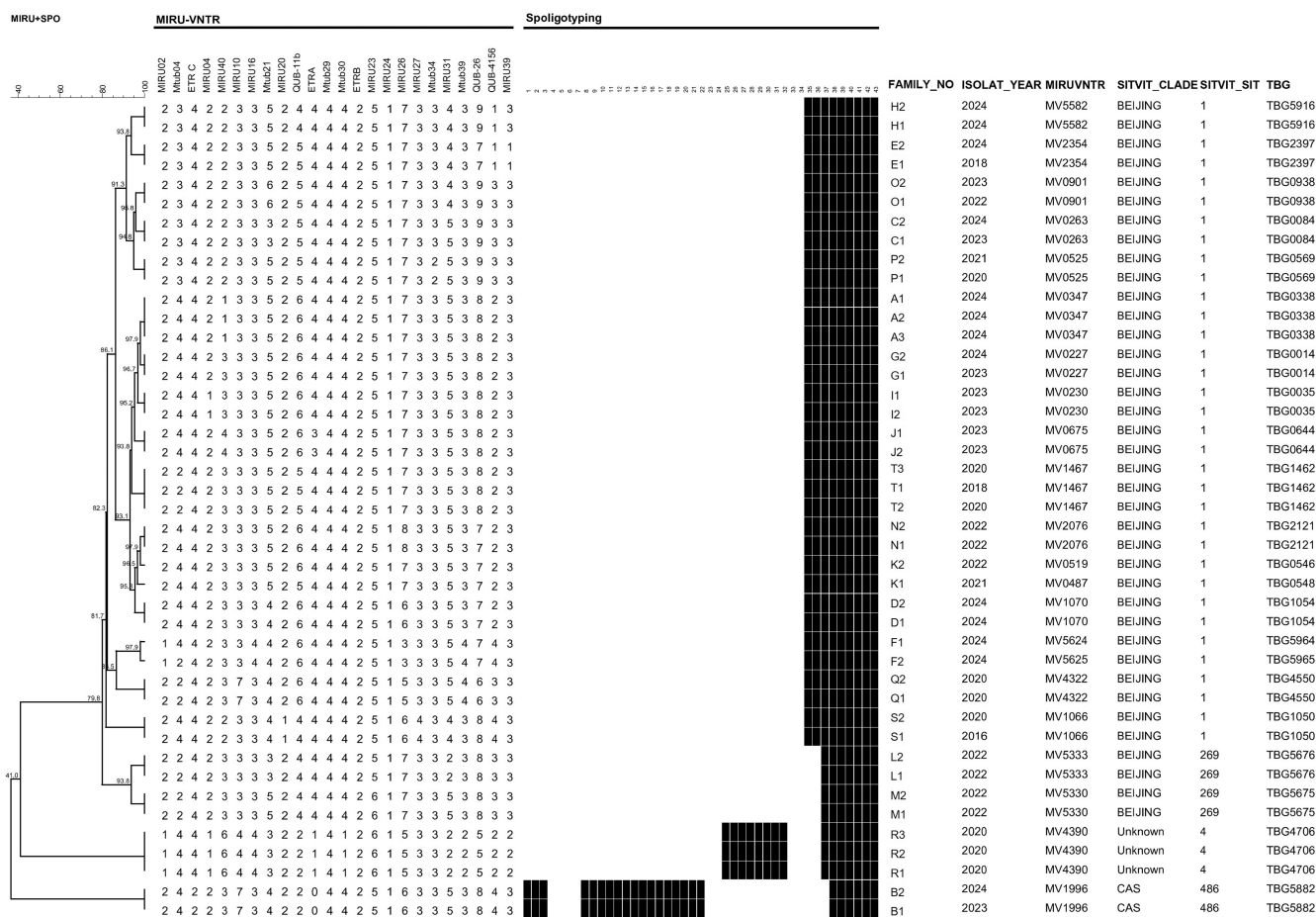
from three Ugandan nationals among the foreign nationals showed an unknown clade of the Euro-American lineage. Two Vietnamese nationals were categorized in the Beijing clade of the East-Asian lineage.

MTB in all patients was characterized by 22 different MIRU-VNTR patterns. The same pattern was seen in each of the 18 cases (39 patients), with 2 repeat differences in Mtub04 of 24-loci in case F (2 patients) and 1 repeat difference in Qub11b in case K (2 patients).

Based on the spoligotyping and MIRU-VNTR results, the genotypes were analyzed, and all patients were divided into 22 genotypes. In 18 cases, the genotypes of the patients with TB isolated from each case were confirmed to be identical. Cases F (TBG5964, TBG5965) and K (TBG0548, TBG0546), which showed differences in the MIRU-VNTR patterns, were determined to be molecularly related as they showed one or two allelic differences at a single locus in the MIRU-VNTR results (Figure 1).

## 3. Drug Resistance Profiling

Five of the 20 cases (10 patients) were found to be resistant to one or more anti-TB drugs. Four cases (8 patients) were multidrug-resistant to isoniazid and rifampin. Case F (2 patients) was classified extensively resistant TB, because it was resistance to isoniazid and rifampin, along with quinolones (levofloxacin, moxifloxacin) and group A drugs (linezolid). Both patients had a history of TB infection. The index patient in case L and the additional patient in case P had a history of TB; however, the TB drug resistance results of the index and additional patients in all five cases, including these two cases, were consistent (Table 2).



**Figure 1.** Comparative dendrogram combining MIRU-VNTR and spoligotyping results obtained from 20 family-households in Republic of Korea

MIRU-VNTR=Mycobacterial interspersed repetitive unit-variable number tandem repeat; SPO=spoligotyping; TBG=tuberculosis genotype.

## Discussion

To identify the molecular association and characteristics of intrafamilial TB transmission cases in ROK, MTB isolated from 20 cases (43 patients) suspected of intrafamilial transmission from 2016 to 2024 were genotyped using spoligotyping and MIRU-VNTR.

Spoligotyping revealed that the isolated MTB bacteria belonged to the same strain and clade in each of the 20 cases (43 patients). The Beijing clade of the East-Asian lineage, identified in 18 cases (38 patients), is the most common clade (80.5%) in ROK [12].

Genotyping confirmed that the MTB genotypes of each case were identical and that the same strain was transmitted within the families. In all 20 cases, the genotypes of each case were identical, both cohabiting and non-cohabiting families. In two cases (cases I and P), a past history of TB was identified in the additional patients. This suggests that the index patient may have been reinfected after the past infection was completely cured, or the index patient may have been infected during the past infection and then relapsed. Continued genotyping will be necessary to analyze these cases.

As a result of analyzing the difference in patient reporting dates between the index patient and additional patients

**Table 2.** Data on cases of household transmission of drug-resistant

| Case | TBG | Date of notification | History of TB | Drug-resistant profile |                                                                       |
|------|-----|----------------------|---------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| F    | F1  | TBG5964              | 20240510      | O                      | Isoniazid, Rifampin, Levofloxacin, Moxifloxacin, Ofloxacin, Linezolid |
|      | F2  | TBG5965              | 20240805      | O                      | Isoniazid, Rifampin, Levofloxacin, Moxifloxacin, Ofloxacin, Linezolid |
| G    | G1  | TBG0014              | 20230303      | X                      | Isoniazid, Rifampin                                                   |
|      | G2  | TBG0014              | 20230906      | X                      | Isoniazid, Rifampin                                                   |
| L    | L1  | TBG5676              | 20211122      | O                      | Isoniazid, Rifampin                                                   |
|      | L2  | TBG5676              | 20211206      | X                      | Isoniazid, Rifampin                                                   |
| P    | P1  | TBG0569              | 20200116      | X                      | Isoniazid, Rifampin                                                   |
|      | P2  | TBG0569              | 20210513      | O                      | Isoniazid, Rifampin                                                   |
| S    | S1  | TBG1050              | 20160608      | X                      | Isoniazid, Rifampin                                                   |
|      | S2  | TBG1050              | 20200521      | X                      | Isoniazid, Rifampin                                                   |

TBG=tuberculosis genotype; TB=tuberculosis.

for each case, 17 cases were within 2 years and 3 cases were more than 2 years: 2,241 days for case E, 1,444 days for case S, and 778 days for case T. Typically, molecular epidemiological methods are applicable within 2 years from the date of onset [13]. However, a report that used MTB genotyping to determine relapse and reinfection [14] showed that in some relapsed patients, MTB with the same genotype was isolated even when the time between the first and second onset was more than 6 years. In this study, the three cases with more than 2 years between the first and second patients were determined to be transmission cases caused by MTB with the same genotype.

Internationally, countries have reported different rates of MTB genotype concordance in familial transmission cases. In South Africa, the concordance rate was only 18.7% [15], compared to high concordance rates of 90% and 75% in Poland and the United Kingdom, respectively [7,8]. These findings have been attributed to differences in the incidence of TB in each country, in which there are environments where people could easily come into contact with patients with TB [15].

The genotypes identified across all cases were different for

each case. The genotype of case D (2 patients of Vietnamese nationality) was TBG1054, and a total of six cases were identified in the domestic genotype database, five of which were strains isolated from patients of Vietnamese nationality. In addition, TBG4706 in case R (comprising Ugandan nationals), was only identified in three of the cases, suggesting that TBG1054 and TBG4706 were not infected in ROK, but developed symptoms in ROK after being infected in Uganda.

In case R, the mother and her 2-month-old twin children were diagnosed almost simultaneously; congenital TB was reported to have been transmitted from the mother, who was an asymptomatic TB carrier, to her children [16].

A combined analysis of molecular epidemiological results and TB contact investigation results confirmed that cases of TB transmission within families had epidemiological links. This suggests that the prevention and management of TB within the home is vital, and the spread of TB can be effectively prevented with prompt investigation and diagnosis of contacts when a patient is infected with TB within the family. The KDCA will continue to provide data for national TB management through



molecular epidemiological analyses to identify the infection routes in suspected cases of group outbreaks as well as cases of suspected intrafamilial transmission.

## Declarations

**Ethics Statement:** None.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: YMK, SWP, DHK, JIY. Data curation: YMK, JSL, MJL, SWP, JAS, SJC, JEK. Formal analysis: YMK, JSL, MJL, SWP. Investigation: YMK, JSL, MJL, SWP, JAS, SJC, JEK. Methodology: YMK, JSL, MJL, SWP, DHK, JIY. Supervision: DHK, JIY. Visualization: YMK, SWP. Writing – original draft: YMK, SWP. Writing – review & editing: DHK, JIY, JAS, SJC, JEK.

## References

1. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2023. WHO; 2023.
2. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Annual report on the notified tuberculosis in Korea, 2023. Cheongju: KDCA; 2024 Mar. Report No.: 11-1790387-000332-10.
3. Afshari M, Dehmardeh A, Hoseini A, Moosazadeh M. Tuberculosis infection among children under six in contact with smear positive cases: a study in a hyper endemic area of Iran. *J Clin Tuberc Other Mycobact Dis* 2023;30:100347.
4. Debulpaep S, Dreesman A, Dirix V, et al. Tuberculosis transmission in a primary school and a private language school. An estimation of infectivity. *Front Pediatr* 2020;8:10.
5. Seto J, Wada T, Suzuki Y, et al. Mycobacterium tuberculosis transmission among elderly persons, Yamagata Prefecture, Japan, 2009–2015. *Emerg Infect Dis* 2017;23:448–55.
6. Shim J, Han S, Kim J, et al. Results of the tuberculosis contact investigation, 2023. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1519–33.
7. Kozińska M, Augustynowicz-Kopec E. The incidence of tuberculosis transmission among family members and outside households. *Pneumonol Alergol Pol* 2016;84:271–7.
8. Lalor MK, Anderson LF, Hamblion EL, et al. Recent household transmission of tuberculosis in England, 2010–2012: retrospective national cohort study combining epidemiological and molecular strain typing data. *BMC Med* 2017;15:105.
9. Jeon S, Lim N, Park S, Park M, Kim S. Comparison of PFGE, IS6110-RFLP, and 24-locus MIRU-VNTR for molecular epidemiologic typing of *Mycobacterium tuberculosis* isolates with known epidemic connections. *J Microbiol Biotechnol* 2018;28:338–46.
10. Augustynowicz-Kopec E, Jagielski T, Kozińska M, et al. Transmission of tuberculosis within family-households. *J Infect* 2012;64:596–608.
11. Hunter PR, Gaston MA. Numerical index of the discriminatory ability of typing systems: an application of Simpson's index of diversity. *J Clin Microbiol* 1988;26:2465–6.
12. Ha JM, Lee JS, Kim YM, et al. Characteristics of *Mycobacterium tuberculosis* isolates from contact investigations in Korea, 2015–2017. *Public Health Wkly Rep* 2018;11:1694–7.
13. Public Health England. TB strain typing and cluster investigation handbook. 3rd ed. Public Health England; 2014.
14. Savine E, Warren RM, van der Spuy GD, et al. Stability of variable-number tandem repeats of mycobacterial interspersed repetitive units from 12 loci in serial isolates of *Mycobacterium tuberculosis*. *J Clin Microbiol* 2002;40:4561–6.
15. McCreesh N, White RG. An explanation for the low proportion of tuberculosis that results from transmission between household and known social contacts. *Sci Rep* 2018;8:5382.
16. Park J, Kim KS, Kim YW, et al. A case of congenital tuberculosis-infected twins born to a mother with asymptomatic tuberculosis during pregnancy. *Med Biol Sci Eng* 2022;5:41–5.



## 2023년 국제 결핵 발생 현황

이혜원<sup>†</sup>, 김진선<sup>†</sup>, 김지은, 박영준\*

질병관리청 감염병정책국 결핵정책과

### 초 록

**목적:** 결핵은 공기를 통해 결핵균이 전파되어 발병하며, 최소 6개월 이상의 장기 치료가 필요한 감염병이다. 전 세계 인구의 약 4분의 1이 결핵균에 감염된 것으로 추정되며, 2023년 기준 전 세계에서 1,080만 명의 결핵환자가 발생했다. 본 원고는 세계보건기구(World Health Organization, WHO)가 2024년 10월에 발간한 「국제 결핵 연례보고서 2024 (Global Tuberculosis Report 2024)」를 바탕으로, 2023년 기준 전 세계 경제협력개발기구(Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) 회원국, 그리고 우리나라의 결핵 현황을 기술하고자 한다.

**방법:** 전 세계 결핵 현황은 「국제 결핵 연례보고서 2024」에서 발췌하였으며, WHO가 각국의 결핵 지표를 추정·산출한 데이터를 WHO 웹사이트에서 내려받아 분석하였다.

**결과:** 2023년 전 세계 결핵 발생자 수는 1,080만 명(인구 10만 명당 134명)으로 2022년(1,070만 명) 대비 0.9% 증가하였으며, 결핵 사망자 수는 125만 명으로 2022년(132만 명) 대비 5.3% 감소하였다. WHO가 추정한 2023년 우리나라의 결핵 발생률은 인구 10만 명당 38명, 결핵 사망률은 인구 10만 명당 3명으로, OECD 38개 회원국 중 결핵 발생률 2위, 결핵 사망률 5위로 나타났다.

**결론:** 전 세계적으로 「WHO 결핵 퇴치 전략 (WHO End TB strategy)」의 중간 목표인 '2015년 대비 2025년까지 전 세계 결핵 발생률 50% 감소, 결핵 사망자 수 75% 감소'에 따라, 우리나라는 2023년 결핵 발생률이 2015년 대비 51.9% 감소하여 중간 목표를 달성하였다. 반면, 결핵 사망자 수는 같은 기간 44.4% 감소에 그쳤고, 초고령 사회로 진입한 상황에서 결핵환자 중 65세 이상 고령층 비중이 증가하고 있다. 이에 따라, 고령층에서 결핵을 조기 발견하고 적기에 치료·관리하는 정책을 지속적으로 강화할 필요가 있다.

**주요 검색어:** 결핵; 세계보건기구; 감시; 발생; 사망률

### 서 론

결핵은 공기를 통해 결핵균(*Mycobacterium tuberculosis*) 이 전파되어 발병하는 감염병으로, 평균적으로 6개월 이상 구

칙적으로 항결핵약제를 복용하면 완치가 가능한 것으로 알려져 있다[1]. 전 세계 인구의 약 4분의 1이 결핵균에 감염된 것으로 추정되며, 이 중 약 5%는 감염 후 2년 이내, 추가로 5%는 평생에 걸쳐 결핵으로 발병할 가능성이 있다[1]. 결

Received February 10, 2025 Revised February 24, 2025 Accepted March 5, 2025

\*Corresponding author: 박영준, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

<sup>†</sup>이 저자들은 본 연구에서 공동 제1저자로 기여하였음.

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



KDCA  
Korea Disease Control and Prevention Agency

### 핵심요약

#### ① 이전에 알려진 내용은?

2022년 우리나라는 경제협력개발기구(Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) 회원국 중 결핵 발생률 2위, 결핵 사망률 4위를 차지하였다.

#### ② 새로이 알게 된 내용은?

2023년 전 세계 결핵 발생자 수는 1,080만 명으로 2022년(1,070만 명) 대비 0.9% 증가하였고, 결핵 사망자 수는 125만 명으로 2022년(132만 명) 대비 5.3% 감소하였다. 아울러, 2023년 우리나라는 OECD 회원국 중 결핵 발생률 2위, 결핵 사망률 5위를 차지하였다.

#### ③ 시사점은?

우리나라는 초고령 사회로 진입한 상황에서 결핵환자 중 65세 이상 고령층 비중이 증가하고 있다. 이에 따라, 고령층에서 결핵을 조기 발견하고 적기에 치료·관리하는 정책을 지속적으로 강화할 필요가 있다.

핵은 최근 3년간(2020-2022년) 지속된 코로나바이러스감염증-19(코로나19) 유행 동안 전 세계 감염병 사망원인 중 2위를 차지했으나, 2023년에는 감염병 사망원인 1위를 차지할 것으로 전망된다[1]. 또한, 국제연합(United Nations, UN)과 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 '2030년까지 전 세계 결핵 유행 종식'을 목표로 설정하고, '2015년 대비 2030년까지 결핵 발생률 80%, 결핵 사망자 수 90% 감소'라는 정량적인 목표를 세웠다[2,3]. 이를 달성하기 위해, UN은 2018년과 2023년 두 차례에 걸쳐 결핵 고위급 회의를 개최하여 결핵 퇴치를 위한 정치적 결의를 재확인하였다[4,5]. 「국제 결핵 연례보고서(Global Tuberculosis Report)」는 WHO가 1997년부터 매년 발간하는 보고서로, 전 세계 결핵 부담과 목표 달성 여부를 점검할 수 있는 포괄적인 정보를 제공한다. 2024년 10월, WHO는 2023년 전 세계 결핵 현황을 담은 「국제 결핵 연례보고서 2024 (Global Tuberculosis Report 2024)」를 발간하고, 결핵 데이터(tuberculosis [TB]

data)도 온라인에 공개하였다[1,6]. 이 글에서는 이 보고서와 데이터를 바탕으로, 2023년 기준 전 세계 경제협력개발기구(Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) 회원국, 그리고 우리나라의 결핵 현황에 대해 기술하고자 한다.

## 방 법

전 세계 결핵 현황은 「국제 결핵 연례보고서 2024」에서 그 내용을 발췌하였다[1]. 또한 WHO가 각국의 결핵 지표를 추정·산출한 데이터를 분석하여 작성하였고 이 데이터는 WHO의 웹사이트에서 내려받을 수 있다[6]. OECD 회원국의 결핵 발생률과 사망률 순위는 WHO가 공개한 국가별 결핵 데이터에서 OECD 회원국의 결핵 지표를 발췌하여 순위화하였다.

## 결 과

2023년 전 세계 결핵 발생자 수는 1,080만 명(인구 10만 명당 134명)으로 2022년(1,070만 명, 인구 10만 명당 134명) 대비 0.9% 증가했다(그림 1A) [1]. 15세 이상 성인 남성이 55% (600만 명), 성인 여성이 33% (360만 명), 그리고 15세 미만 어린이가 12% (130만 명)를 차지하였다[1]. 2023년 전 세계 결핵 발생률 순위를 보면, 마셜제도(인구 10만 명당 692명), 레소토(인구 10만 명당 664명), 필리핀(인구 10만 명당 643명)이 1위에서 3위를, 우리나라는 러시아, 튀니지와 공동 111위(인구 10만 명당 38명)를 차지하였다(표 1) [1,6]. WHO에서 분류하는 6개 지역 중 동남아시아 지역이 전 세계 결핵 발생 중 45%를 차지하였고, 뒤이어 아프리카 지역이 24%, 서태평양 지역이 17%를 차지하였다. 또한, 2023년 아메리카 지역과 서태평양 지역의 결핵 발생률은 3년 연속 증가하였고, 지중해 동부 지역과 유럽 지역의 결핵 발생률

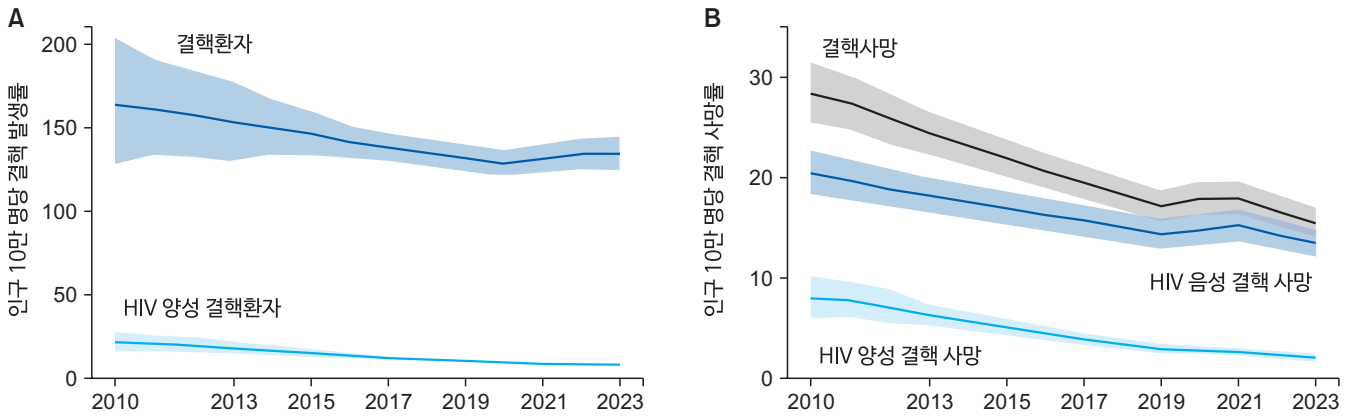


그림 1. 2010-2023년 전 세계 (A) 결핵 발생률, (B) 결핵 사망률 추이  
HIV=human immunodeficiency virus. Reused from the World Health Organization [1].

표 1. 2023년 전 세계 결핵 발생률 및 사망률 현황 및 순위

| 순위  | 국가명                         | 발생률 | 순위  | 국가명                         | 사망률  |
|-----|-----------------------------|-----|-----|-----------------------------|------|
| 1   | 마셜제도                        | 692 | 1   | 레소토                         | 229  |
| 2   | 레소토                         | 664 | 2   | 중앙아프리카공화국                   | 142  |
| 3   | 필리핀                         | 643 | 3   | 가봉                          | 139  |
| 4   | 미얀마                         | 558 | 4   | 기니비사우                       | 122  |
| 5   | 중앙아프리카공화국                   | 540 | 5   | 나미비아                        | 98   |
| 6   | 키리바시                        | 533 | 6   | 미얀마                         | 90   |
| 7   | 북한                          | 513 | 7   | 남아프리카공화국                    | 88   |
| 8   | 가봉                          | 505 | 8   | 라이베리아                       | 85   |
| 9   | 동티모르                        | 498 | 9   | 콩고                          | 84   |
| 10  | 몽골                          | 491 | 10  | 에스와티니                       | 77   |
|     | (생략)                        |     |     | (생략)                        |      |
| 111 | 대한민국·러시아·튀니지                | 38  | 110 | 대한민국·과테말라                   | 3    |
| 참고  | 전 세계                        | 134 | 참고  | 전 세계                        | 15.5 |
|     | 결핵고위험국가(30개국) <sup>a)</sup> | 189 |     | 결핵고위험국가(30개국) <sup>a)</sup> | 20   |

단위: 명/인구 10만 명당. <sup>a)</sup>앙골라, 방글라데시, 브라질, 중앙아프리카공화국, 중국, 콩고, 북한, 콩고민주공화국, 에티오피아, 가봉, 인도, 인도네시아, 케냐, 레소토, 라이베리아, 몽골, 모잠비크, 미얀마, 나미비아, 나이지리아, 파키스탄, 파푸아뉴기니, 필리핀, 시에라리온, 남아프리카공화국, 태국, 우간다, 탄자니아공화국, 베트남, 잠비아. Reused from the World Health Organization [1,6].

은 2020-2022년 상승 후 2023년 소폭 감소했으며, 아프리카 지역의 결핵 발생률은 2010년 이후 지속적인 감소세를 보이고 있다. 전 세계 결핵환자 중 87%가 결핵 고위험 국가 30개국에서 발생했으며, 특히 인도(26%), 인도네시아(10%), 중국(6.8%), 필리핀(6.8%), 파키스탄(6.3%), 나이지리아(4.6%), 방글라데시(3.5%), 콩고민주공화국(3.1%) 총 8개 국가의 결핵 발생이 전 세계 결핵 발생의 약 67%를 차지했다.

2023년 전 세계 결핵 사망자 수는 125만 명(인구 10만

명당 15.5명)으로 2022년(132만 명, 인구 10만 명당 16.6명) 대비 5.3% 감소하였다(그림 1B) [1]. 결핵 사망자 중 인체면역결핍바이러스(human immunodeficiency virus, HIV) 음성자 수는 109만 명(인구 10만 명당 13명), HIV 양성 결핵 사망자 수는 16.1만명(인구 10만 명당 2.0명)으로 추정되었다. 15세 이상 성인 남성이 52% (568,000명), 성인 여성이 32% (352,000명), 그리고 15세 미만 어린이가 15% (166,000명)를 차지하였다[1]. 2023년 전 세계 결핵 사망률

순위를 보면, 레소토(인구 10만 명당 229명), 중앙아프리카공화국(인구 10만 명당 142명), 가봉(인구 10만 명당 139명)이 1위에서 3위를, 우리나라는 과테말라와 공동 110위(인구 10만 명당 3명)를 차지하였다(표 1) [1,6]. WHO 분류 6개 지역 중 아프리카와 동남아시아 지역이 전 세계 결핵 사망 중 81%를 차지하였고, 특히 인도의 결핵 사망이 전 세계 결핵 사망의 26%를 차지하였다[1].

2023년 38개 OECD 회원국의 결핵 발생자 수는 157,000명으로 2022년(153,000명) 대비 3.0% 증가하였고, 결핵 발생률 산술평균은 인구 10만 명당 9.8명, 중앙값은 5.9명이다[6]. OECD 회원국 중 결핵 발생률 1위는 콜롬비아(인

구 10만 명당 46명), 2위 대한민국(인구 10만 명당 38명), 3위 멕시코(인구 10만 명당 29명) 순이었다(그림 2A) [6]. 또한, OECD 회원국의 결핵 사망자 수는 16,688명으로 2022년(17,889명) 대비 6.7% 감소하였고, 결핵 사망률 산술평균은 인구 10만 명당 1.07명, 중앙값은 0.55명이다[6]. OECD 회원국 중 결핵 사망률 1위는 리투아니아(인구 10만 명당 4.6명), 2위 콜롬비아(인구 10만 명당 4.4명), 3위 라트비아(인구 10만 명당 3.7명), 4위 멕시코(인구 10만 명당 3.5명), 5위 대한민국(인구 10만 명당 3명) 순이었다(그림 2B) [6].

2023년 전 세계 다제내성/리팜핀내성 결핵(multidrug/rifampicin-resistant TB, MDR/RR-TB) 발생자 수는 40만 명

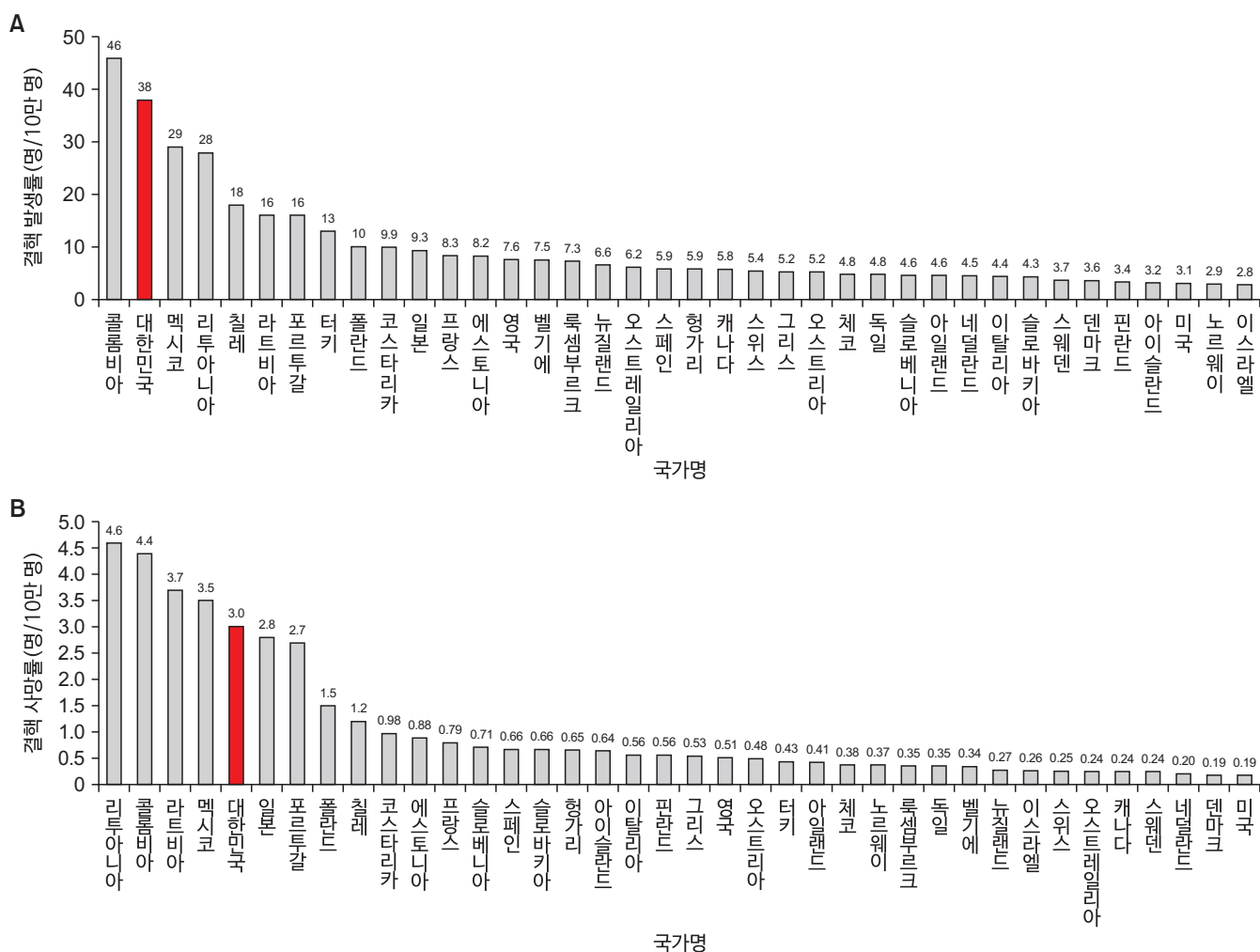


그림 2. 2023년 경제협력개발기구(Organisation for Economic Co-operation and Development) 국가(38개국) 결핵 현황 (A) 결핵 발생률, (B) 결핵 사망률. Data from the World Health Organization [6].

으로, 2022년(41만 명) 대비 2.4% 감소하였다. 2023년 결핵 신규환자와 재치료자 중 MDR/RR-TB 비중은 각각 3.2%, 16%를 차지하였다[1].

WHO에서 추정·발표한 2023년 우리나라 결핵 발생자 수는 20,000명(인구 10만 명당 38명)으로 2022년(20,000명, 인구 10만 명당 40명) 대비 5.0% 감소하였고(표 2) [6], 2011년(49,000명) 최고치를 기록한 후 연평균 7.2%씩 지속 감소하였다. 결핵 사망자 수는 1,500명(인구 10만 명당 3명)으로 2022년(1,600명) 대비 6.3% 감소하였다(표 2) [6]. MDR/RR-TB 발생자 수는 790명으로 2022년(840명) 대비 6.0% 감소하였고 결핵 신규환자와 재치료자 중 MDR/RR-TB 비중은 각각 2.9%, 8.5%를 차지하였다[6].

「WHO 결핵 퇴치 전략(WHO End TB strategy)」의 2차

목표치는 ‘2015년 대비 2025년까지 결핵 발생률 50% 감소, 결핵 사망자 수 75% 감소’로, 전 세계는 2015년부터 2023년까지 결핵 발생률 8.3% 감소, 결핵 사망자 수 23.0% 감소로 목표치에 크게 미치지 못하였다(표 3) [1,6]. 우리나라의 경우, 2015년(인구 10만 명당 79명) 대비 2023년 결핵 발생률(인구 10만 명당 38명)은 51.9% 감소하여 2차 목표치를 달성하였고 결핵 사망자 수는 44.4% 감소하였다(표 3) [1,6].

## 논 의

코로나19 유행의 영향으로 ‘2030년까지 전 세계 결핵 유행 종식’이라는 목표 달성이 지연될 것으로 예상되지만, 2023년 전 세계 결핵 지표는 다소 긍정적인 양상을 보이고 있다.

표 2. 2013-2023년 우리나라 결핵 발생 및 사망 및 전년 대비 증감률

| 연도   | 발생     |                   |                 |                   | 사망    |                   |                 |                   |
|------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|-------------------|
|      | 수      | 증감률 <sup>a)</sup> | 율 <sup>b)</sup> | 증감률 <sup>a)</sup> | 수     | 증감률 <sup>a)</sup> | 율 <sup>b)</sup> | 증감률 <sup>a)</sup> |
| 2013 | 44,000 | -6.4              | 89              | -5.3              | 2,700 | -10.0             | 5.4             | -11.5             |
| 2014 | 43,000 | -2.3              | 85              | -4.5              | 2,800 | 3.7               | 5.5             | 1.9               |
| 2015 | 40,000 | -7.0              | 79              | -7.1              | 2,700 | -3.6              | 5.3             | -3.6              |
| 2016 | 39,000 | -2.5              | 76              | -3.8              | 2,600 | -3.7              | 5.2             | -1.9              |
| 2017 | 36,000 | -7.7              | 70              | -7.9              | 2,200 | -15.4             | 4.3             | -17.3             |
| 2018 | 33,000 | -8.3              | 64              | -8.6              | 2,200 | -                 | 4.2             | -2.3              |
| 2019 | 30,000 | -9.1              | 58              | -9.4              | 2,000 | -9.1              | 3.8             | -9.5              |
| 2020 | 25,000 | -16.7             | 48              | -17.2             | 1,900 | -5.0              | 3.6             | -5.3              |
| 2021 | 23,000 | -8.0              | 44              | -8.3              | 1,800 | -5.3              | 3.4             | -5.6              |
| 2022 | 20,000 | -13.0             | 40              | -9.1              | 1,600 | -11.1             | 3.2             | -5.9              |
| 2023 | 20,000 | -                 | 38              | -5.0              | 1,500 | -6.3              | 3               | -6.3              |

단위: <sup>a)</sup>전년 대비 감소율(%), <sup>b)</sup>인구 10만명 당. Reused from the World Health Organization [6].

표 3. 결핵 퇴치 전략 목표와 전 세계 및 우리나라의 2025년 마일스톤 달성 현황

| 지표    | 결핵 퇴치 목표(2015년 대비 감소폭) |        |        |        | 2015년 대비 2023년 감소폭             |                               |
|-------|------------------------|--------|--------|--------|--------------------------------|-------------------------------|
|       | 마일스톤                   |        | 목표     |        | 전 세계                           | 우리나라                          |
|       | 2020년                  | 2025년  | 2030년  | 2035년  |                                |                               |
| 발생률   | 20% 감소                 | 50% 감소 | 80% 감소 | 90% 감소 | 8.3% 감소(인구 10만 명당 147명 → 134명) | 51.9% 감소(인구 10만 명당 79명 → 38명) |
| 사망자 수 | 35% 감소                 | 75% 감소 | 90% 감소 | 95% 감소 | 23.0% 감소(163만 명 → 125만 명)      | 44.4% 감소(2,700명 → 1,500명)     |

Reused from the World Health Organization [1,6].

2020년 이후 증가세를 보이던 전 세계 결핵 발생은 2023년에 정체 상태를 보였고, 결핵 사망은 2022년에 이어 2023년에도 감소하고 있다. 이에 대해 WHO는 코로나19 유행 이후 전 세계적으로 결핵 진단 및 치료 관련 보건의료체계의 기능이 회복되고 있는 것으로 평가하고 있다[1]. 그럼에도 「WHO 결핵 퇴치 전략」의 2차 목표인 ‘2015년 대비 2025년까지 전 세계 결핵 발생률 50% 감소, 결핵 사망자 수 75% 감소’에는 도달하지 못할 것으로 예상된다. 이에, 2차 목표를 넘어 ‘2030년까지 전 세계 결핵 유행 종식’이라는 목표를 제때 달성하기 위해서는 2023년 9월에 개최된 제2차 결핵 고위급 회의에서 채택된 정치적 선언문에 따라[5], 결핵예방, 진단, 치료 서비스에 대한 보편적 의료보장이 강화되고, 결핵 대응 및 연구개발에 대한 투자가 확대될 필요가 있다. 특히, 2027년까지 성인용 결핵 백신 등과 같은 혁신적인 도구의 개발이 필수적이다. 또한, 국제기구와 국가 간 협력뿐만 아니라 지역사회 및 시민사회를 포함한 다부문에 걸친 협력이 더욱 강화되어야 한다.

이 글의 자료원인 WHO가 발표한 각국의 결핵 발생 통계는 각국이 제출한 신고 자료나 서베이 자료를 바탕으로, 미보고 또는 미진단된 결핵 발생자 수를 보정하고 수학적 모델링을 활용하여 각국의 최종 결핵 발생자 수를 추정하여 공표한다. 우리나라의 경우, WHO는 결핵환자의 미진단 사례만을 보정하여 결핵 발생자 수를 추정하기 때문에, WHO가 발표한 결핵 발생 통계와 질병관리청이 발표한 「2023 결핵환자 신고 현황 연보」의 통계 간에는 소폭의 차이가 존재한다. 결핵 사망 통계와 관련하여, WHO는 각국의 통계청에서 제출한 사망원인 통계 중 결핵(International Classification of Diseases [ICD]-10 코드 A15-A19)과 결핵 후유증(ICD-10 코드 B90)으로 인한 사망자 수를 기반으로, 모든 사인 중 달리 분류되지 않은 증상, 징후 및 임상·검사의 이상소견(ICD-10 코드 R00-R99)의 비중을 보정한 후, 수학적 모델링을 활용하여 각국의 최종 결핵 사망자 수를 추정한다. 우리나라의 경우, 통

계청의 사망원인 통계에서 ICD-10 코드 R00-R99가 차지하는 비중이 10%를 초과하기 때문에, WHO는 우리나라의 결핵 사망자 수를 상대적으로 높게 추정하여 공표한다. 이에 따라, WHO와 통계청이 발표한 우리나라 결핵 사망 통계 간에는 다소 큰 차이가 발생한다. 따라서 WHO와 질병관리청, 통계청이 발표하는 결핵 통계를 비교하고 해석할 때는 이러한 WHO의 보정 및 추정 방식과 국내 결핵 발생·사망 감시체계의 차이를 고려할 필요가 있다.

우리나라는 초고령 사회에 진입하고 결핵환자 중 65세 이상 고령층 비중은 매년 증가하는 상황에서 결핵 사망자 수 감소를 가속화하는 것은 쉽지 않아 보인다[7,8]. 그럼에도 질병관리청은 고령층에서 철저히 결핵예방, 조기 발견, 치료·관리하는 정책(찾아가는 결핵검진사업, 65세 이상 고령층 접촉자 잠복결핵 감염 검진 및 치료 유도, 결핵환자 맞춤형 통합 관리 사업 등)을 적극 추진해나갈 것이다. 아울러, 질병관리청도 국제사회의 결핵 퇴치를 위한 노력에 동참하고, 결핵 관리 부문에서 글로벌 선도적 역할을 수행하기 위해, 2023년 3월에 발표한 「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」에 결핵 관련 국제협력 추진 과제를 수립하여 매년 시행하고 있다[9]. 그 일환으로, 질병관리청은 WHO 서태평양 지역의 결핵 퇴치를 위해 2012년부터 WHO 서태평양 지역 사무처와 국제부담금 양해각서를 체결하여 매년 재정을 지원하고 있다. 또한, 2024년에는 질병관리청은 세계보건총회, 국제의약품 구매기구(Unitaid), 글로벌펀드(Global Fund to Fight AIDS, Tuberculosis and Malaria)와 같은 글로벌 보건기구의 집행이사회에 직접 참석하고 고위급 간 양자면담을 실시하여 전 세계 결핵 퇴치 관련 논의에 참여하며 국제협력을 강화하였다. 아울러, 글로벌 결핵 연구 컨소시엄 연례회의, 아시아 결핵퇴치 협력포럼 등 국내·외 행사에도 참여하여 우리나라의 결핵 관리 및 연구개발 성과를 공유하고, 국내·외 결핵 연구자 등과의 정보 교류도 확대해나가고 있다. 앞으로도 정부는 「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」을 차질 없이 수행하여

‘2027년까지 결핵 발생률 10만 명당 20명 이하’라는 목표를 달성하고, 국제사회와 함께 전 세계 결핵 퇴치를 위해 노력해 나가겠다.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: HWL, JSK. Data curation: HWL, JSK. Formal analysis: HWL, JSK. Investigation: HWL, JSK. Methodology: HWL, JSK, JEK, YJP. Project administration: JEK, YJP. Supervision: JSK, JEK, YJP. Visualization: HWL, JSK. Writing – original draft: HWL, JSK. Writing – review & editing: HWL, JSK, JEK, YJP.

## References

1. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2024 [Internet]. WHO; 2024 [cited 2024 Dec 30]. Available from: <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2024>
2. United Nations (UN). Sustainable development goals [Internet]. UN; 2024 [cited 2024 Dec 30]. Available from: <https://sdgs.un.org/goals>
3. World Health Assembly. Global strategy and targets for tuberculosis prevention, care and control after 2015 (resolution WHA67.1, agenda item 12.1) [Internet]. World Health Organization; 2014 [cited 2024 Dec 30]. Available from: [http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA67/A67\\_R1-en.pdf](http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA67/A67_R1-en.pdf)
4. United Nations (UN). Resolution 73/3: political declaration of the UN General-Assembly high-level meeting on the fight against tuberculosis [Internet]. UN; 2018 [cited 2024 Dec 30]. Available from: <https://www.who.int/publications/m/item/political-declaration-of-the-un-general-assembly-high-level-meeting-on-the-fight-against-tuberculosis>
5. United Nations. Resolution 78/5: political declaration of the high-level meeting on the fight against tuberculosis [Internet]. United Nations; 2023 [cited 2024 Dec 30]. Available from: <https://undocs.org/A/RES/78/5>
6. World Health Organization (WHO). Tuberculosis data [Internet]. WHO; 2023 [cited 2024 Dec 30]. Available from: <https://www.who.int/tb/data/en/>
7. Lee H, Kim J, Kim J, et al. Characteristics of notified tuberculosis cases in the Republic of Korea, 2023. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1591-608.
8. Lee H, Kim J, Kim J, Park Y. Characteristics and trends of tuberculosis deaths in 2023: an analysis of cause-of-death statistics from Statistics Korea. *Public Health Wkly Rep* 2025;18:137-54.
9. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Let's once again move forward the fight against TB in the next five years [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2024 Dec 30]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list\\_no=722140&cg\\_code=&act=view&nPage=2](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list_no=722140&cg_code=&act=view&nPage=2)



# Review of the Global Burden of Tuberculosis in 2023: Insights from the WHO Global Tuberculosis Report 2024

Hyewon Lee<sup>†</sup> , Jinsun Kim<sup>†</sup> , Jieun Kim , Young-Joon Park\* 

Division of Tuberculosis Policy, Department of Infectious Disease Policy, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

## ABSTRACT

**Objectives:** Tuberculosis (TB), caused by the airborne *Mycobacterium tuberculosis* (*Mtb*), requires a treatment of minimum 6 months. About a quarter of the world's population is infected with *Mtb*. Globally in 2023, an estimated 10.8 million people fell ill with TB. This report accounts for TB incidence and mortality in 2023 in the Republic of Korea (ROK) and Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) member countries, and globally, based on the Global Tuberculosis Report 2024.

**Methods:** This report refers to a writing extracted the Global Tuberculosis Report 2024 and analyzed using data downloaded from the World Health Organization (WHO) website.

**Results:** In 2023, the global TB incidence reached 10.8 million (134 cases per 100,000), and a 0.9% increase from 10.7 million in 2022. TB deaths decreased by 5.3%, falling to 1.25 million from 1.32 million the previous year. The ROK reported a TB incidence rate of 38 cases per 100,000 population and a mortality rate of 3 people per 100,000 population in 2023. Among the 38 OECD member countries, the ROK ranked second in TB incidence and fifth in TB mortality.

**Conclusions:** In the WHO's End TB strategy, which targets a 50% reduction in TB incidence and a 75% reduction in TB deaths by 2025 (relative to 2015 levels), the ROK has achieved a 51.9% reduction in TB incidence and a 44.4% reduction in TB deaths by 2023. The ROK enters the aging population, and has increased TB incidence aged 65 or older. So, it is essential to strengthen TB policies focused on early detection, timely-treatment and management continuously.

**Key words:** Tuberculosis; World Health Organization; Surveillance; Incidence; Mortality

\*Corresponding author: Young-Joon Park, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

<sup>†</sup>These authors contributed equally to this study as co-first authors.

## Introduction

Tuberculosis (TB) is an infectious disease caused by the airborne transmission of the *Mycobacterium tuberculosis* (*Mtb*). It is curable if TB disease can be successfully treated with a

6-month drug regimen [1]. Approximately one-quarter of the global population have been infected with *Mtb*, of which about 5% are likely to develop TB within 2 years of infection with an additional 5% developing the disease over their lifetime [1]. TB will be its status as the world's leading cause of death from an

### Key messages

#### ① What is known previously?

In 2022, the Republic of Korea (ROK) ranked second in tuberculosis (TB) incidence and fourth in TB mortality among the 38 Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) member countries.

#### ② What new information is presented?

In 2023, the global TB incidence reached 10.8 million, and a 0.9% increase from 10.7 million in 2022. Meanwhile, TB deaths decreased by 5.3%, from 1.32 million in 2022 to 1.25 million in 2023. The ROK ranked second in TB incidence and fifth in TB mortality among the OECD member countries.

#### ③ What are implications?

By going into the aging population, ROK has increased TB incidence aged 65 or older. So, it is essential to strengthen TB policies focused on early detection, timely-treatment and management continuously.

infectious disease in 2023, having been second only to coronavirus disease 2019 (COVID-19) during the pandemic years of 2020–2022. Moreover, with the aim of “End TB by 2030,” the United Nations (UN) and the World Health Organization (WHO) have established targets to reduce TB incidence by 80% and TB mortality by 90% by 2030, relative to 2015 levels [2,3]. To advance this objective, the UN convened two high-level meetings in 2018 and 2023 to reinforce political commitment towards tackling TB [4,5]. Since 1997, the WHO has annually published the “Global Tuberculosis Report,” offering a comprehensive review of the global TB burden and progress towards achieving these targets. The most recent edition, the “Global Tuberculosis Report 2024,” released in October 2024, presents data on the status of global TB as of 2023 and has also made this data available online [1,6]. This report discusses

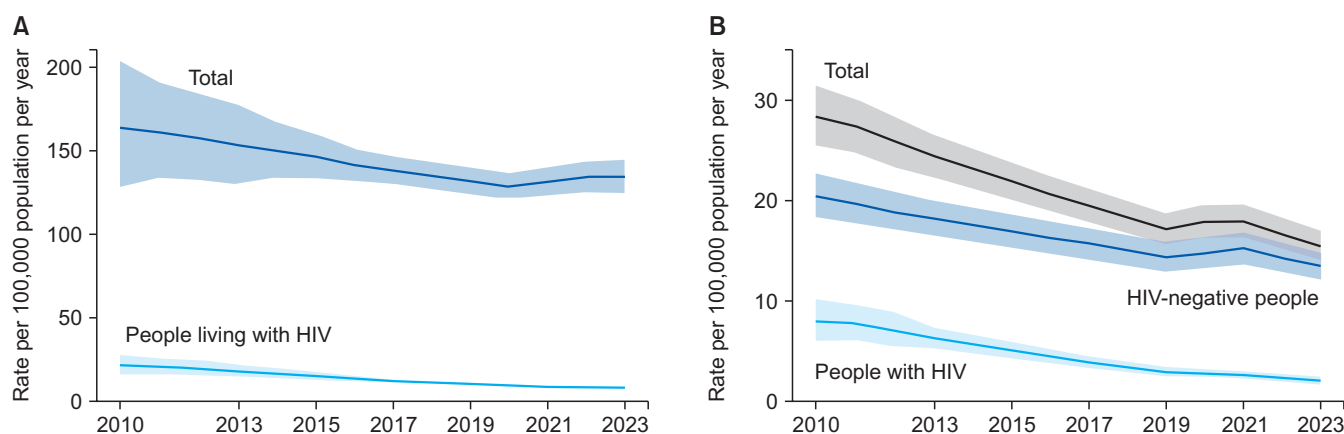
the status of the TB incidence and mortality in the world, the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) member countries and the Republic of Korea (ROK) as of 2023.

## Methods

To assess the global TB status, we used data from the “Global Tuberculosis Report 2024” [1]. Additionally, we analyzed country-specific TB data downloaded from the WHO website [6]. To analyze the rank of the OECD member countries, we extracted specific data on the TB incidence and mortality rates in these countries.

## Results

In 2023, the global number of TB cases reached 10.8 million, equating to 134 cases per 100,000 population, a 0.9% increase from 2022 (10.7 million cases, 134 cases per 100,000 population) (Figure 1A) [1]. Adult men aged 15 and older accounted for 55% (6 million people), while adult women accounted for 33% (3.6 million people), and children under the age of 15 accounted for 12% (1.3 million people) [1]. An analysis of the global TB incidence rate rankings in 2023 revealed that the Marshall Islands (692 cases per 100,000 population), Lesotho (664 cases per 100,000 population), and the Philippines (643 cases per 100,000 population) occupied the top three positions respectively, with ROK, alongside Russia and Tunisia, ranked 111th with 38 cases per 100,000 population (Table 1) [1,6]. Regionally, the Southeast Asia region comprised 45% of global TB incidence, followed by the African region at 24%, and the Western Pacific region at 17%.



**Figure 1.** Global trends in the estimated (A) TB incidence rate and (B) TB mortality rate, 2010–2023  
HIV=human immunodeficiency virus; TB=tuberculosis. Reused from the World Health Organization [1].

**Table 1.** Global rankings of TB incidence and mortality rates by countries, 2023

| Rank      | Country                                          | Incidence | Rank      | Country                                       | Mortality |
|-----------|--------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------------------|-----------|
| 1         | Marshall Islands                                 | 692       | 1         | Lesotho                                       | 229       |
| 2         | Lesotho                                          | 664       | 2         | Central African Republic                      | 142       |
| 3         | Philippines                                      | 643       | 3         | Gabon                                         | 139       |
| 4         | Myanmar                                          | 558       | 4         | Guinea-Bissau                                 | 122       |
| 5         | Central African Republic                         | 540       | 5         | Namibia                                       | 98        |
| 6         | Kiribati                                         | 533       | 6         | Myanmar                                       | 90        |
| 7         | Democratic People’s Republic of Korea            | 513       | 7         | South Africa                                  | 88        |
| 8         | Gabon                                            | 505       | 8         | Liberia                                       | 85        |
| 9         | Timor-Leste                                      | 498       | 9         | Congo                                         | 84        |
| 10        | Mongolia                                         | 491       | 10        | Eswatini                                      | 77        |
|           | (...)                                            |           |           | (...)                                         |           |
| 111       | Republic of Korea · Russian Federation · Tunisia | 38        | 110       | Republic of Korea · Guatemala                 | 3         |
| Reference | Global                                           | 134       | Reference | Global                                        | 15.5      |
|           | The 30 high TB burden countries <sup>a)</sup>    | 189       |           | The 30 high TB burden countries <sup>a)</sup> | 20        |

Values are presented as rate per 100,000 population per year. TB=tuberculosis. <sup>a)</sup>Angola, Bangladesh, Brazil, Central African Republic, China, Congo, Democratic People’s Republic of Korea, Democratic Republic of the Congo, Ethiopia, Gabon, India, Indonesia, Kenya, Lesotho, Liberia, Mongolia, Mozambique, Myanmar, Namibia, Nigeria, Pakistan, Papua New Guinea, Philippines, Sierra Leone, South Africa, Thailand, Uganda, United Republic of Tanzania, Viet Nam, Zambia. Reused from the World Health Organization [1,6].

The TB incidence rate in the Americas and the Western Pacific have increased for the third consecutive year. Conversely, TB incidence rates in the Eastern Mediterranean and Europe rose between 2020 and 2022 but slightly decreased in 2023. The TB incidence rate in the African region has shown a consistent decline since 2010. Notably, 87% of global TB incidence

occurred in 30 high-burden countries, with eight countries including India (26%), Indonesia (10%), China (6.8%), the Philippines (6.8%), Pakistan (6.3%), Nigeria (4.6%), Bangladesh (3.5%), and the Democratic Republic of the Congo (3.1%) accounting for approximately 67% of these cases.

Globally, the number of TB deaths in 2023 was 1.25

million, representing 15.5 deaths per 100,000 population, a 5.3% decrease from 2022 (1.32 million, 16.6 deaths per 100,000 population) (Figure 1B) [1]. Among these deaths, those among human immunodeficiency virus (HIV)-negative and HIV-positive people were estimated at 1.09 million (13 deaths per 100,000 population) and 161,000 (2.0 deaths per 100,000 population), respectively. Furthermore, adult men aged 15 years or older accounted for 52% of these deaths (n=568,000), adult women for 32% (n=352,000), and children under the age of 15 for 15% (n=166,000) [1]. In terms of global TB mortality rate rankings in 2023, Lesotho (229 deaths per 100,000 population), the Central African Republic (142 deaths per 100,000 population), and Gabon (139 deaths per 100,000 population) ranked 1st, 2nd, and 3rd, respectively, with the ROK and Guatemala both ranking 110th with 3 deaths per 100,000 population (Table 1) [1,6]. The African and Southeast Asia regions combined accounted for 81% of global TB deaths, and especially India account for 26% major of these deaths [1].

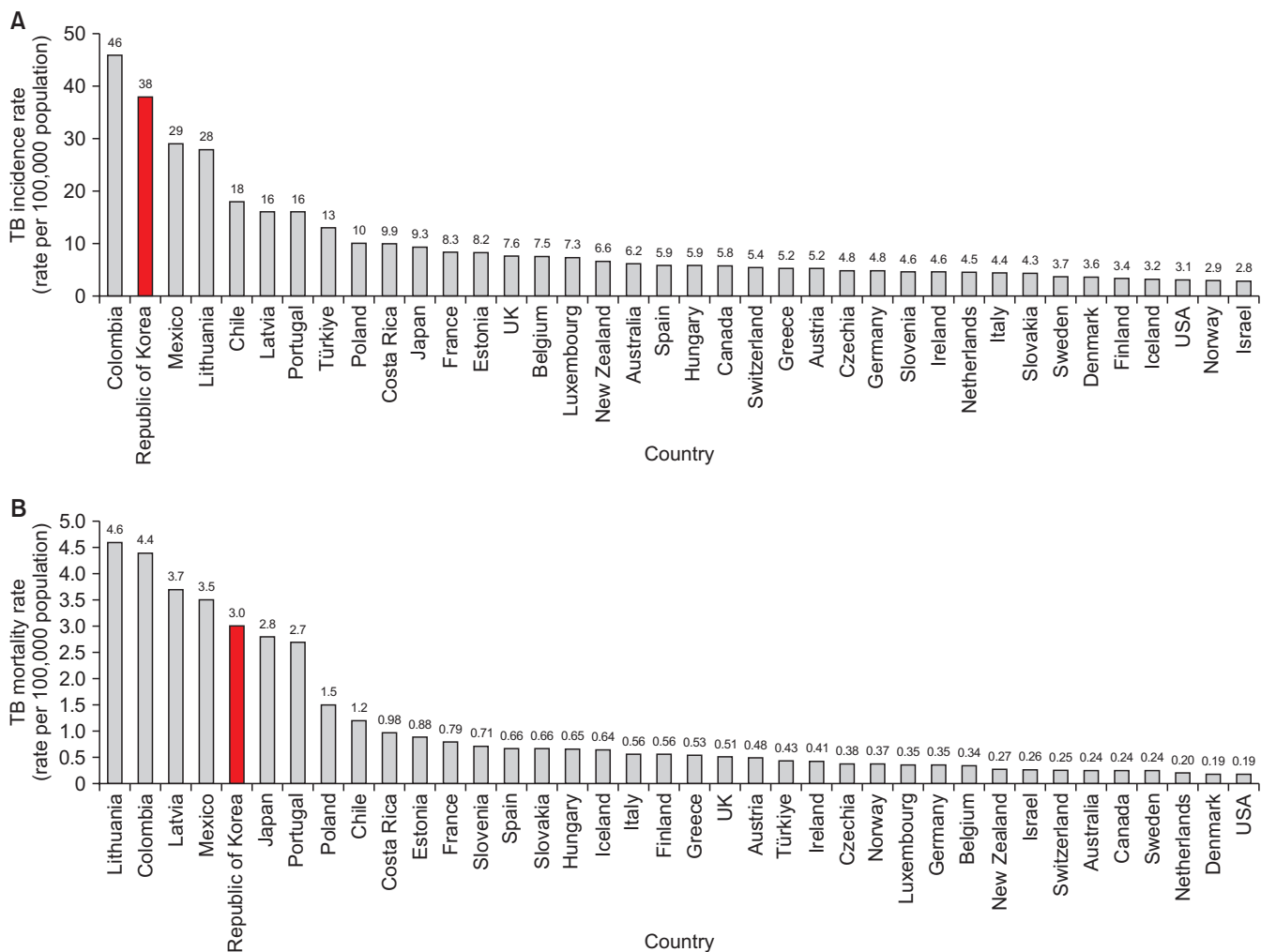
Within the 38 OECD member countries, the number of TB incidence were 157,000 in 2023, a 3.0% increase from 2022 (n=153,000), with the arithmetic mean TB incidence rate at 9.8 cases and the median at 5.9 cases per 100,000 population [6]. Among these countries, Colombia (46 cases per 100,000 population) had the highest TB incidence rate, followed by the ROK (38 cases per 100,000 population) and Mexico (29 cases per 100,000 population) (Figure 2A) [6]. Additionally, the number of TB deaths in OECD member countries was 16,668, marking a 6.7% decrease from 2022 (n=17,889), with the arithmetic mean TB mortality at 1.07 deaths per 100,000 population and the median at 0.55 [6]. Lithuania (4.6 deaths per 100,000 population) had the highest TB mortality rate,

followed by Colombia (4.4 deaths per 100,000 population), Latvia (3.7 deaths per 100,000 population), Mexico (3.5 deaths per 100,000 population), and the ROK (3 deaths per 100,000 population) among OECD member countries (Figure 2B) [6].

Globally, multidrug/rifampicin-resistant TB (MDR/RR-TB) cases in 2023 was 400,000, marking a 2.4% decrease from 2022 (n=410,000). The proportion of MDR/RR-TB cases among new TB case and previously treated cases was 3.2% and 16%, respectively [1].

The WHO estimated that the number of TB cases in the ROK remained the same at 20,000 in 2023, however, the TB incidence rate decreased by 5.0% from 2022 (40 cases per 100,000 population) to 38 cases per 100,000 population (Table 2) [6]. The incidence has continued to decline at an average of 7.2% per year since reaching its peak in 2011 (n=49,000). The number of TB deaths in 2023 was 1,500 (3 deaths per 100,000 population), a 6.3% decrease from 2022 (n=1,600) (Table 2) [6]. Additionally, the number of MDR/RR-TB cases was 790, down 6.0% from 2022 (n=840). Among new TB cases and previously treated cases, the proportion of MDR/RR-TB cases was 2.9% and 8.5%, respectively [6].

The second milestone of the “WHO End TB strategy” targets a 50% reduction in TB incidence rate and a 75% reduction in the number of TB death by 2025 compared to 2015 levels. However, global progress has fallen short of these expectations, with only an 8.3% reduction in TB incidence rate and a 23.0% reduction in TB death from 2015 to 2023 (Table 3) [1,6]. The ROK has achieved this second milestone, reducing TB incidence rate by 51.9% in 2023 (38 cases per 100,000 population) compared to 2015 (79 cases per 100,000 population), and decreasing the number of TB deaths by 44.4% (Table 3) [1,6].



**Figure 2.** Rankings of tuberculosis (A) incidence and (B) mortality rates among Organisation for Economic Co-operation and Development member 38 countries, 2023  
TB=tuberculosis. Data from the World Health Organization [6].

## Discussion

The global TB indicators for 2023 show a moderately positive trend, although the goal of “END TB by 2030” may be delayed due to the impact of the COVID-19 pandemic. While global TB incidence leveled off in 2023 after increasing since 2020, TB deaths continued to decline, mirroring the decrease observed in 2022. The WHO notes that the functionality of healthcare systems related to TB diagnosis and treatment is globally recovering following the COVID-19 pandemic [1].

However, it is anticipated that the second milestone of the “WHO End TB strategy,” which aims for a 50% reduction in TB incidence rate and a 75% reduction in the number of TB death by 2025 compared to 2015, will not be met. To still achieve the goal of ending the global TB epidemic by 2030, there needs to be an enhancement of universal health coverage for TB prevention, diagnosis, and treatment services, along with increased investment in TB response and research and development (R&D). This approach aligns with the political declaration adopted at the second high-level meeting on the fight

**Table 2.** Tuberculosis incidence and mortality rate and year-on-year increase and decrease rates in the Republic of Korea, 2013–2023

| Year | Incidence |                           |                    |                           | Mortality |                           |                    |                           |
|------|-----------|---------------------------|--------------------|---------------------------|-----------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
|      | Case      | Change rate <sup>a)</sup> | Rate <sup>b)</sup> | Change rate <sup>a)</sup> | Case      | Change rate <sup>a)</sup> | Rate <sup>b)</sup> | Change rate <sup>a)</sup> |
| 2013 | 44,000    | -6.4                      | 89                 | -5.3                      | 2,700     | -10.0                     | 5.4                | -11.5                     |
| 2014 | 43,000    | -2.3                      | 85                 | -4.5                      | 2,800     | 3.7                       | 5.5                | 1.9                       |
| 2015 | 40,000    | -7.0                      | 79                 | -7.1                      | 2,700     | -3.6                      | 5.3                | -3.6                      |
| 2016 | 39,000    | -2.5                      | 76                 | -3.8                      | 2,600     | -3.7                      | 5.2                | -1.9                      |
| 2017 | 36,000    | -7.7                      | 70                 | -7.9                      | 2,200     | -15.4                     | 4.3                | -17.3                     |
| 2018 | 33,000    | -8.3                      | 64                 | -8.6                      | 2,200     | -                         | 4.2                | -2.3                      |
| 2019 | 30,000    | -9.1                      | 58                 | -9.4                      | 2,000     | -9.1                      | 3.8                | -9.5                      |
| 2020 | 25,000    | -16.7                     | 48                 | -17.2                     | 1,900     | -5.0                      | 3.6                | -5.3                      |
| 2021 | 23,000    | -8.0                      | 44                 | -8.3                      | 1,800     | -5.3                      | 3.4                | -5.6                      |
| 2022 | 20,000    | -13.0                     | 40                 | -9.1                      | 1,600     | -11.1                     | 3.2                | -5.9                      |
| 2023 | 20,000    | -                         | 38                 | -5.0                      | 1,500     | -6.3                      | 3                  | -6.3                      |

Values are presented as number, <sup>a)</sup>change rate (%) compared with the previous year, and <sup>b)</sup>per 100,000 population. Reused from the World Health Organization [6].

**Table 3.** The End TB strategy goals and progress toward the 2025 milestone in the world and the Republic of Korea

| Indicator                                       | End TB strategy goal |      |        |      | Percentage reduction in 2023 compared with 2015 |                                              |
|-------------------------------------------------|----------------------|------|--------|------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                                 | Milestone            |      | Target |      | Global                                          | Republic of Korea                            |
|                                                 | 2020                 | 2025 | 2030   | 2035 |                                                 |                                              |
| Percentage reduction in the TB incidence rate   | 20%                  | 50%  | 80%    | 90%  | 8.3% (147 → 134 rate per 100,000 population)    | 51.9% (79 → 38 cases per 100,000 population) |
| Percentage reduction in the number of TB deaths | 35%                  | 75%  | 90%    | 95%  | 23.0% (1.63 million → 1.25 million)             | 44.4% (2,700 → 1,500)                        |

TB=tuberculosis. Reused from the World Health Organization [1,6].

against TB in September 2023 [5]. Specifically, it is crucial to develop innovative tools such as TB vaccines for adults by 2027. Moreover, multi-sectoral cooperation, including partnerships with local communities, civil society, international organizations, and countries, should be further strengthened.

The country-specific TB incidence statistics released by the WHO, which serve as the source for this article, are derived by adjusting for the number of unreported or undiagnosed TB cases and using mathematical modeling. This approach estimates the final number of TB cases in each country based on

the reported data from national surveys or direct country submissions. In ROK, there is a slight discrepancy between the TB incidence statistics published by the WHO and those in the “Annual Report on the Notified Tuberculosis in the Republic of Korea in 2023” by the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). This variation arises because the WHO adjusts its estimates based solely on the undiagnosed cases among patients with TB. For TB mortality statistics, the WHO also employs mathematical modeling. This method estimates the final number of TB deaths in each country by adjusting for

the weight of *Symptoms, signs, and abnormal clinical and laboratory findings, not elsewhere classified* (International Classification of Diseases [ICD]-10 codes R00-R99), based on the number of deaths attributed to *tuberculosis* (ICD-10 codes A15-A19) and *sequelae of tuberculosis* (ICD-10 code B90). Given that ICD-10 codes R00-R99 account for more than 10% of the causes of death statistics in ROK, according to Statistics Korea, the WHO's estimated number of TB deaths in ROK is relatively high. Consequently, there is a notable difference between the TB death statistics in ROK as published by the WHO and those reported by Statistics Korea. Therefore, when comparing and interpreting the TB statistics released by the WHO, KDCA, and Statistics Korea, it is important to consider the differences in the methodologies used by the WHO for adjustment and estimation and the TB incidence and mortality surveillance systems in ROK.

As ROK enters a super-aged society and the proportion of elderly individuals aged 65 or older among patients with TB increases annually, reducing the number of TB deaths presents a significant challenge [7,8]. Nevertheless, the KDCA is committed to implementing robust policies for TB prevention, early detection, and treatment management in the elderly population. These policies include a mobile TB screening project, encouragement of latent TB infection screening and treatment for contacts aged 65 or older, and a customized integrated management project for TB cases. Additionally, the KDCA has established and annually updates international cooperation initiatives as part of the "Third National Strategic Plan for TB Control in the Republic of Korea (2023-2027)," announced in March 2023. This plan aims to bolster ROK's role in the global effort to end TB [9]. Since 2012, the KDCA has provided financial support through a memorandum of understanding on

international contributions with the WHO Western Pacific Regional Office to eradicate TB in the WHO Western Pacific Region. In 2024, the KDCA also participates in the executive board meeting of global health organizations such as the World Health Assembly, Unitaaid, and the Global Fund to Fight AIDS, Tuberculosis and Malaria, engaging in high-level bilateral meetings to discuss global TB eradication and enhance international cooperation. Moreover, the KDCA participates in both domestic and international meeting, such as the Regional Prospective Observational Research in Tuberculosis International annual Meeting and the International Symposium on Seeking Ways to Eliminate TB in Asia. These platforms allow ROK to share its TB management and R&D achievements and facilitate information exchange with domestic and international TB researchers. The ROK is dedicated to the ongoing implementation of the "Third National Strategic Plan for TB Control in the Republic of Korea (2023-2027)" to achieve the goal of reducing the TB incidence rate to 20 or fewer cases per 100,000 population by 2027 and to contribute to the global eradication of TB.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: HWL, JSK. Data curation: HWL, JSK. Formal analysis: HWL, JSK.







Investigation: HWL, JSK. Methodology: HWL, JSK, JEK, YJP. Project administration: JEK, YJP. Supervision: JSK, JEK, YJP. Visualization: HWL, JSK. Writing – original draft: HWL, JSK. Writing – review & editing: HWL, JSK, JEK, YJP.

## References

1. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2024 [Internet]. WHO; 2024 [cited 2024 Dec 30]. Available from: <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2024>
2. United Nations (UN). Sustainable development goals [Internet]. UN; 2024 [cited 2024 Dec 30]. Available from: <https://sdgs.un.org/goals>
3. World Health Assembly. Global strategy and targets for tuberculosis prevention, care and control after 2015 (resolution WHA67.1, agenda item 12.1) [Internet]. World Health Organization; 2014 [cited 2024 Dec 30]. Available from: [http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA67/A67\\_R1-en.pdf](http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA67/A67_R1-en.pdf)
4. United Nations (UN). Resolution 73/3: political declaration of the UN General-Assembly high-level meeting on the fight against tuberculosis [Internet]. UN; 2018 [cited 2024 Dec 30]. Available from: <https://www.who.int/publications/m/item/political-declaration-of-the-un-general-assembly-high-level-meeting-on-the-fight-against-tuberculosis>
5. United Nations. Resolution 78/5: political declaration of the high-level meeting on the fight against tuberculosis [Internet]. United Nations; 2023 [cited 2024 Dec 30]. Available from: <https://undocs.org/A/RES/78/5>
6. World Health Organization (WHO). Tuberculosis data [Internet]. WHO; 2023 [cited 2024 Dec 30]. Available from: <https://www.who.int/tb/data/en/>
7. Lee H, Kim J, Kim J, et al. Characteristics of notified tuberculosis cases in the Republic of Korea, 2023. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1591-608.
8. Lee H, Kim J, Kim J, Park Y. Characteristics and trends of tuberculosis deaths in 2023: an analysis of cause-of-death statistics from Statistics Korea. *Public Health Wkly Rep* 2025;18:137-54.
9. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Let's once again move forward the fight against TB in the next five years [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2024 Dec 30]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list\\_no=722140&cg\\_code=&act=view&nPage=2](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list_no=722140&cg_code=&act=view&nPage=2)



## 결핵예방의 날 역사와 한국의 국가 결핵관리 정책 연혁

박장호<sup>1†</sup> , 장아현<sup>1†</sup> , 이은영<sup>1</sup> , 안현정<sup>1</sup> , 김지은<sup>1</sup> , 서순영<sup>1</sup> , 김유진<sup>1</sup> , 신정환<sup>1</sup> , 인혜경<sup>2</sup> , 박수경<sup>3</sup> , 박영준<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>질병관리청 감염병정책과 결핵정책과, <sup>2</sup>질병관리청 호남권질병대응센터 감염병대응과, <sup>3</sup>질병관리청 국립인천공항검역소

### 초 록

**목적:** 세계 결핵의 날 및 결핵예방의 날 역사를 살펴보고 한국의 결핵관리 정책의 경과와 성과 분석을 통해 결핵에 대한 경각심을 환기시키고 예방의 중요성을 알리고자 한다.

**방법:** 결핵예방의 날에 대한 문헌 고찰 및 정책 보고자료를 활용하여 작성하였다.

**결과:** 당초 결핵예방주간 형태로 진행되었던 결핵 기념일은 2010년 「결핵예방법」 개정을 통해 매년 3월 24일 결핵예방의 날로 법제화되어 정례적으로 진행되고 있다. 또한 정부는 2013년부터 5년마다 「결핵관리종합계획」을 수립하는 체계를 마련하였으며, 이전 계획의 성과와 한계를 평가하여 수립하였고, 현재 「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」이 추진 중이다.

**결론:** 결핵예방의 날을 통해 결핵의 심각성 및 관리의 중요성을 재확인하고, 현장 대응 인력의 노력을 격려하고 있다. 「결핵관리종합계획」은 국내외 상황·정책 여건을 반영하여 변화 및 발전하였고, 특히 전문 인력 양성·활동 계기 마련, 정부와 민간 협력체계 구축 등 결핵 퇴치 밑거름을 마련하였다.

**주요 검색어:** 결핵; 세계 결핵의 날; 결핵예방의 날; 결핵관리종합계획

### 서 론

결핵은 결핵균(*Mycobacterium tuberculosis*)이 몸 속으로 침범하여 일으키는 질병이다. 결핵균은 주로 사람 간 호흡기 전파로 인해 폐로 들어오기 때문에 폐결핵이 가장 흔하지만 흉막 및 림프절 등 폐 이외의 장기로도 침범하여 폐외 감염을 일으키기도 한다. 초기 결핵은 무증상인 경우도 많으며 시간이 지나면서 증상이 발현된다. 기침이 가장 흔한 증상이며 체

중 감소, 야간발한(night sweat), 발열, 전신 무력감, 식욕부진 등이 있으며 적절한 치료가 없으면 사망에 이르는 질병이다 [1].

인류의 결핵 발생 역사는 선사시대 유적에서도 확인될 정도로 오래된 질병이고, 히포크라테스도 당시 젊은 층들이 결핵에 취약하다는 기록을 남겼다. 산업혁명 시기 유럽에서는 인구가 밀집한 대도시에서 상당수가 결핵으로 사망하였고, 특히 빈민가, 노동자 그룹에서 크게 발생하여 사회적 문제로

Received January 23, 2025 Revised February 11, 2025 Accepted February 17, 2025

\*Corresponding author: 박영준, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

†이 저자들은 본 연구에서 공동 제1저자로 기여하였음.

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



**핵심요약**

① 이전에 알려진 내용은?

2010년 「결핵예방법」 개정을 통해 법정 기념일인 결핵예방의 날(3월 24일)이 지정되었다. 「결핵관리종합계획」은 2013년 1차 계획을 시작으로 5년 단위로 수립되었다.

② 새로이 알게 된 내용은?

결핵예방의 날 지정 후 겨울에 집중된 결핵예방 홍보를 연중으로 확대하였다. 「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」은 2차 종합계획의 성과와 보완 필요 사항을 평가하여 2027년 결핵 발생률 20명(10만 명당) 이하를 목표로 4가지 주요 추진 전략 및 14가지 중점 추진 과제로 마련되었다.

③ 시사점은?

「결핵관리종합계획」은 국내외 상황 및 정책 여건을 반영하여 유연하게 변화 및 발전시켜 올 수 있었으며, 결핵 전문 인력이 지속 양성·활동하는 계기를 마련하였다. 또한 정부와 민간의료기관 간의 협력체계를 유지하여 결핵 퇴치의 밑거름을 마련하였다.

대두되었다. 19세기 말 결핵균(1882년)과 X선 발견(1895년)으로 결핵을 진단할 수 있게 되었고, 20세기 초 Bacillus Calmette-Guérin (BCG) 백신 개발로 인해 큰 전환점을 맞았다. 하지만 결핵 감염자의 90% 이상은 잠복결핵감염 상태이고 다제내성결핵균 발생으로 결핵은 아직도 퇴치되지 않은 감염병으로 남아있다. 이와 같이 결핵은 인류의 역사와 같이 온역사적인 질병이며 인류에 상당한 영향을 미친 중요한 질병 중 하나이다[2].

한국은 산업화 이후 비약적인 경제 발전과 생활 환경 개선으로 결핵 발병이 크게 줄어들어 따라 결핵에 대한 국내 인식은 과거에 비해 낮은 수준이다. 그러나 2023년 국내 결핵 전체 환자 수는 19,540명(10만 명당 38.2명), 결핵 사망자 수는 1,331명(10만 명당 2.6명)으로[3] 법정 감염병 중 코로나바이러스감염증-19(코로나19), 카바페넴내성장내세균속균종, 수두에 이어 네 번째로 환자 수가 많고, 코로나19 다음으

로 사망자 수가 많은 감염병이다[4].

위와 같은 이유로 그간 세계보건기구(World Health Organization)와 우리나라를 비롯한 각국 정부는 세계 결핵의 날을 계기로 결핵의 위험성과 예방의 중요성을 알리고 있으며 다양한 정책을 통해 결핵 퇴치에 노력하고 있다. 이에, 이번 원고를 통해 세계 결핵의 날의 역사와 우리나라 국가 결핵관리 정책에 대해 알아보려고 한다.

**본 론**

**1. 세계 결핵의 날 역사**

세계보건기구는 매년 3월 24일을 세계 결핵의 날(World Tuberculosis Day)로 지정하여 기념하고 있다. 세계보건기구는 이 기념일을 통해 결핵의 전 세계적인 유행과 위험성을 알리고 결핵 치료와 예방에 대한 정보를 제공하여 경각심을 일깨우고 있다. 이와 동시에 각국 정부에 결핵 퇴치 노력에 대한 중요성도 강조하여 알리고 있다.

1882년 3월 24일 독일의 세균학자 로버트 코흐(Robert Koch)는 결핵이 결핵균에 의해 유발된다는 것을 밝혔다. 사람들은 코흐가 결핵균을 발견하기 전까지 결핵은 유전적 영향이나 나쁜 공기로부터 발생한다고 생각하였다. 1800년대 초, 미국 뉴잉글랜드 지역에서는 ‘뱀파이어 공포증’이 나타나 사회적 혼란을 유발했다. 사람들이 결핵에 감염된 환자가 창백한 얼굴이 되어 사망하는 모습을 보고 가족 중 결핵으로 죽은 사람이 뱀파이어로 다시 돌아와 나머지 가족들에게도 결핵을 감염시킨다는 오해가 있었기 때문이다. 이러한 오해나 미신으로 인해 예방과 치료법은 효과도 없었고 결핵에 대한 두려움과 편견을 크게 만들었다. 이러한 상황에서 결핵균의 발견은 결핵을 이해하고 치료하는 데 중요한 전환점이 되었다[5].

이러한 업적을 기념하기 위해 코흐가 결핵균을 발견한 지 100주년이 되는 1982년에 국제항결핵 및 폐질환 연맹(International Union Against Tuberculosis and Lung Disease)

은 매년 3월 24일을 ‘세계 결핵의 날’로 기념할 것을 제안하였다[6]. 이후 1996년 세계보건기구는 ‘세계 결핵의 날’을 공식적인 기념일로 채택하고 1997년부터 매년 당시 결핵관리에 있어 중요한 분야를 주제로 하여 세계 결핵의 날 캠페인을 진행하면서 국제적 연대를 강조하고 있다(표 1) [7].

표 1. 세계 결핵의 날 주제 슬로건

| 세계 결핵의 날 주제 슬로건 |                                                             |
|-----------------|-------------------------------------------------------------|
| 2025            | Yes! We can end TB: commit, invest, deliver                 |
| 2023-2024       | Yes! We can end TB!                                         |
| 2022            | Invest to end TB. Save lives                                |
| 2021            | The clock is ticking                                        |
| 2020            | It's time to end TB!                                        |
| 2019            | It's time for action                                        |
| 2018            | Wanted: leaders for a TB-free world                         |
| 2017            | Unite to end TB: leave no one behind                        |
| 2016            | Unite to end TB                                             |
| 2015            | Gear up to end TB                                           |
| 2014            | The “missed” 3 million                                      |
| 2013            | Stop TB in my lifetime                                      |
| 2012            | Call for a world free of TB                                 |
| 2011            | Transforming the fight towards elimination                  |
| 2010            | Innovate to accelerate action                               |
| 2008-2009       | I am stopping TB                                            |
| 2007            | TB anywhere is TB everywhere                                |
| 2006            | Actions for life – towards a world free of TB               |
| 2005            | Frontline TB care providers: heroes in the fight against TB |
| 2004            | Every breath counts – stop TB now!                          |
| 2003            | DOTS cured me – it will cure you too!                       |
| 2002            | Stop TB, fight poverty                                      |
| 2001            | DOTS: TB cure for all                                       |
| 2000            | Forging new partnerships to stop TB                         |
| 1999            | Stop TB, use DOTS                                           |
| 1998            | DOTS success stories                                        |
| 1997            | Use DOTS more widely!                                       |

TB=tuberculosis; DOTS=directly observed treatment, short-course. Data from the World Health Organization [7].

## 2. 한국 결핵예방의 날 역사

광복 후 결핵을 예방하고 퇴치하기 위해 보건부에서는 1953년 12월 1일부터 7일까지 1주간 제1회 ‘결핵예방주간’을 정하여 집중적으로 결핵 계몽운동을 전개했다[6]. 1953년 제1회 ‘결핵예방주간’에는 대한결핵협회와 공동으로 학교, 직장, 단체에서 강연회 개최, 영화 상영, 무료 진료 및 상담을 실시하고, 신문 및 라디오를 통해 결핵에 대한 지식을 알렸다. 당시 결핵은 불치병으로 인식되어 있었기 때문에 결핵은 고칠 수 있으며 BCG 접종을 통해 예방이 가능하다는 메시지를 중점적으로 홍보하였다. 결핵예방주간은 일반 국민들에게 올바른 지식 전달과 관심을 고취시키는 좋은 계기로 활용되었다 [6].

이후, 국내에서 1989년 3월 24일 첫 번째 ‘세계 결핵의 날’ 기념식이 개최되어 결핵 퇴치 유공자에게 상을 수여하고, 성과를 평가하는 행사를 진행하였다. 결핵 관련 중요한 행사가 매년 3월 24일에도 시행되어 ‘결핵예방주간’ 및 크리스마스 쉴 운동으로 겨울에 집중된 결핵예방 홍보를 연중으로 확대하는 계기가 되었다[6]. 그 이후 2010년 「결핵예방법」 개정을 통해 3월 24일을 법정 기념일인 ‘결핵예방의 날’로 지정하였다. 이를 통해 국내 결핵예방 및 관리의 중요성을 널리 알리고 경각심을 고취시키기 위한 국가와 지방자치단체의 행사, 홍보, 교육 사업의 위상이 강화되었다[8]. 이에 2011년 첫 번째 ‘결핵예방의 날’ 행사를 시작으로 지금까지 총 14차례 행사를 개최하며 결핵 퇴치 유공자에 대한 시상뿐만 아니라 국가 결핵 정책 안내, 결핵예방 및 경각심을 제고하는 기회로 활용하고 있다.

## 3. 한국 결핵관리 정책 주요 경과 및 성과

한국은 1955년 보건부 결핵대책 5개년 계획을 수립하며 국가 결핵관리 정책이 태동하였다. 이 시기에는 BCG 접종, 환자 발견을 위한 X선 검진, 결핵실태 조사를 주요 사업으로 추진하였고, 1962년에는 보건소를 기반으로 국가결핵관리체계

를 구축하였다. 1968년 결핵의 예방과 결핵환자에 대한 적절한 의료를 실시함으로써 결핵으로 인하여 생기는 개인적이거나 사회적인 피해를 방지하여 공공복지 증진과 국민보건 향상에 기여함을 목적으로 「결핵예방법」, 동법 시행령 및 시행규칙을 제정하여 국가 결핵관리의 제도적 기반이 마련되었다. 2000년에는 의료기관에서 결핵환자를 신고·보고할 수 있는 결핵정보감시체계(Korea Tuberculosis Surveillance System) 전산시스템을 구축하고 이를 발전시켜 운영하고 있다.

2000년대 들어 국가 결핵관리 정책은 「결핵퇴치 2030 계획」(2006년), 「제1차 결핵관리종합계획(2013-2017)」, 「제2차 결핵관리종합계획(2018-2022)」, 「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」을 수립하여 진행하고 있다. 2006년에 마련한 「결핵퇴치 2030 계획」은 ‘결핵으로부터 자유로운 건강한 사회’라는 비전으로 2030년까지 결핵 발생률을 인구 백만 명당 1명까지 감소시키겠다는 목표를 제시하고 3가지 전략인 ‘Target 3-100 (100% 발견, 100% 추구관리, 100% 치료 성공)’을 제시하였다[9]. 당시 대표적 사업으로 2007년 시범 사업을 시작한 민간·공공협력 결핵관리사업(Private-Public Mix)을 들 수 있다. 민간의료기관에서 치료 받는 환자가 증가하면서 보건소의 결핵관리만으로는 환자관리에 한계가 있어

11개 민간의료기관에 현재의 결핵관리 전담 간호사인 사례관리간호사를 지원하여 치료 종결 시까지 환자교육, 상담 등을 진행하였다. 이후 민간·공공협력 결핵관리사업의 중요성이 부각되면서 2011년 전국 사업으로 확대(97개 의료기관)하였다. 이 사업을 통해 민간의료기관에 지원한 결핵관리전담 간호사는 내성을 포함한 환자의 진단, 사례조사, 복약 관련 전문상담 등 환자관리와 가족접촉자 검진, 잠복결핵검사 및 치료 지원을 담당하고, 국가는 이들의 고용 및 운영을 위한 예산 확보와 처우 개선을 위하여 노력해왔다. 민간의료기관 11개소가 참여했던 시범사업은 2024년 현재 전국 174개 기관, 294명의 결핵관리전담간호사를 통해 결핵환자의 성공적인 치료·관리를 지원하고 있으며, 이를 통해 2023년 기준 환자 19,540명 중 15,858명(81.2%)을 관리하고, 94.1%의 환자가 치료에 성공해 결핵환자 관리에 핵심이 되고 있다(그림 1) [10,11].

1) 「제1차 결핵관리종합계획(2013-2017)」

이후, 질병관리본부는 2013년 「결핵예방법」 제5조(결핵관리종합계획의 수립·시행 등)에 따라 ‘결핵 없는 사회, 건강한 국가’라는 비전을 바탕으로 「제1차 결핵관리종합계획

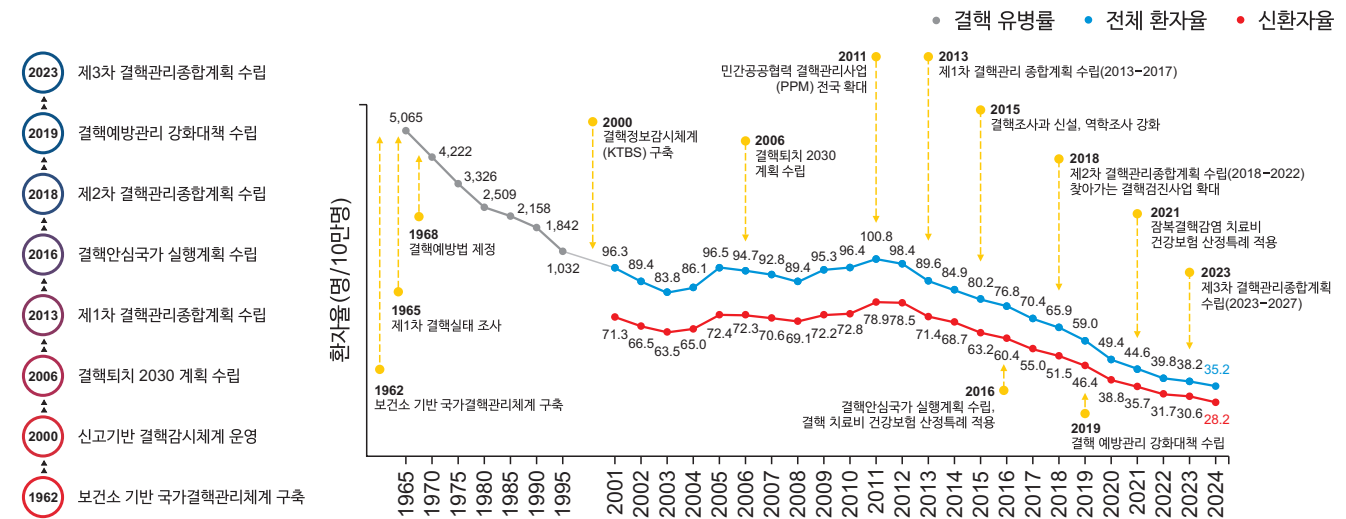


그림 1. 한국 결핵 발생 상황 및 결핵 관련 주요 정책

PPM=Private-Public Mix; KTBS=Korea Tuberculosis Surveillance System. Data from the article of Cho [10] and the Korea Disease Control and Prevention Agency [11].

(2013-2017)」을 수립하고 2020년까지 결핵 발생률을 2011년 대비 1/2로 감소(인구 10만 명당 50명)시키는 것을 목표로 제시하였다. 이를 위해 결핵 조기 발견, 철저한 환자관리 및 지원, 결핵관리 기반 강화 3가지 주요 추진 전략을 시행하였다[12]. 이 시기에 시작된 대표적 사업으로는 2013년에 설치된 중앙결핵역학조사반을 들 수 있다. 중앙결핵역학조사반은 본부 이외 4개 권역에 총 28명의 결핵역학조사반원을 배치하여 전국의 결핵 역학조사를 전담하였다. 중앙결핵역학조사반은 2013년에 1,142건의 집단시설 역학조사를 하였고, 역학조사 실시 기준 강화 및 조사 범위 확대로 매년 역학조사건은 증가하였다. 2023년에는 3,620건의 조사를 실시하여 86,302명의 접촉자 검진을 실시하였다[13]. 2016년 7월에는 결핵 치료비 건강보험 산정특례 적용으로 본인부담 전액면제를 통해 결핵환자의 의료비 보장성이 한층 강화되었다. 또한, 2025년까지 결핵 발생률을 선진국 수준으로 감소시키자는 목표를 가지고 「결핵안심국가 실행계획」이라는 발병 전 예방에 중점을 보강된 관리 계획이 마련되어 2017년부터 2018년까지 잠복결핵감염 검진, 치료 사업을 시행하였다. 잠복결핵감염 검진 대상은 집단시설 종사자(의료기관, 어린이집, 사회복지시설, 유치원, 학교, 산후조리원), 청소년(고등학교 1학년 학생, 학교 밖 청소년), 기타(병역판정검사 대상자 및 교정시설 수용자·종사자) 등 약 170만여 명이였다.

이러한 종합관리 계획에 따라 결핵관리 전 분야에서 체계적인 관리 기반이 마련된 결과 2000년 이후 좀처럼 줄지 않았던 결핵 신환자율(10만 명당)이 2011년 이후 연평균 5.8% 감소하였고, 2017년 결핵 신환자수가 처음으로 2만 명대로 진입하는 성과를 달성하였다. 그러나, 이와 같은 감소 추세에도 불구하고 인구 고령화로 인한 노인 결핵 발생과 국내로 유입되는 외국인 결핵환자 증가 등의 위험요소가 대두됨에 따라 관련 대책 마련이라는 과제를 남겨두었다.

## 2) 「제2차 결핵관리종합계획(2018-2022)」

「제2차 결핵관리종합계획(2018-2022)」은 ‘2022년까지 결핵 발생률을 2016년 대비 절반 수준으로 감소’라는 목표로 수립되었다. 목표 달성을 위한 4가지 추진 전략은 ‘조기 발견을 통한 전파 차단’, ‘환자 중심의 관리와 지지’, ‘연구개발과 진단’, ‘국내·외 협력체계 구축’이었다. 이 시기 새롭게 시작된 사업은 ‘찾아가는 결핵검진사업’을 들 수 있다. 이는 신체적, 경제적 장애요인으로 결핵검진을 받기 어려운 노인 및 노숙인 등을 대상으로 방문 검진을 하는 사업으로 2018년부터 2019년에 시범사업을 통해 운영체계를 마련한 뒤 2020년부터 전국단위의 사업을 진행하고 있다. 동 사업을 통해 매년 약 21만 명의 대상자에게 찾아가는 결핵검진을 제공하고 있고, 2020년 119명, 2021년 155명, 2022년 171명 등 총 455명의 결핵환자를 발견하였다. 또한, 민간·공공협력 결핵관리사업 참여 의료기관을 127개에서 184개로 확대하였고, 지자체 협의체를 구성하였다. 그리고 결핵관리 전담인력을 416명에서 1,009명으로 대폭 확대하여 환자 중심의 관리와 지지를 위한 인프라를 공고히 하였다. 더불어 잠복결핵감염 치료의료기관을 기존 385개에서 655개로 확대하고, 다제내성결핵 전문 의료기관을 62개 신설 및 컨소시엄을 운영하였다. 이와 함께 잠복결핵감염 치료비 산정특례 및 의료급여 수급권자 지원과 다제내성 결핵환자 신약 요양급여 인정 대상·범위 확대, 입원명령 대상자 간병비 현실화 등 결핵 치료율 향상을 위해 다각적인 지원 확대와 치료 기반을 강화하였다[14].

이러한 다양한 노력의 결과로 2022년 결핵 발생률 39.8명(인구 10만 명당)으로 「제1차 결핵관리종합계획(2013-2017)」에서 제시한 목표를 달성할 수 있었다. 2020-2022년 코로나19 팬데믹 기간 중 전 세계 결핵 발생 증가에도 불구하고 국내 결핵 발생은 지속적으로 감소 추세를 유지했다는 점은 더 큰 의미를 부여할 수 있겠다. 그러나, 세계보건기구에서 발표한 2022년 전세계 결핵통계 보고서 기준 한국의 결핵 발생률은 경제협력개발기구(Organisation for Economic

Co-operation and Development, OECD) 국가 중 1위(2021년 기준), 사망률은 3위였고, 고위험군·취약계층 관리의 사각지대는 여전히 존재하였으며, 결핵환자의 치료 성공률은 정체되어 이후 국가 결핵정책의 과제도 제시하였다.

### 3) 「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」

「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」에서는 ‘2027년 결핵 발생률을 20명(인구 10만 명당) 이하’를 목표로 제시하였다. 4가지 주요 추진 전략은 첫째, 보다 촘촘한 결핵예방 및 조기 발견, 둘째, 보다 세심한 환자 치료·관리, 셋째, 보다 과감한 예방·진단·치료 기술 혁신, 넷째, 보다 안정적인 정책 추진·지원 기반 강화이다. 3차 종합계획부터는 실행력을 강화하기 위해 14개 중점 추진 과제별로 목표를 설정하고 매년 실행계획을 마련하였다. 이를 통해 과제별 주기적 점검, 평가를 진행하면서 목표 미달성 과제는 보완 또는 지원하는 등의 노력을 지속하고 있다. 「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」에서는 돌봄시설 종사자 등 잠복결핵감염 검진 지원, 역학조사 접촉자 선정 및 검진 기준 정교화, 재외공관 지정병원 대상 결핵검진 매뉴얼 및 질 관리 방안 개발 등 예방·조기 발견을 위한 과제와 민간·공공협력 결핵관리사업 장기 운영

전략 개발, 다제내성결핵 1:1 집중관리 수행 등 환자관리 과제, 차세대 결핵 백신, 치료제, 진단제 등 개발을 위한 연구개발 과제가 제시되었다[15]. 이와 함께, BCG 백신은 중증 소아 결핵예방 백신으로 2006년부터 전량 수입에 의존하고 있어, 백신의 안정적 확보를 위해 2008년부터 자급화를 추진 중이다. 아울러, 국내 공급이 중단되거나 부재한 결핵 치료제를 위탁생산 또는 긴급 도입하여 안정적인 수급 관리를 지원하고 있다. 2024년 한국희귀필수의약품센터와 ‘감염병 관련 의약품 실무협의체’를 구성하여 의약품의 안정적·효율적 공급 및 업무 효율화를 도모하고 있다(그림 2) [15].

## 결론

2025년에도 질병관리청은 3월 24일 「제15회 결핵예방의 날」 기념 행사를 개최하여 국가 결핵관리사업에 기여한 유공자를 포상하고 결핵 퇴치를 위한 정부·민간·의료현장 등 관련 기관들의 협력을 강조할 것이다. 더불어 과거 유공자들의 유산을 재조명하면서 그들의 노력과 헌신으로 이루어진 현재를 기념하고, 미래세대가 그 유산을 잘 발전시켜 나갈 것을 다짐할 예정이다.

### 제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)

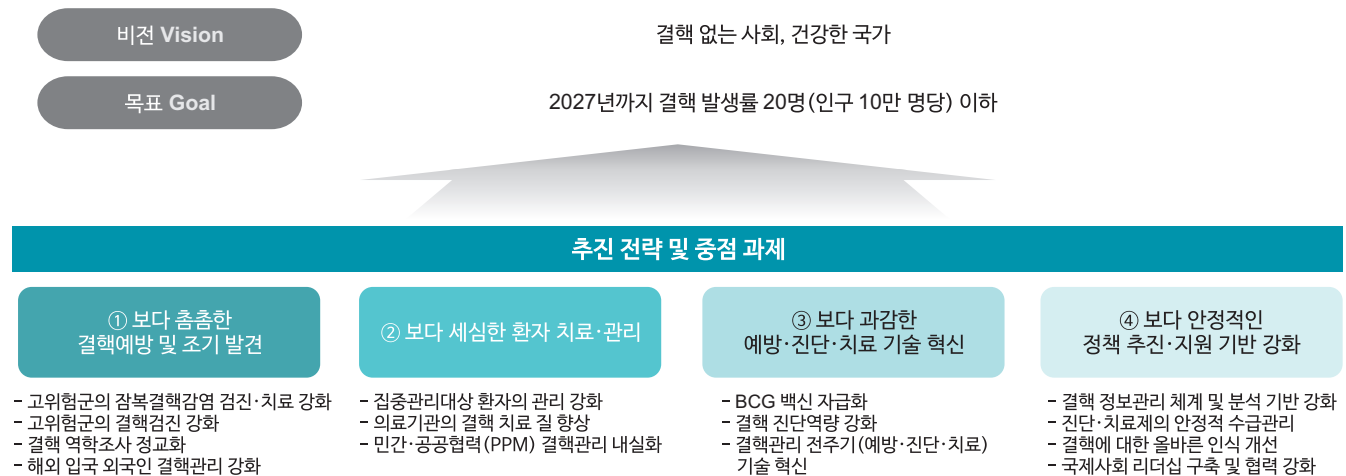


그림 2. 「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」 비전 및 목표

PPM=Private-Public Mix; BCG=Bacillus Calmette-Guérin. Data from the Korea Disease Control and Prevention Agency [15].

국가 「결핵관리종합계획」의 주요 성과는 다음과 같다. 첫째, 2024년 국내 결핵환자는 17,944명이 발생하여 전년 대비 8.2% 감소하였으며, 2011년 최고치(50,491명) 이후 13년 연속 결핵환자 발생 감소세를 이어가고 있다. 둘째, 국내외 상황 및 정책 여건 변화에 따라 유연하게 국내 결핵관리 정책은 변화·발전시켜왔다. 환자 치료관리 중심에서 사전 예방, 조기 발견까지 관리 분야를 넓히면서, 고령층, 외국인은 집중관리 정책을 개발해왔다. 이와 함께 단계적으로 의료비 보장성 강화와 취약계층 지원을 확대해 왔다는 것이 큰 의미가 있다. 셋째, 결핵역학조사반 운영과 보건소 및 의료기관에 결핵 전담인력을 배치하여 전문 인력이 지속 양성되고 활동하는 체계가 마련되었다. 마지막으로 민간·공공협력 결핵관리사업을 통해 정부와 민간 의료기관 간의 협력체계를 유지하면서 경험을 축적한 것은 한국 결핵 퇴치를 위한 중요한 밑거름이 되고 있다.

질병관리청은 향후에도 국내외 환경 변화를 모니터링하고 주기적으로 종합계획을 점검, 평가하여 계획의 정합성을 보완하고 실행력을 보강할 것이다. 이를 통해 시기별로 제시한 목표를 달성하기 위해 노력할 것이다.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: YJP, JHP, AHJ. Data curation: EYL, AHJ, HJA. Formal analysis: JHP. Investigation: JHP, AHJ, EYL. Methodology: JHP. Project

administration: JHP. Resources: EYL, AHJ, HJA, JEK, SYS, YJK, JHS, HKI, SKP. Supervision: YJP. Visualization: EYL. Writing – original draft: JHP, AHJ. Writing – review & editing: JHP, YJP.












## References

1. Woo H, Park D, Lee J, et al. Epidemiology and management of infectious disease. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2021.
2. Gerste RD. The history of a world changed by disease. Miraebok; 2020.
3. Lee H, Kim J, Kim J, et al. Characteristics of notified tuberculosis cases in the Republic of Korea, 2023. Public Health Wkly Rep 2024;17:1591-608.
4. Ha J, Kim Y, Kwon M, Park N. Status of notifiable infectious diseases reporting in 2023. Public Health Wkly Rep 2024;17:1815-27.
5. U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). History of world TB day [Internet]. CDC; 2024 [cited 2025 Jan 20]. Available from: <https://www.cdc.gov/world-tb-day/history/index.html>
6. Korean National Tuberculosis Association (KNTA). A history of tuberculosis in Korea. KNTA; 1998.
7. World Health Organization (WHO). Global health days and weeks [Internet]. WHO [cited 2025 Jan 20]. Available from: <https://www.who.int/campaigns>
8. National holidays and anniversaries [Internet]. National Archives of Korea [cited 2025 Jan 13]. Available from: <https://theme.archives.go.kr/next/anniversary/anniversary.do?anniversaryId=9809000000>
9. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Tuberculosis, national TB elimination plan 2030 『Stop TB Plan』 [Internet]. KDCA; 2006 [cited 2025 Jan 12]. Available from: <https://tbzero.kdca.go.kr/tbzero/board/board-View.do?leftMenuId=7&paramMenuId=71&boardSeq=916&crudType=R>
10. Cho KS. Tuberculosis control in the Republic of Korea. Health Soc Welf Rev 2017;37:179-212.
11. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Annual report on the notified tuberculosis in Korea, 2023. Cheongju: KDCA; 2024 May. Report No.: 11-1790387-

- 000332-10.
12. Ministry of Health and Welfare (MOHW), Korea Disease Control and Prevention Agency. First national strategic plan for TB control (2013–2017) [Internet]. MOHW; 2013 [cited 2025 Jan 13]. Available from: [https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10401000000&bid=0008&tag=&act=view&list\\_no=293110](https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10401000000&bid=0008&tag=&act=view&list_no=293110)
  13. Shim J, Han S, Kim J, et al. Results of the tuberculosis contact investigation, 2023. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1519-33.
  14. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Second national strategic plan for TB control (2018–2022) [Internet]. KDCA; 2018 [cited 2025 Jan 12]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501040000&bid=0015&list\\_no=139708&cg\\_code=&act=view&nPage=403&newsField=](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501040000&bid=0015&list_no=139708&cg_code=&act=view&nPage=403&newsField=)
  15. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Third national strategic plan for TB control (2023–2027) [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2025 Jan 10]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/gallery.es?mid=a20503010000&bid=0002&list\\_no=146078&act=view](https://www.kdca.go.kr/gallery.es?mid=a20503010000&bid=0002&list_no=146078&act=view)



# The History of Tuberculosis Prevention Day and National Strategic Plan for Tuberculosis Control in Republic of Korea

Jang-ho Park<sup>1†</sup> , Ah-hyeon Jang<sup>1†</sup> , Eun-young Lee<sup>1</sup> , Hyun-jung Ahn<sup>1</sup> , Ji-eun Kim<sup>1</sup> , Soon-young Seo<sup>1</sup> ,  
Yu-jin Kim<sup>1</sup> , Jeong-hwan Shin<sup>1</sup> , Hye-kyung In<sup>2</sup> , Su-kyeong Park<sup>3</sup> , Young-Joon Park<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Division of Tuberculosis Policy, Department of Infectious Disease Policy, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea,

<sup>2</sup>Division of Infectious Disease Control & Response, Honam Regional Center for Disease Control and Prevention,

Korea Disease Control and Prevention Agency, Gwangju, Korea, <sup>3</sup>Incheon Airport National Quarantine Station,

Korea Disease Control and Prevention Agency, Incheon, Korea

## ABSTRACT

**Objectives:** This study aims to raise awareness of tuberculosis and emphasize prevention by reviewing the history of World Tuberculosis Day and Tuberculosis Prevention Day, as well as analyzing tuberculosis control policies and achievements.

**Methods:** This study was prepared using a literature review and policy reports on Tuberculosis Prevention Day.

**Results:** Since the 2010 revision of the Tuberculosis Prevention Act, Tuberculosis Prevention Day has been observed annually on March 24, replacing the previously designated Tuberculosis Prevention Week. Since 2013, a five-year Tuberculosis Control Plan has been implemented to systematically manage tuberculosis. The third plan is currently in progress, incorporating past achievements and addressing previous limitations.

**Conclusions:** Tuberculosis Prevention Day underscores the severity of tuberculosis, its public health importance, and the efforts of frontline workers. The National Tuberculosis Control Plan has been developed based on domestic and international conditions, with a focus on training professionals, initiating preventive activities, and strengthening government-private collaboration systems.

**Key words:** Tuberculosis; World Tuberculosis Day; Tuberculosis Prevention Day; The Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea

\*Corresponding author: Young-Joon Park, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

<sup>†</sup>These authors contributed equally to this study as co-first authors.

## Introduction

Tuberculosis (TB) is a disease caused by the invasion of *Mycobacterium tuberculosis* into the body. Since this bacterium primarily enters the lungs through respiratory transmission

between humans, pulmonary TB is the most common form. However, the bacteria can also invade other organs, such as the pleura and lymph nodes, leading to extrapulmonary infections. In its early stages, TB is often asymptomatic, with the symptoms developing over time. The most common symptom is

### Key messages

#### ① What is known previously?

Tuberculosis Prevention Day (March 24) was designated through the Tuberculosis Prevention Act in 2010. The Tuberculosis (TB) Control Plan has been established every five years since 2013.

#### ② What new information is presented?

Following the designation of Tuberculosis Prevention Day, awareness campaigns expanded to run year-round. The Strategic Plan for Tuberculosis Control in the Republic of Korea (2023–2027) was developed with four major implementation strategies and 14 specific tasks, aiming to reduce the tuberculosis incidence rate to 20 per 100,000 by 2027.

#### ③ What are implications?

The TB Control Plan has been continuously adapted and developed in response to domestic and international conditions. It has also provided opportunities for training and engagement of TB professionals. Additionally, collaboration between the government and the private sector has played a key role in efforts to eliminate tuberculosis.

cough, accompanied by weight loss, night sweats, fever, general fatigue, and loss of appetite. Without proper treatment, the disease can be fatal [1].

The history of TB in humankind dates back to prehistoric times, as evidenced by archaeological remains. Even Hippocrates recorded that young individuals were particularly susceptible to TB. During the Industrial Revolution, TB caused significant mortality in the densely populated urban areas of Europe, especially among the impoverished and working-class populations, making it a major social issue. The discovery of *M. tuberculosis* in 1882 and X-rays in 1895 enabled the diagnosis of TB, and the development of the Bacillus Calmette–Guérin

(BCG) vaccine in the early 20th century marked a turning point in the control of TB. However, over 90% of TB infections remain in a latent state, and the emergence of multidrug-resistant TB (MDR-TB) is preventing the disease from being completely eradicated. As a result, TB is a historical disease that has coexisted alongside humans, exerting a profound impact on human history [2].

In the Republic of Korea (ROK), rapid industrialization, economic growth, and improved living conditions have significantly reduced TB incidence, leading to a decline in public awareness over time. However, in 2023, the total number of TB cases in ROK was 19,540 (38.2 cases per 100,000 people), with 1,331 TB-related deaths (2.6 deaths per 100,000 people) [3]. Among legally designated infectious diseases, TB ranked fourth in terms of the number of cases, following coronavirus disease (COVID-19), carbapenem-resistant *Enterobacterales* infections, and varicella, while it ranked second in mortality, following COVID-19 [4].

For these reasons, the World Health Organization (WHO) and governments worldwide, including ROK, have been raising awareness about the dangers of TB and the necessity of its prevention through World Tuberculosis Day. Various policies have been implemented to combat the disease. Accordingly, this report aims to examine the history of World Tuberculosis Day and ROK's national TB management policies.

## Results

### 1. History of World Tuberculosis Day

The WHO has designated March 24 as World Tuberculosis Day to be observed annually. Through this commemoration, the WHO raises awareness of the global prevalence and

dangers of TB while providing information on its treatment and prevention to emphasize the need for vigilance. At the same time, it urges governments worldwide to recognize the importance of TB eradication efforts.

On March 24, 1882, German bacteriologist Robert Koch (R. Koch) identified *M. tuberculosis* as the causative agent of TB. Before this discovery, people believed that TB resulted from hereditary factors or exposure to foul air. In the early 1800s, a phenomenon known as “vampire panic” emerged in New England, USA, causing widespread social unrest. The pale appearance and subsequent deaths of patients with TB led to the misconception that deceased family members were returning as vampires to infect the living. These misunderstandings and superstitions rendered preventive and therapeutic measures ineffective while amplifying fear and prejudice against TB. In this context, the discovery of *M. tuberculosis* marked a pivotal breakthrough in understanding and treating this disease [5].

To commemorate this achievement, the International Union Against Tuberculosis and Lung Disease proposed in 1982—on the 100th anniversary of Koch’s discovery—that March 24 be recognized annually as World Tuberculosis Day [6]. Subsequently, in 1996, the WHO officially designated World Tuberculosis Day as an international observance. Since 1997, the WHO has conducted annual World Tuberculosis Day campaigns, focusing on the key aspects of TB management each year to promote global solidarity (Table 1) [7].

## 2. History of Tuberculosis Prevention Day in Republic of Korea

Following Korea’s liberation, the Ministry of Health established the first Tuberculosis Prevention Week from December

**Table 1.** The theme of World TB Day

| The theme of World TB Day |                                                             |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 2025                      | Yes! We can end TB: commit, invest, deliver                 |
| 2023–2024                 | Yes! We can end TB!                                         |
| 2022                      | Invest to end TB. Save lives                                |
| 2021                      | The clock is ticking                                        |
| 2020                      | It’s time to end TB!                                        |
| 2019                      | It’s time for action                                        |
| 2018                      | Wanted: leaders for a TB-free world                         |
| 2017                      | Unite to end TB: leave no one behind                        |
| 2016                      | Unite to end TB                                             |
| 2015                      | Gear up to end TB                                           |
| 2014                      | The “missed” 3 million                                      |
| 2013                      | Stop TB in my lifetime                                      |
| 2012                      | Call for a world free of TB                                 |
| 2011                      | Transforming the fight towards elimination                  |
| 2010                      | Innovate to accelerate action                               |
| 2008–2009                 | I am stopping TB                                            |
| 2007                      | TB anywhere is TB everywhere                                |
| 2006                      | Actions for life – towards a world free of TB               |
| 2005                      | Frontline TB care providers: heroes in the fight against TB |
| 2004                      | Every breath counts – stop TB now!                          |
| 2003                      | DOTS cured me – it will cure you too!                       |
| 2002                      | Stop TB, fight poverty                                      |
| 2001                      | DOTS: TB cure for all                                       |
| 2000                      | Forging new partnerships to stop TB                         |
| 1999                      | Stop TB, use DOTS                                           |
| 1998                      | DOTS success stories                                        |
| 1997                      | Use DOTS more widely!                                       |

TB=tuberculosis; DOTS=directly observed treatment, short-course. Data from the World Health Organization [7].

1 to 7, 1953, as part of the efforts to prevent and eradicate TB [6]. During this week, intensive TB awareness campaigns were carried out in collaboration with the Korean National Tuberculosis Association (KNTA), involving lectures, film screenings, free medical consultations, and counseling sessions at schools, workplaces, and community organizations. Information about TB was also disseminated through

newspapers and radio broadcasts. At the time, TB was widely perceived as an incurable disease, so the primary focus of the campaign was to promote awareness that TB could be treated and prevented through BCG vaccination. Tuberculosis Prevention Week served as an important opportunity to educate the public and raise awareness about the disease [6].

Subsequently, on March 24, 1989, ROK held its first World Tuberculosis Day commemorative ceremony, during which awards were presented to individuals who had made significant contributions to TB eradication, and the achievements of TB control efforts were assessed. Following this, TB-related events continued to be held annually on March 24, providing an opportunity to expand TB awareness campaigns beyond the traditionally winter-focused Tuberculosis Prevention Week and the Christmas Seal Campaign, ensuring year-round public engagement in TB prevention efforts [6]. Later, in 2010, an amendment to the Tuberculosis Prevention Act officially designated March 24 as a legally recognized observance, Tuberculosis Prevention Day. This designation further elevated the significance of national and local government-led events, promotional campaigns, and educational initiatives aimed at raising the awareness of TB prevention and management [8]. As a result, starting with the first Tuberculosis Prevention Day event in 2011, a total of 14 such events have been held to date. These events serve as a platform not only to recognize those who have contributed to TB eradication efforts, but also to announce national TB policies and promote awareness, fostering a heightened sense of vigilance toward TB prevention.

### 3. Major Developments and Achievements in Republic of Korea's Tuberculosis Control Policy

ROK's national TB control policy began with the

establishment of the Five-Year Tuberculosis Control Plan by the Ministry of Health in 1955. During this period, the key initiatives included BCG vaccinations, X-ray screenings for early case detection, and nationwide TB prevalence surveys. In 1962, public health centers were designated as the primary institutions for implementing national TB control programs, laying the groundwork for systematic execution. In 1968, the Tuberculosis Prevention Act and its accompanying enforcement decree and regulations were enacted to establish a legal framework for national TB control. The law aimed to prevent TB-related personal and social harm by ensuring proper prevention measures and appropriate medical care for patients with TB, ultimately contributing to public welfare and national health improvement. In 2000, the Korea Tuberculosis Surveillance System was developed to facilitate the electronic reporting and monitoring of TB cases in medical institutions, which has since been expanded and refined.

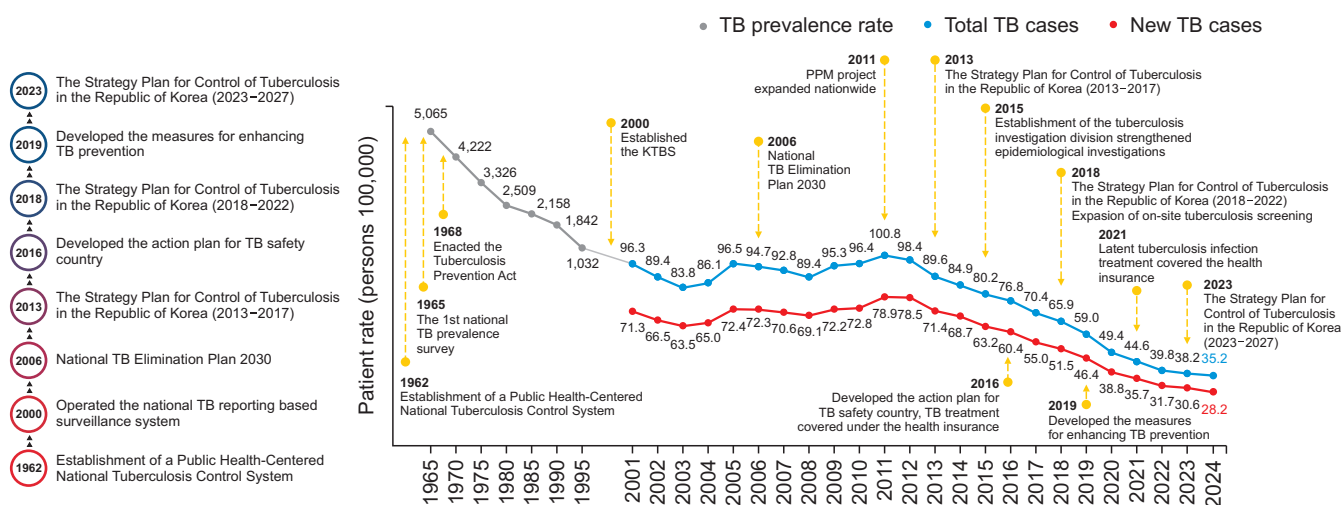
Entering the 2000s, the TB control policies of ROK evolved through the establishment and implementation of long-term strategic plans, including the Tuberculosis Eradication 2030 Plan (2006), the First Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2013–2017), the Second Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2018–2022), and the Third Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2023–2027). The Tuberculosis Eradication 2030 Plan, introduced in 2006, set forth the vision of a “healthy society free from TB,” with the goal of reducing the TB incidence rate to one case per million people by 2030. This plan outlined three core strategies under the “Target 3-100” initiative: 100% case detection, 100% contact management, and 100% treatment success [9]. A representative initiative that emerged during this period was the

Private-Public Mix (PPM) Tuberculosis Control Program, which began as a pilot project in 2007. As the number of patients with TB receiving treatment at private medical institutions increased, public health centers faced limitations in managing patients effectively. To address this, TB specialist nurses were assigned to 11 private medical institutions to provide continuous education, counseling, and support for patients with TB throughout their treatment. Recognizing the growing importance of the PPM Tuberculosis Control Program, the initiative was expanded nationwide in 2011, covering 97 medical institutions. Under this program, TB specialist nurses in private medical facilities were responsible for diagnosing patients (including those with drug-resistant TB), conducting case investigations, providing expert counseling on medication adherence, screening family contacts, and supporting LTBI testing and treatment. The government has continuously secured funding and improved the working conditions for these personnel to enhance program effectiveness. Since its inception as a pilot project with 11 participating institutions, the PPM

Tuberculosis Control Program has grown significantly. As of 2024, it operates across 174 medical institutions nationwide, with 294 TB specialist nurses. In 2023, the program managed 15,858 out of 19,540 patients with TB (81.2%), achieving a treatment success rate of 94.1%. This initiative has become a cornerstone of TB patient management in ROK (Figure 1) [10,11].

1) 「First Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2013–2017)」

In 2013, in accordance with Article 5 of the Tuberculosis Prevention Act (regarding the establishment and implementation of comprehensive TB control plans), the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) formulated the First Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2013–2017). The plan was based on the vision of a “TB-free society and a healthy nation” and aimed to reduce the TB incidence rate by half compared to 2011 levels, targeting 50 cases per 100,000 people by 2020. To achieve



**Figure 1.** Tuberculosis outbreak situation in Republic of Korea and Major policies related to TB  
 TB=tuberculosis; PPM=Private-Public Mix; KTBS=Korea Tuberculosis Surveillance System; KDCA=Korea Disease Control and Prevention Agency; MOHW=Ministry of Health and Welfare; KNTA=Korean National Tuberculosis Association. Data from the article of Cho [10] and the Korea Disease Control and Prevention Agency [11].

this goal, three key strategies were implemented: early detection of TB, meticulous patient management and support, and strengthening the TB control infrastructure [12]. One of the representative initiatives launched during this period was the establishment of the Central Tuberculosis Epidemiological Investigation Team in 2013. This team, composed of 28 TB epidemiologists deployed across four regional centers in addition to the main headquarters, was responsible for conducting nationwide epidemiological investigations of TB outbreaks. In its first year, the team conducted 1,142 epidemiological investigations in group facilities. With the expansion of investigation criteria and scope, the number of epidemiological investigations steadily increased, reaching 3,620 cases in 2023, with 86,302 individuals screened for TB exposure [13]. In July 2016, the Special Health Insurance Benefit for TB Treatment was introduced, eliminating all out-of-pocket costs for patients with TB, thereby significantly enhancing the financial accessibility to medical care. Furthermore, to bring the national TB incidence rate to the level of advanced countries by 2025, the Tuberculosis-Free Nation Action Plan was introduced, reinforcing prevention-focused management strategies. Under this plan, from 2017 to 2018, screening and treatment programs for latent TB infection (LTBI) were implemented. The target population for LTBI screening included approximately 1.7 million individuals in group facility occupations (medical institutions, daycare centers, social welfare facilities, kindergartens, schools, postpartum care centers), adolescents (first-year high school students, out-of-school youth), and other groups (military conscripts, correctional facility inmates and staff).

As a result of these comprehensive management efforts, a systematic TB control infrastructure was established across all sectors of TB prevention and treatment. This led to a sustained

annual decrease in the TB incidence rate by 5.8% from 2011 onwards, after a prolonged period of stagnation since 2000. By 2017, for the first time, the number of newly diagnosed patients with TB fell below 20,000 cases per year. However, despite these achievements, several challenges remained, including the increasing incidence of TB among the elderly due to the aging population and the rising number of patients with TB entering the country from abroad, highlighting the need for additional countermeasures.

## 2) 「Second Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2018–2022)」

The Second Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2018–2022) was established with the goal of reducing the TB incidence rate to half of that in 2016 level by 2022. To achieve this, four key strategies were set: blocking transmission through early detection, patient-centered management and support, research and development in diagnosis and treatment, and establishing domestic and international cooperation networks. One of the newly introduced initiatives during this period was On-site Tuberculosis Screening which provided TB screenings to elderly individuals and homeless populations who faced physical and economic barriers to accessing medical services. After piloting the program in 2018 and 2019 to establish an operational framework, it was expanded nationwide in 2020. Through this program, approximately 210,000 individuals were screened annually, leading to the detection of 119 patients with TB in 2020, 155 in 2021, and 171 in 2022, totaling 455 cases. In addition, the Private-Public (PPM) Program was expanded, increasing the number of participating medical institutions from 127 to 184, while local government cooperation committees were established

to strengthen regional TB control efforts. The number of TB-dedicated personnel also significantly increased from 416 to 1,009, reinforcing patient-centered management and support infrastructure. Furthermore, the number of institutions providing LTBI treatment was expanded from 385 to 655, and 62 new specialized medical centers for MDR-TB were established along with the formation of a treatment consortium. Financial support measures were also reinforced, including the introduction of special health insurance benefits for LTBI treatment, medical assistance for recipients of public healthcare benefits, expansion of health insurance coverage for new MDR-TB medications, and adjustments to caregiving cost support for patients under hospitalization orders, all aimed at improving TB treatment success rates. These various efforts led to the expansion of comprehensive support measures and the strengthening of the treatment infrastructure [14].

As a result of these efforts, by 2022, the TB incidence rate was reduced to 39.8 cases per 100,000 people, successfully meeting the target set in the First Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2013–2017). Despite a global surge in TB cases during the COVID-19 pandemic (2020–2022), ROK continued to maintain a steady decline in TB incidence, making this achievement even more significant. However, according to the 2022 WHO Global Tuberculosis Report, ROK still recorded the highest TB incidence rate among Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) countries as of 2021, and its TB mortality rate ranked third. Additionally, the gaps in TB management for high-risk and vulnerable populations remained, and the treatment success rate for patients with TB stagnated, presenting ongoing challenges for future national TB control policies.

### 3) 「Third Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2023–2027)」

The Third Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2023–2027) aims to reduce the TB incidence rate to 20 cases or fewer per 100,000 people by 2027. The plan is built upon four key strategies: first, strengthening TB prevention and early detection; second, enhancing patient treatment and management; third, advancing innovative technologies for prevention, diagnosis, and treatment; and fourth, reinforcing a stable policy implementation and support framework. To enhance the effectiveness of implementation, this plan establishes 14 core initiatives, each with specific targets and annual action plans. Regular monitoring and evaluations are conducted for each initiative, with continuous efforts to supplement or support those that do not meet their objectives. The Third Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2023–2027) includes measures, such as expanding LTBI screening support for workers in care facilities, refining epidemiological investigation criteria for contact tracing, and developing TB screening manuals and quality control measures for designated medical institutions at overseas diplomatic missions. Additionally, this plan outlines long-term operational strategies for the PPM Program, the implementation of one-on-one intensive management for patients with MDR-TB, and research and development initiatives for next-generation TB vaccines, treatments, and diagnostic tools [15]. In conjunction with these efforts, the BCG vaccine, which has been entirely imported since 2006 for the prevention of severe pediatric TB, has been undergoing a localization initiative since 2008 to ensure a stable domestic supply. Furthermore, for TB treatments that are either discontinued or unavailable in ROK, the government has been supporting contract manufacturing

or emergency imports to maintain stable supplies. In 2024, ROK established the Task Force on Infectious Disease-Related Pharmaceuticals in collaboration with the Korea Orphan & Essential Drug Center to ensure the stable and efficient supply of essential pharmaceuticals and to improve the operational efficiency (Figure 2) [15].

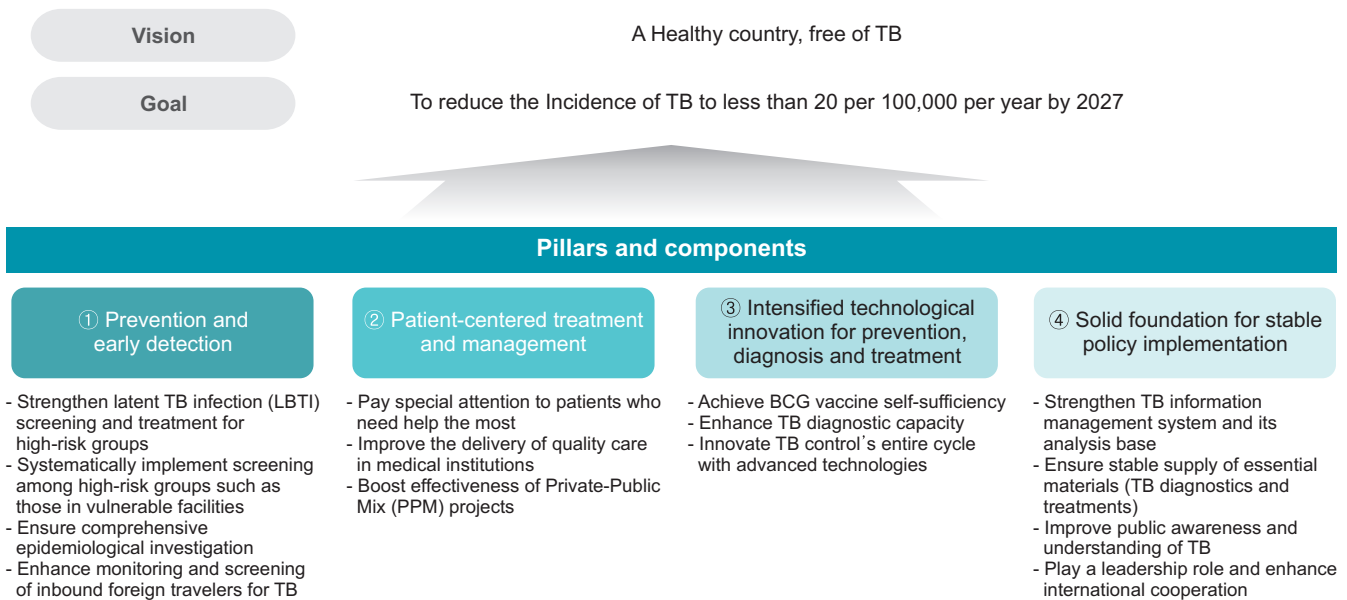
## Conclusion

In 2025, the KDCA will once again host the 15th Tuberculosis Prevention Day ceremony on March 24, recognizing individuals who have contributed to national TB control efforts and emphasizing cooperation among government agencies, private organizations, and the medical sector to eradicate TB. The event will also serve as an opportunity to reflect on the legacy of past contributors, acknowledging that their dedication and efforts have shaped the present, while reaffirming the commitment to further advancing these achievements for

future generations.

The key accomplishments of ROK's national TB control plans are as follows. First, as of 2024, the total number of TB cases in ROK has decreased to 17,944, marking a 8.2% decline from the previous year. This also signifies 13 consecutive years of decline since the peak of 50,491 cases in 2011. Second, ROK has adapted its TB control policies flexibly in response to changing domestic and international conditions, transitioning from a treatment-focused approach to a broader strategy that includes prevention and early detection. Additionally, targeted policies have been developed to focus on high-risk groups, such as the elderly and foreign nationals. The step-by-step expansion of financial support for medical expenses and assistance for vulnerable populations has been a particularly significant achievement. Third, the operation of the Tuberculosis Epidemiological Investigation Team, along with the deployment of TB-dedicated personnel at public health centers and medical institutions, has established a system where specialized

### The Strategy Plan for Control of Tuberculosis in the Republic of Korea (2023–2027)



**Figure 2.** 「The strategy plan for control of tuberculosis in the Republic of Korea (2023–2027)」 vision and goal  
TB=tuberculosis; BCG=Bacillus Calmette–Guérin. Data from the Korea Disease Control and Prevention Agency [15].



professionals are continuously trained and actively engaged in TB control. Lastly, through the PPM Program, ROK has maintained a strong cooperative framework between the government and private medical institutions, accumulating extensive experience that serves as a critical foundation for TB eradication efforts in the country.

Moving forward, the KDCA will continue monitoring changes in the domestic and international public health environments, periodically reviewing and evaluating comprehensive TB control plans to enhance their alignment and effectiveness. These efforts will be pursued to ensure that the goals set for each phase are successfully achieved.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: YJP, JHP, AHJ. Data curation: EYL, AHJ, HJA. Formal analysis: JHP. Investigation: JHP, AHJ, EYL. Methodology: JHP. Project administration: JHP. Resources: EYL, AHJ, HJA, JEK, SYS, YJK, JHS, HKI, SKP. Supervision: YJP. Visualization: EYL. Writing – original draft: JHP, AHJ. Writing – review & editing: JHP, YJP.

## References

1. Woo H, Park D, Lee J, et al. Epidemiology and management of infectious disease. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2021.
2. Gerste RD. The history of a world changed by disease. Miraebok; 2020.
3. Lee H, Kim J, Kim J, et al. Characteristics of notified tuberculosis cases in the Republic of Korea, 2023. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1591–608.
4. Ha J, Kim Y, Kwon M, Park N. Status of notifiable infectious diseases reporting in 2023. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1815–27.
5. U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). History of world TB day [Internet]. CDC; 2024 [cited 2025 Jan 20]. Available from: <https://www.cdc.gov/world-tb-day/history/index.html>
6. Korean National Tuberculosis Association (KNTA). A history of tuberculosis in Korea. KNTA; 1998.
7. World Health Organization (WHO). Global health days and weeks [Internet]. WHO [cited 2025 Jan 20]. Available from: <https://www.who.int/campaigns>
8. National holidays and anniversaries [Internet]. National Archives of Korea [cited 2025 Jan 13]. Available from: <https://theme.archives.go.kr/next/anniversary/anniversary.do?anniversaryId=9809000000>
9. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Tuberculosis, national TB elimination plan 2030 『Stop TB Plan』 [Internet]. KDCA; 2006 [cited 2025 Jan 12]. Available from: <https://tbzero.kdca.go.kr/tbzero/board/board-View.do?leftMenuId=7&paramMenuId=71&boardSeq=916&crudType=R>
10. Cho KS. Tuberculosis control in the Republic of Korea. *Health Soc Welf Rev* 2017;37:179–212.
11. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Annual report on the notified tuberculosis in Korea, 2023. Cheongju: KDCA; 2024 May. Report No.: 11-1790387-000332-10.
12. Ministry of Health and Welfare (MOHW), Korea Disease Control and Prevention Agency. First national strategic plan for TB control (2013–2017) [Internet]. MOHW; 2013 [cited 2025 Jan 13]. Available from: [https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10401000000&bid=0008&tag=&act=view&list\\_no=293110](https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10401000000&bid=0008&tag=&act=view&list_no=293110)
13. Shim J, Han S, Kim J, et al. Results of the tuberculosis

- contact investigation, 2023. Public Health Wkly Rep 2024;17:1519-33.
14. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Second national strategic plan for TB control (2018–2022) [Internet]. KDCA; 2018 [cited 2025 Jan 12]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501040000&bid=0015&list\\_no=139708&cg\\_code=&act=vi](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501040000&bid=0015&list_no=139708&cg_code=&act=vi)
  15. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Third national strategic plan for TB control (2023–2027) [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2025 Jan 10]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/gallery.es?mid=a20503010000&bid=0002&list\\_no=146078&act=view](https://www.kdca.go.kr/gallery.es?mid=a20503010000&bid=0002&list_no=146078&act=view)



## 결핵 백신 임상 연구개발 현황

신은경<sup>1</sup> , 김수민<sup>1</sup> , 윤진승<sup>1</sup> , 박소희<sup>1</sup> , 정혜숙<sup>2</sup> , 김유진<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>질병관리청 국립보건연구원 국립감염병연구소 공공백신개발지원센터 감염병백신연구과,

<sup>2</sup>질병관리청 국립보건연구원 국립감염병연구소 공공백신개발지원센터 백신임상연구과

### 초 록

**목적:** 결핵은 코로나 팬데믹 이전 전 세계적으로 사망률이 가장 높은 질병이지만 현재까지 유일하게 허가된 결핵 백신은 Bacillus Calmette-Guérin (BCG) 백신 하나뿐이다. 이 글은 개발이 까다로운 백신 중 하나로 알려진 결핵 백신의 임상 연구개발 현황을 소개하고자 한다.

**방법:** 임상 개발 현황 확인을 위해 임상 파이프라인에 속해 있는 결핵 백신 후보물질 중 현재 임상 시험 진행 중인 결핵 백신 후보물질에 대한 논문과 새로운 백신 개발 도입을 위한 세계보건기구(World Health Organization, WHO) 보고서 등을 토대로 작성하였다.

**결과:** 2024년 9월 기준 현재 임상 파이프라인에 포함된 결핵 백신 후보물질은 15종이다. 결핵 백신 후보물질 개발에 활용된 백신플랫폼으로는 전세포 기반 6종, 재조합 단백질 기반 5종, 바이러스 벡터 기반 2종 및 mRNA 백신 2종이 임상 시험 단계에 있다. WHO는 5년 내에 새로운 결핵 백신 개발이 가능할 것으로 예측하고 있다. 개발 가능성이 높은 결핵 백신 후보물질로 재조합 단백질 기반 백신인 M72/AS01<sub>E</sub>가 언급되고 있으며, 2024년 3월부터 임상 시험 3상을 진행 중이다. 또한 재조합 단백질 기반 GemTBvec과 전세포 기반 MIP, MTBVAC, VPM1002 등의 후보물질이 임상 시험 3상을 진행 중이다.

**결론:** 다양한 플랫폼 기반 결핵 백신 후보물질이 연구 중이나 중복되는 항원들이 확인된다. 결핵 백신 임상 파이프라인의 다양화를 위해서 새로운 항원 발굴과 효능평가용 비임상 동물모델 개발이 요구된다. 또한 종합적인 임상 시험 결과 분석을 통한 유효성 있는 평가지표 발굴이 필요하다.

**주요 검색어:** 결핵; 항원; 결핵 백신; 백신 플랫폼; 임상 시험

### 서 론

결핵은 결핵균(*Mycobacterium tuberculosis*)에 의해 호흡기를 통해 감염되는 전염성 질병으로 코로나바이러스감염증-19(코로나19)를 제외하고 단일 병원체로 가장 많은 사망

자가 발생하는 질병이다. 2024 Tuberculosis report에 따르면 HIV (human immunodeficiency virus)에 의한 사망률보다 HIV 비감염자의 결핵에 의한 사망률이 높게 확인되어 일부 연구자들은 HIV보다 결핵이 더 위험한 병원체라고 언급하였다[1]. 결핵을 예방할 수 있는 유일한 백신은 1921년도에 개

Received February 11, 2025 Revised March 7, 2025 Accepted March 10, 2025

\*Corresponding author: 김유진, Tel: +82-43-913-4200, E-mail: yjiney2@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



KDCA  
Korea Disease Control and Prevention Agency

**핵심 요약**

① 이전에 알려진 내용은?

다양한 플랫폼 기반의 결핵 백신 후보물질들이 임상 시험 중이며 전세포 기반 후보물질이 임상 시험 3상에 가장 많이 포함되어 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2024년도 세계보건기구(World Health Organization) 보고서에 따르면 3-5년 내에 새로운 백신 도입이 가능할 것으로 전망했다. 최근 청소년 및 성인 대상 백신으로 개발 가능성이 높은 후보물질로 50% 이상의 결핵 발생 감소 효과가 확인된 M72/AS01<sub>E</sub>가 언급되고 있으며 현재 아프리카 등에서 임상 시험 3상 대상자를 모집 중이다. 15종의 결핵 백신이 개발 중이지만 여전히 다른 감염병에 비해 임상 파이프라인에 포함되는 결핵 백신 후보물질 수는 제한적이다.

③ 시사점은?

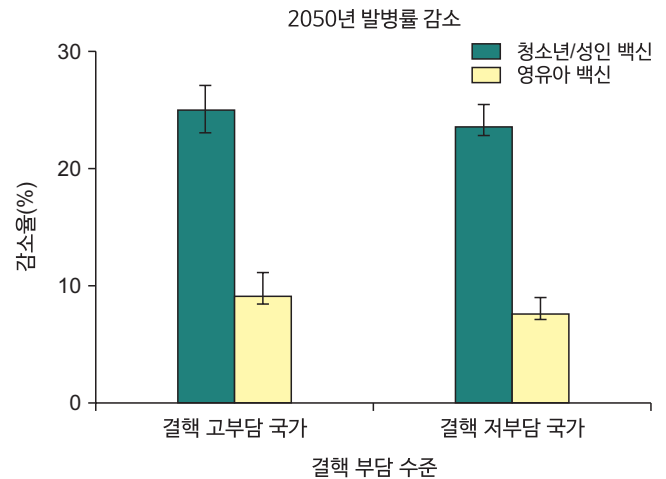
파이프라인의 다양성 확보를 위해서 유효한 항원 발굴과 결핵 백신 개발 목적에 맞는 평가 모델 개발 및 유효성 있는 평가지표 개발에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 청소년 및 성인용 백신 개발뿐 아니라 Bacillus Calmette-Guérin (BCG) 백신을 대체할 수 있는 영유아용 결핵 백신, 잠복 결핵에 대한 재발을 예방할 수 있는 결핵 백신 개발을 위해서 기초에서 임상까지 다양한 분야의 연구 협력이 필요하다.

발된 Bacillus Calmette-Guérin (BCG) 백신이다. 그러나 BCG는 영유아 대상으로 결핵예방 효과가 있지만 청소년 및 성인의 경우 예방 효과가 거의 없는 것으로 보고되고 있다. 따라서 전 세계적으로 BCG를 대체하거나 그 효능을 향상할 수 있는 결핵 백신 개발이 지속해서 요구되고 있으나, 현재까지 이러한 요구를 충족할 수 있는 결핵 백신은 아직 개발되지 않았다.

2023년도 기준 전 세계적으로 결핵 발생률은 인구 10만 명당 134명으로 이는 2020년도에 비해 4.8% 증가한 수치다 [1]. 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 결핵에 감염된 비율을 전 세계 인구의 4분의 1, 약 20억 명으로 추정하며, 이들 중 5-10%는 전염력이 높은 활동성 결핵환자로 예상한다[2]. 전 세계적으로 결핵 발생률의 87%는 고위험

30개 국가에서 발생하며, 이 중 8개의 국가(인도, 인도네시아, 중국, 필리핀, 파키스탄, 나이지리아, 방글라데시, 콩고)가 3분의 2를 차지한다[1]. 2019년도까지 결핵은 발생률과 사망률이 모두 꾸준히 감소하였으나, 코로나19 이후 2020년도 사망률은 5.6% 증가하였으며 이는 2017년도와 유사한 수준이다[3].

2018년에 WHO는 새로운 결핵 백신에 요구되는 특성 (PPC, preferred product characteristics for new tuberculosis vaccines)을 제시하였다[2,4]. 특히 청소년 및 성인 대상 결핵 백신의 경우 50% 이상의 결핵 발병 예방 효과를 보이고, 10년간 효능이 유지되는 특성을 갖는 백신 개발을 강조하였다 [2,4]. 2024년에 WHO는 3-5년 내 청소년 및 성인용 결핵 백신의 도입이 가능할 것으로 발표했으며[1,2], 모델링 연구 결과[5-7]에 따르면 청소년 및 성인에 대한 접종이 영유아 대상 접종에 비해 보건학적 및 경제적 이득이 높을 것으로 예측했다(그림 1) [5-7]. 또한 결핵 부담률이 높은 국가에서 결핵



**그림 1.** 2050년까지 새로운 백신 도입에 따른 결핵 발생률 감소 예측 결과

결핵예방 효과가 50% 이상이며, 백신 효능이 10년간 유지되는 새로운 결핵 백신을 청소년 및 성인을 대상으로 도입할 경우 영유아 대상보다 결핵 발생률 감소에 더 효과적이라는 예측 결과를 발표했다. Reused from the article of Knight et al. (Proc Natl Acad Sci U S A 2014;111:15520-5) [5]; Clark et al. (Lancet Glob Health 2023;11:e546-55) [6]; and TechNet [7].

부담률이 낮은 국가에 비해 보건학적 및 경제적 이득이 더 높다는 모델링 예측 결과를 발표하였다[5-7]. GSK사의 M72/AS01<sub>E</sub>는 재조합 단백질(Mtb32A, Mtb39A)과 면역증강제(AS01<sub>E</sub>) 조합으로 임상 시험 2b상 결과에 따르면 잠복 결핵 대상자에 대한 활동성 결핵 발생 예방 효과를 54%로 보고하였다[8]. 이는 WHO가 제시한 PPC를 만족시키는 결과로 현재 임상 시험 3상을 위한 대상자를 모집 중이다. 임상 시험 3상 결핵 백신 후보물질의 추가와 3-5년 내에 새로운 결핵 백신 도입이 가능할 것이라는 WHO의 보고[1,2]에 따라 현재 임상 시험 중인 백신 현황과 연구 동향 등을 간략하게 소개하고자 한다.

## 방 법

임상 파이프라인에 포함된 결핵 백신 15종의 백신에 대해 전세포 기반, 재조합 단백질 기반, 바이러스 벡터 기반 및 핵산 기반 등 결핵 백신 플랫폼 기준으로 분류하고 각 결핵 백신 후보물질에 대한 임상 시험 결과 논문과 WHO 보고서를 토대로 이 글을 작성하였다[1,3,8-15].

## 결 과

### 1. 결핵 백신 플랫폼에 따른 임상 연구 현황

2024년 9월 기준 임상 파이프라인에 속한 결핵 백신 후보물질은 총 15종으로 다양한 플랫폼 기반으로 구성되어 있으며, 임상 시험 진행 중인 백신은 총 12종이다(그림 2) [14]. 파이프라인 내 임상 시험 3상 연구 중인 백신은 총 6종이다. 이 중 4종은 BCG 재접종을 포함한 전세포 기반이며, 나머지 2종은 재조합 단백질 기반이다. 임상 시험 2상 결핵 백신 후보물질은 전세포 기반 2종, 재조합 단백질 기반 2종과 바이러스 벡터 기반 1종으로 확인된다. 임상 시험 1상의 경우 바이러스 벡터 기반 1종, 재조합 단백질 기반 1종 및 mRNA 백신 2종이 포함되어 있다(그림 2) [14].

1) 전세포 기반 백신: VPM1002, MIP, MTBVAC, RUTI, DAR-901

전세포 기반 후보물질엔 BCG 재접종이 포함되지만, 본 원고에서는 BCG 재접종을 제외한 5종을 소개하고자 한다(표 1). 전세포 기반 백신은 재조합 생백신과 불활화 균주 백신으

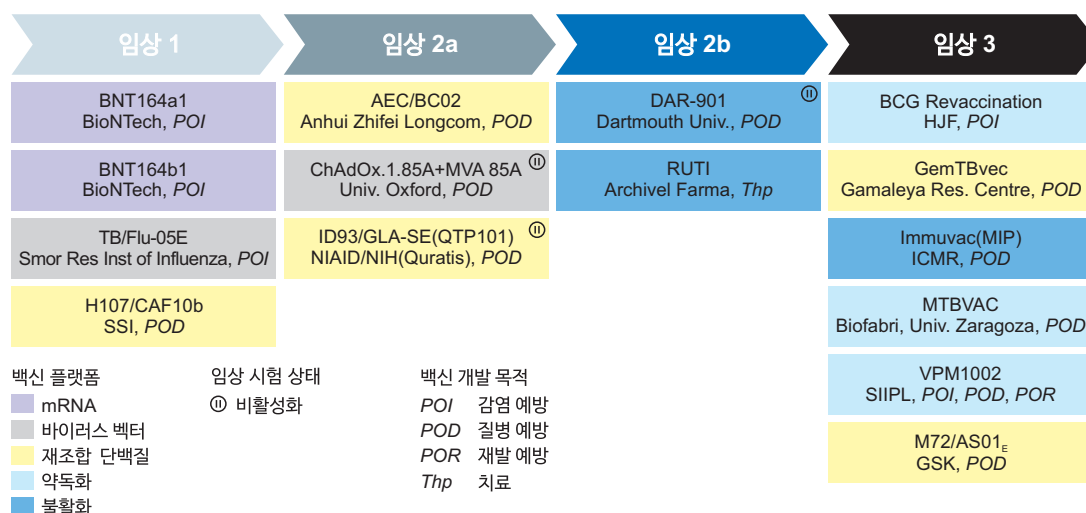


그림 2. 결핵 백신 파이프라인

현재 15종의 백신 후보물질들이 임상 파이프라인에 속해있으며, 이 중 12종이 임상 진행 중이다. 임상 3상의 6종 중 전세포 기반 백신이 4종이며, 재조합 단백질 기반 백신이 2종이다. 재조합 단백질 기반 M72/AS01<sub>E</sub>는 2024년 임상 3상에 그리고 H107/CAF10b도 임상 1상에 진입했다. mRNA 기반 후보물질 2종도 현재 임상 1상 연구 중이다. Data from the Stop TB Partnership [14].

표 1. 임상 파이프라인 내 결핵 백신 후보물질의 항원 종류

| 플랫폼     | 후보물질                  | 항원                                                                           |
|---------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 약독화     | VPM1002               | rBCG( $\Delta ureC::hly$ )                                                   |
|         | MIP                   | <i>Mycobacterium indicus pranii</i>                                          |
|         | MTBVAC                | <i>Mycobacterium tuberculosis</i> Mt103( $\Delta phoP$ , $\Delta fad26$ )    |
| 불활화     | RUTI                  | Heat-inactivated, purified, and fragmented <i>M. tuberculosis</i>            |
|         | DAR-901               | Inactivated <i>Mycobacterium obuense</i>                                     |
| 재조합 단백질 | GemTBvec              | Ag85A( <i>fbpA</i> ), EAST6( <i>esxA</i> )-CFP10( <i>esxB</i> )              |
|         | M72/AS01 <sub>E</sub> | Mtb32A( <i>PepA</i> ), Mtb39A( <i>PPE18</i> )                                |
|         | AEC/BC02              | Ag85B( <i>fbpB</i> ), CFP10( <i>esxB</i> )-ESAT6( <i>esxA</i> )              |
|         | ID93+GLA-SE           | Rv1813, Rv2608( <i>PPE42</i> ), Rv3619( <i>esxV</i> ), Rv3620( <i>esxW</i> ) |
|         | H107/CAF10b           | PPE68, ESAT6, EspI, EspC, EspA, MPT64, MPT70, MPT83                          |
|         | H56:IC31              | Ag85B( <i>fbpB</i> ), EAST6( <i>esxA</i> ), Rv2660                           |
| 바이러스 벡터 | ChAdOx.1.85A          | Ag85A( <i>fbpA</i> )                                                         |
|         | MVA85A                | Ag85A( <i>fbpA</i> )                                                         |
|         | TB/Flu-05E            | TB10.4( <i>esxH</i> ), HspX( <i>acr</i> )                                    |

로 구분할 수 있으며, VPM1002, MTBVAC는 재조합 생백신에 속한다[8]. VPM1002는 BCG 균주에 두 개의 단백질(*urease C*, *listeriolysin O*) 발현 유전자를 도입한 재조합 BCG 균주이다. 임상 시험 2상 결과 신생아에게서 BCG에 비해 높은 안전성이 확인되었으며, 청소년과 성인을 대상으로 임상 시험 3상을 진행 중이다[9]. MTBVAC은 2개의 주요 병원성 유전자(*phoP*, *fadD26*)가 제거된 재조합 결핵균으로 임상 시험 1상과 2상 결과 성인과 신생아에게서 BCG보다 높은 효능이 확인되었다. 현재 결핵 발생률이 높은 국가에서 영유아를 대상으로 임상 시험 3상을 진행 중이다[8]. 불활화 균주 결핵 백신 후보물질에는 RUTI와 DAR-901이 포함된다. RUTI는 *M. tuberculosis* 균주의 세포벽에서 독성을 제거한 단편들을 리포솜과 섞은 제형으로 결핵 치료제에 민감하거나 항생제 내성 결핵에 대한 치료 보조용 백신으로 임상 시험 2상을 진행 중이다[8]. DAR-901은 *Mycobacterium obuense* 균주를 불활화시킨 백신으로 탄자니아에서 진행된 임상 시험 2b상 결과 결핵균에 대한 초기 감염 예방 효과가 확인되지 않아 관련 임상 은 중단되었다[9].

2) 재조합 단백질 기반 백신: GemTBvec, M72/AS01<sub>E</sub>, AEC/BC02, ID93/GLA-SE, H107/CAF10b

재조합 단백질 기반 결핵 백신 후보물질은 결핵 항원 단백질과 면역보조제로 구성되어 있다. 단백질을 단독으로 사용할 경우 충분한 면역반응이 유도되지 않기 때문에 면역보조제를 함께 사용한다. 각 결핵 백신 후보물질에 사용된 항원은 표 1에 정리하였다.

GemTBvec은 결핵 단백질(Ag85A, ESAT6-CFP10)과 면역보조제로 구성된 재조합 단백질 백신으로 Ag85A는 단일 단백질이며 ESAT6-CFP10은 융합단백질이다. 면역보조제로 텍스트란과 핵산(CpG)을 사용하며, 결핵 감염 이력이 없는 성인 대상 임상 시험 3상 진행 중이다[8]. M72/AS01<sub>E</sub>는 2024년 3월부터 임상 시험 3상을 위한 대상자를 모집 중이다. 2024년 9월 기준 임상 시험 3상에 진입한 결핵 백신 후보물질로 두 개의 결핵 항원 단백질(Mtb39A, Mtb32A)과 리포솜 기반 면역보조제로 구성되어 있다. 성인을 대상으로 진행한 임상 시험 2상 연구 결과, 안전성에 대한 문제 없이 54%의 활동성 폐결핵예방 효과가 나타났으며, 예방 효과는 3년간 지속되는 것을 확인하였다[8]. 이러한 결과는 WHO에서

제시한 PPC에 부합하여 청소년 및 성인용 결핵 백신으로 개발 가능성이 높다. AEC/BC02는 결핵 항원 단백질(Ag85B, ESAT6-CFP10)로 구성된 재조합 단백질 백신으로 Ag85B 단일 단백질과 ESAT6-CFP10 융합단백질로 구성되어 있다. 핵산 기반 면역보조제를 사용하고 있으며 결핵에 노출된 성인을 대상으로 임상 시험 2상을 진행 중이다[9]. ID93/GLA-SE는 국내 개발사가 기술 도입하여 개발 중인 재조합 기반 결핵 백신 후보물질로 4종의 단백질(Rv2608, Rv3619, Rv3620, Rv1813)과 면역보조제로 구성되어 있다. 국내에서 BCG 접종 이력이 있는 건강한 성인을 대상으로 임상 시험 2a상 연구가 진행되었으며, 백신 접종군에서 면역반응이 유의적으로 증가하는 것이 확인되었다[10]. 또한 중장년층 대상 안정성과 면역원성 확인을 위한 임상 시험 1상을 진행 중이다[9]. H107/CAF10b는 새롭게 임상 시험에 진입한 결핵 백신 후보물질로 8종의 단백질과 리포솜 기반 면역보조제로 구성되었다. 마우스 모델에서 BCG와 병행 접종 시 BCG 단독접종에 비해 높은 예방 효과가 확인되었으며[11], 결핵 감염 여부와 관계없이 성인을 대상으로 임상 시험 1상 연구 중이다. 임상 시험 중인 결핵 백신 후보물질은 아니지만 재조합 단백질 기반 백신 중 H56:IC31은 2022년도 10월 기준 결핵예방 목적으로 임상 시험 2b와 치료 백신으로 임상 시험 1상을 진행 중이다. 그러나 재발 예방률이 5.4%로 확인되어 임상 파이프라인에서 제외되었다[12].

### 3) 바이러스 벡터 기반 백신: ChAdOx.1.85A+MVA85A, TB/FLU-05E

바이러스 벡터 기반 결핵 백신 후보물질은 다양한 바이러스를 백신 항원의 운반체로 사용한다. 결핵 백신 개발을 위해 임상 시험에 포함된 주요 바이러스 벡터는 침팬지 아데노 바이러스(ChAdOx.1), 변형 백시니아 바이러스(MVA) 및 인플루엔자 바이러스가 있다(표 1). ChAdOx.1.85A는 침팬지 아데노 바이러스에 Ag85A 발현 유전자(*tbpA*)가 도입된 바이러

스 벡터기반 결핵 백신 후보물질로 임상 시험 1상과 2a상 연구에서 MVA85A와 조합하여 접종했을 때 BCG 접종에 대한 면역원성이 증가하는 것으로 확인되었다[9]. TB/FLU-05E는 약독화 인플루엔자 바이러스를 이용한 바이러스 벡터 기반 결핵 백신 후보물질로 2종의 결핵 항원(TB10,4, HspX) 유전자를 포함하고 있으며 비강 접종법을 이용한다. 2021년 발표 결과에 따르면 마우스와 기니피그 동물모델에서 모두 감염 방어 효과를 확인하였다[11].

### 4) mRNA 기반 백신: BNT164a1, BNT164b1

mRNA 백신은 특정 항원의 mRNA를 세포 내로 전달하여 전달된 항원에 대한 다양한 면역반응을 유도하는 백신이다. 감염병 예방을 위한 mRNA 백신의 첫 적용 사례는 코로나19 백신이다. 바이러스 예방 백신에서 mRNA 백신의 성공은 다른 감염병에 대한 적용 가능성을 보여주는 계기가 되었다. 코로나19 백신을 개발한 BioNTech BNT164a1과 BNT164b1 2종의 결핵 백신 후보물질 개발하였으며, 성인을 대상으로 임상 시험 1상 진행 중이다.

## 2. 결핵 백신 임상 파이프라인 다양화를 위한 연구 동향

2024년 9월 기준 임상 파이프라인에 속한 결핵 백신 후보물질은 총 15종이며, 15종 중 현재 임상 시험 진행 중인 물질은 12종이다(그림 2) [14]. 이는 다른 감염병 백신 후보물질에 비해 매우 적은 수이며, 항원도 중복된다(표 1). 또한 현재 임상 시험 3상 개발 중인 결핵 백신 후보물질이 모두 개발에 성공할 가능성도 미지수다. 임상 시험의 실패 위험성을 낮추기 위해선 청소년 및 성인 대상 백신뿐 아니라 현재 사용 중인 BCG 대체 가능 결핵 백신과 잠복결핵의 재발을 예방할 수 있는 백신에 대한 지속적인 연구도 필요하다[1,9].

### 1) 유효 항원 발굴

코로나19의 경우 현재 임상 파이프라인에 있는 백신의 종

류는 총 183종이다. 이에 비해 결핵 백신의 경우 15종으로 코로나19 백신 대비 약 9%이다. 이는 다른 감염병 백신에 비해 상대적으로 적은 수로 임상 시험 실패 시 차선책 역시 제한적이다. 결핵균의 유전자는 약 4,000개로 알려져 있다. 이 중 결핵 백신 개발을 위한 표적 유전자는 극히 일부분으로 임상 연구 중인 재조합 및 바이러스 벡터 기반 결핵 백신 후보물질 중 6종의 후보물질이 중복되는 항원을 포함한다(표 1). 전통적인 면역반응 이외 다양한 면역반응을 유도할 수 있는 유효한 항원 확보를 위해 AI 기반 예측 모델링, 면역펩티도믹스, 단일세포 시퀀싱 기술 등을 적용한 항원 개발 연구가 활발하게 진행되고 있다[10,11]. 최근 임상 시험에서 채취한 샘플에 T-cell 프로파일링 기법 적용을 통해 발굴한 항원을 이용한 mRNA 결핵 백신 후보물질이 비임상 파이프라인에 포함되었다[12]. 또한 백신 개발의 다양화를 위한 접근법으로 이미 발굴된 항원에 대해 다양한 백신 제형과 접종 방법을 적용하는 연구가 제시되고 있다[11,13].

## 2) 비임상 모델 개발

발굴한 항원에 대해 다양한 평가 모델에서 효능 확인은 임상 연구를 위한 중요한 근거를 제공한다. 그러나 결핵 백신 연구에 적합한 비임상 동물모델의 부재는 결핵 백신 개발에 큰 걸림돌이 되고 있다. 비임상 동물모델 부재를 극복하기 위해 BCG 균주를 이용한 휴먼 챌린지 모델, 인간화 마우스 모델 등이 활용되고 있다[11,15]. 또한 결핵의 복잡한 감염 및 면역 메커니즘 이해와 임상 진입 가능성이 높은 유효 후보물질을 확보하기 위해서 적합한 시험관 내 평가 모델 개발과 결핵 백신 개발 목적에 맞는 유전학적으로 다양한 동물모델 개발이 필요하다[11,15]. 이를 위해서 임상 시험 결과를 역적용한 동물모델 개발 연구도 진행 중이다[11,15].

## 3) 임상 시험 결과를 이용한 유효성 있는 평가지표 발굴

대규모 임상 시험 전 가능성이 높은 후보물질 선별은 매

우 중요하다. 그러나 결핵 백신의 경우 선별을 위해 적용이 가능한 평가지표가 매우 부족하다. 의미 있는 평가지표의 발굴을 위해 현재 진행 중이거나 계획 중인 2b상 및 3상 임상 시험에서 수집된 시료 분석 결과에서 공통적으로 확인되는 지표와 임상 시험 단계에 따라 차별성이 확인되는 지표에 대한 비교 연구가 진행 중이다. 그리고 개별 후보물질의 임상 시험 결과들을 종합적으로 비교함으로써 백신의 개발 목적과 효능 평가지표 간의 상관관계를 파악하고자 하는 연구도 확인된다[11,15]. 발굴된 평가지표를 후보물질의 비임상 효능평가에 적용함으로써 유효한 후보물질 확보가 가능하며, 백신 개발을 위한 임상 시험의 효율성을 높일 수 있다[11,15].

## 결론

결핵 백신 후보물질의 다양화를 위해 유효한 항원의 발굴, 유전적으로 다양한 동물모델 개발과 신뢰할 수 있는 평가지표 확보가 필요하다. 또한 기초 연구와 임상 연구 간의 공백을 채울 수 있는 중개 연구가 필수적이며, 목적에 맞는 결핵 백신 개발을 위해 기초 및 임상 연구의 지속적인 연구와 협력이 요구된다.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: EKS, YJK. Data curation: EKS. Resources: SMK, JSY, SHP. Writing – original draft: EKS. Writing – review & editing: HSJ, YJK.



## References

1. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2024. WHO; 2024.
2. World Health Organization (WHO). WHO global framework to prepare for country introduction of new TB vaccines for adults and adolescents. WHO; 2024.
3. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2021. WHO; 2021.
4. World Health Organization (WHO). WHO preferred product characteristics for new tuberculosis vaccine. WHO; 2018.
5. Knight GM, Griffiths UK, Sumner T, et al. Impact and cost-effectiveness of new tuberculosis vaccines in low- and middle-income countries. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2014;111:15520-5.
6. Clark RA, Mukandavire C, Portnoy A, et al. The impact of alternative delivery strategies for novel tuberculosis vaccines in low-income and middle-income countries: a modelling study. *Lancet Glob Health* 2023;11:e546-55.
7. 2024-0222 GVIRF webinar: new TB vaccines for adults and adolescents, progress, prospects, and perspectives [Internet]. TechNet; 2024 [cited 2024 Dec 1]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=OtvM4schXwo>
8. Tait DR, Hatherill M, Van Der Meeren O, et al. Final analysis of a trial of M72/AS01<sub>E</sub> vaccine to prevent tuberculosis. *N Engl J Med* 2019;381:2429-39.
9. Romano M, Squeglia F, Kramarska E, et al. A structural view at vaccine development against *M. tuberculosis*. *Cells* 2023;12:317.
10. Choi YH, Kang YA, Park KJ, et al. Safety and immunogenicity of the ID93+ GLA-SE tuberculosis vaccine in BCG-vaccinated healthy adults: a randomized, double-blind, placebo-controlled phase 2 trial. *Infect Dis Ther* 2023;12:1605-24.
11. Wang H, Wang S, Fang R, et al. Enhancing TB vaccine efficacy: current progress on vaccines, adjuvants and immunization strategies. *Vaccines (Basel)* 2023;12:38.
12. Development of the candidate tuberculosis vaccine H56:IC31 ended based on early data from the Prevention of Recurrence (POR) TB Consortium: vaccine well tolerated and demonstrated immunogenicity but did not provide protection against TB recurrence [Internet]. POR TB Consortium; 2023 [cited 2025 Feb 4]. Available from: <https://www.porconsortium.org/news/2023/early-results-on-the-a-055-por-trial>
13. Musvosvi M, Huang H, Wang C, et al.; Adolescent Cohort Study team; GC6-74 Consortium. T cell receptor repertoires associated with control and disease progression following *Mycobacterium tuberculosis* infection. *Nat Med* 2023;29:258-69.
14. TB vaccine clinical pipeline [Internet]. Stop TB Partnership; 2024 [cited 2025 Feb 10]. Available from: <https://newtbvaccines.org/tb-vaccine-pipeline/clinical-phase/>
15. Chugh S, Bahal RK, Dhiman R, Singh R. Antigen identification strategies and preclinical evaluation models for advancing tuberculosis vaccine development. *NPJ Vaccines* 2024;9:57.

# Status of Tuberculosis Vaccines Development in Clinical Trials

Eunkyung Shin<sup>1</sup> , Soo Min Kim<sup>1</sup> , Jin-Seung Yun<sup>1</sup> , So Hee Park<sup>1</sup> , Hye-Sook Jeong<sup>2</sup> , You-Jin Kim<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Division of Infectious Disease Vaccine Research, Center for Vaccine Research, National Institute of Infectious Diseases, National Institute of Health, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea, <sup>2</sup>Division of Vaccine Clinical Research, Center for Vaccine Research, National Institute of Infectious Diseases, National Institute of Health, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

## ABSTRACT

**Objectives:** Tuberculosis (TB) is the leading cause of death worldwide before the corona virus pandemic, but the only licensed vaccine to date is Bacillus Calmette–Guérin (BCG). This manuscript aims to introduce the current status and trends of clinical research on TB vaccines, one of the most difficult vaccines to develop.

**Methods:** To identify the current status of clinical development, we reviewed the literature on TB vaccine candidates currently in the clinical pipeline and the World Health Organization (WHO) reports on the introduction of new vaccine developments.

**Results:** As of September 2024, 15 TB vaccines candidates are in the clinical pipeline. Across vaccine platforms, six whole-cell, five recombinant protein, two viral vector-based, and two mRNA vaccines are in clinical development, with the largest number of candidates being whole-cell-based vaccines. As of 2024, two mRNA vaccines are also in Phase 1 clinical trials. WHO predicts that a new TB vaccine will be available within five years. The recombinant protein-based M72/AS01<sub>E</sub> vaccine has been mentioned as a potential vaccine, and is currently recruiting subjects for a Phase 3 clinical trial. In addition, recombinant protein-based GemTBvec and whole cell-based MIP, MTBVAC, and VPM1002 are in Phase 3 clinical trials.

**Conclusions:** While several platform-based TB vaccine candidates are in clinical trials; however, the antigens contained in these candidates are often redundant and limited. To diversify the TB vaccine clinical pipeline, it is necessary to continue research to identify new antigens, the development of preclinical animal models for efficacy evaluation, and the identification of valid endpoints through the analysis of clinical trial results are necessary.

**Key words:** Tuberculosis; Antigens; Tuberculosis vaccines; Vaccine platforms; Clinical trials

\*Corresponding author: You-Jin Kim, Tel: +82-43-913-4200, E-mail: yjiney2@korea.kr

## Introduction

Tuberculosis (TB) is an infectious disease caused by *Mycobacterium tuberculosis*. Transmitted via the respiratory route, it is, aside from coronavirus disease 2019 (COVID-19), the leading cause of death from a single infectious agent

worldwide. According to the 2024 TB report, among HIV (human immunodeficiency virus)-negative individuals, the mortality rate due to tuberculosis is higher than the mortality rate due to HIV. Based on this, some researchers have stated that tuberculosis is a more dangerous pathogen than HIV [1]. The sole existing vaccine for TB, the Bacillus Calmette–Guérin

### Key messages

① What is known previously?

Vaccine candidates based on a variety of platforms are in clinical trials, with whole-cell-based candidates being the most common in Phase 3.

② What new information is presented?

A 2024 World Health Organization report predicts that a new vaccine could be introduced within three to five years. Recently, M72/AS01<sub>E</sub>, which has been shown to reduce the incidence of tuberculosis by more than 50% in adolescents and adults, has been cited as a potential vaccine candidate and is currently recruiting for Phase 3 clinical trials in Africa and elsewhere. Fifteen vaccines are in development, but the clinical pipeline is still very limited compared to other infectious diseases.

③ What are implications?

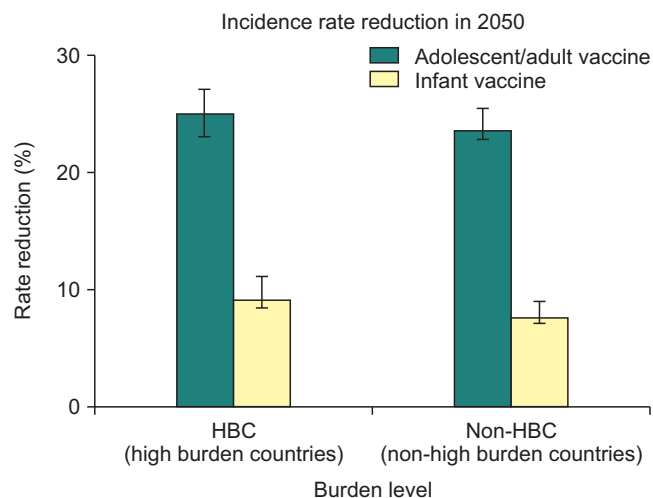
To ensure pipeline diversity, it is necessary to continue research on the discovery of valid antigens, development of evaluation models for vaccine development purposes, and development of efficacy evaluation indicators. Research collaboration from basic to clinical is needed to develop vaccines for adolescents and adults as well as for infants and recurrence prevention.

(BCG), was developed in 1921. Although it offers some protection in infants, its effectiveness in adolescents and adults is minimal. Consequently, there is a global demand for the development of new TB vaccines that could either replace or enhance the efficacy of BCG. However, no such vaccine has yet been developed.

In 2023, the global incidence of TB was 134 per 100,000 people, marking a 4.8% increase from 2020 [1]. According to WHO, the proportion of people infected with tuberculosis is one-fourth of the world's population, which is approximately 2 billion [2]. Notably, 87% of TB cases are concentrated in 30 high-burden countries, with eight countries (India, Indonesia,

China, Philippines, Pakistan, Nigeria, Bangladesh, and Congo) accounting for two-thirds of these cases [1]. Although both TB incidence and mortality were on a decline until 2019, the advent of COVID-19 saw a rise in TB mortality by 5.6% in 2020, reverting to the levels of 2017 [3].

In 2018, the WHO introduced the preferred product characteristics (PPC) for new TB vaccines [2-4], highlighting the need for vaccines that can demonstrate at least 50% efficacy in preventing TB infection and offer protection for a duration of 10 years [2,4]. By 2024, the WHO anticipated the introduction of vaccines for adolescents and adults within 3-5 years [1,2], predicting that these would offer greater health and economic benefits than vaccines for infants (Figure 1) [5-7]. These assertions are supported by modeling predictions that indicate higher advantages of vaccination in high-incidence countries



**Figure 1.** Predicted reduction in tuberculosis incidence rate by 2050 following the introduction of new vaccines  
This figure presents the predicted reduction in tuberculosis incidence rate with the introduction of a new vaccine that has an efficacy of over 50% and provides protection for up to 10 years. The results suggest that introducing vaccines for adolescents and adults is more effective in reducing incidence compared to the introduction of infant vaccines. Reused from the article of Knight et al. (Proc Natl Acad Sci U S A 2014;111:15520-5) [5]; Clark et al. (Lancet Glob Health 2023;11:e546-55) [6]; and TechNet [7].

over those with lower incidences [5-7]. GSK’s recombinant protein-based vaccine, M72/AS01<sub>E</sub>, which consists of antigens Mtb32A and Mtb39A and the adjuvant AS01<sub>E</sub>, demonstrated a 54% efficacy in preventing active TB among individuals with latent TB in Phase 2b trials [8]. This result aligns with WHO’s PPC for new TB vaccines. Enrollment for Phase 3 clinical trials is currently ongoing. Considering WHO’s predictions of additional Phase 3 TB vaccine candidates and the potential introduction of new vaccines within the next 3–5 years [1,2], this paper briefly introduces the current status and research trends in TB vaccines currently undergoing clinical trials.

## Methods

We categorized 15 TB vaccines currently in the clinical pipeline based on their platforms: whole-cell-based, recombinant protein-based, viral vector-based, and nucleic acid-based. We reviewed clinical trial results from published literature and reports by the WHO [1,3,8-15].

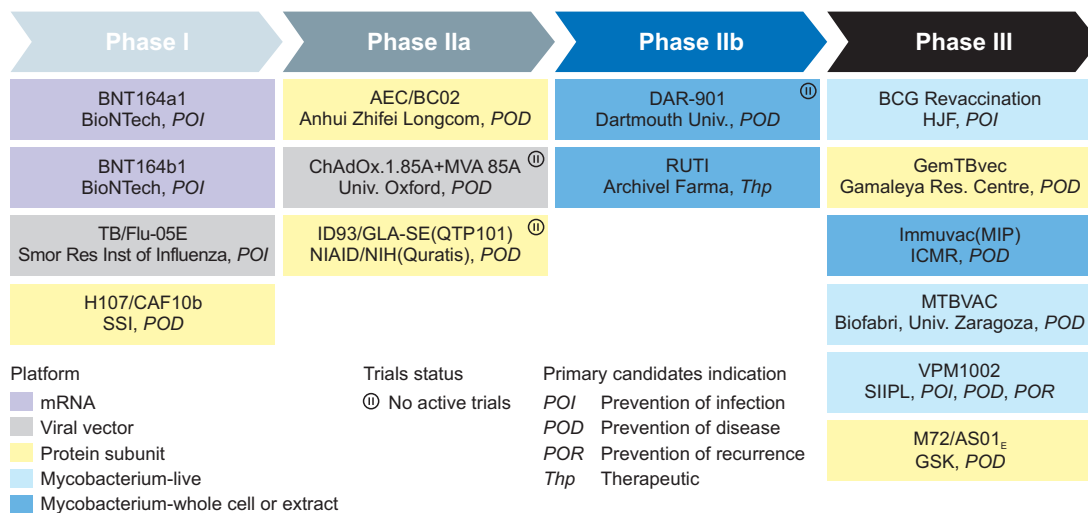
## Results

### 1. Clinical Research Status by TB Vaccine Platform

As of September 2024, there are 15 TB vaccine candidates in the clinical pipeline, distributed across various platforms, with 12 currently undergoing clinical trials (Figure 2) [14]. Six of these candidates are in Phase 3 clinical trials; four are whole-cell-based, including BCG revaccination, and two are recombinant protein-based vaccines. Phase 2 candidates consist of two whole-cell-based vaccines, two recombinant protein-based vaccines, and one viral vector-based vaccine. Phase 1 trials include one viral vector-based vaccine, one recombinant protein-based vaccine, and two mRNA vaccines (Figure 2) [14].

- 1) Whole-cell-based vaccines: VPM1002, MIP, MTBVAC, RUTI, DAR-901

While whole-cell-based vaccine candidates include BCG revaccination, this manuscript focuses on five other candidates,



**Figure 2.** TB vaccine pipeline

There are currently 15 vaccine candidates in the clinical pipeline, 12 of which are in clinical trials. Of the six vaccines in Phase 3, four are whole cell-based and two are recombinant protein-based. Recombinant protein-based M72/AS01<sub>E</sub> is expected to enter Phase 3 in 2024 and H107/CAF10b entered Phase 1. Two mRNA-based candidates are also currently in Phase 1. Data from the Stop TB Partnership [14].

excluding BCG revaccination (Table 1). Whole-cell vaccines are categorized into recombinant live vaccines and inactivated vaccines. VPM1002 and MTBVAC are classified as recombinant live-attenuated vaccines [8]. VPM1002, a recombinant BCG strain, has been engineered by introducing two genes (urease C and listeriolysin O) into the BCG strain. Phase 2 clinical trial results have shown improved safety compared to BCG in neonates, and it is currently in Phase 3 clinical trials for adolescents and adults [9]. MTBVAC, which is a recombinant strain of *M. tuberculosis* lacking two key virulence genes (*phoP* and *fadD26*), demonstrated higher efficacy than BCG in Phase 1 and 2 trials among adults and neonates. It is now in Phase 3 trials among infants and young children in high TB-incidence countries [8]. The inactivated whole-cell-based TB vaccine candidates include RUTI and DAR-901. RUTI, containing detoxified fragments of *M. tuberculosis* cell walls combined with liposomes, is undergoing Phase 2 trials as an adjunct therapeutic vaccine for drug-sensitive and antibiotic-resistant TB [8]. DAR-901, an inactivated vaccine derived from *Mycobacterium obuense*, showed no protective efficacy against

initial TB infection in a Phase 2b trial conducted in Tanzania, leading to the discontinuation of further clinical trials [9].

2) Recombinant protein-based TB vaccine:

GemTBvec, M72/AS01<sub>E</sub>, AEC/BC02,  
ID93/GLA-SE, H107/CAF10b

Recombinant protein-based TB vaccines are composed of TB antigen proteins combined with immune adjuvants, as proteins alone do not elicit sufficiently robust immune responses. The antigens included in each TB vaccine candidate are summarized in Table 1.

GemTBvec is a recombinant protein vaccine consisting of the single protein antigen Ag85A and the fusion protein ESAT6-CFP10, along with adjuvants dextran and nucleic acid (CpG). It is currently in Phase 3 clinical trials targeting TB-naïve adults [8]. M72/AS01<sub>E</sub>, which began enrolling participants for Phase 3 clinical trials in March 2024, includes two TB antigen proteins, Mtb39A and Mtb32A, combined with a liposome-based adjuvant. Results from Phase 2 clinical trials in adults have shown 54% efficacy in preventing active

**Table 1.** Antigens of vaccine candidates in clinical trials

| Platform         | Candidates            | Antigens                                                                                |
|------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Live attenuated  | VPM1002               | rBCG( $\Delta$ ureC: <i>hly</i> )                                                       |
|                  | MIP                   | <i>Mycobacterium indicus pranii</i>                                                     |
|                  | MTBVAC                | <i>Mycobacterium tuberculosis</i> Mt103( $\Delta$ <i>phoP</i> , $\Delta$ <i>fad26</i> ) |
| Inactivated cell | RUTI                  | Heat-inactivated, purified, and fragmented <i>M. tuberculosis</i>                       |
|                  | DAR-901               | Inactivated <i>Mycobacterium obuense</i>                                                |
| Protein subunit  | GemTBvec              | Ag85A( <i>fbpA</i> ), EAST6( <i>esxA</i> )-CFP10( <i>esxB</i> )                         |
|                  | M72/AS01 <sub>E</sub> | Mtb32A(PepA), Mtb39A(PPE18)                                                             |
|                  | AEC/BC02              | Ag85B( <i>fbpB</i> ), CFP10( <i>esxB</i> )-ESAT6( <i>esxA</i> )                         |
|                  | ID93+GLA-SE           | Rv1813, Rv2608(PPE42), Rv3619( <i>esxV</i> ), Rv3620( <i>esxW</i> )                     |
|                  | H107/CAF10b           | PPE68, ESAT6, EspI, EspC, EspA, MPT64, MPT70, MPT83                                     |
|                  | H56:IC31              | Ag85B( <i>fbpB</i> ), EAST6( <i>esxA</i> ), Rv2660                                      |
| Viral vectored   | ChAdOx.1.85A          | Ag85A( <i>fbpA</i> )                                                                    |
|                  | MVA85A                | Ag85A( <i>fbpA</i> )                                                                    |
|                  | TB/Flu-05E            | TB10.4( <i>esxH</i> ), HspX( <i>acr</i> )                                               |

pulmonary TB, with no safety concerns and sustained protection for 3 years [8]. These results meet the PPC outlined by WHO, indicating a strong potential for development as an adolescent and adult TB vaccine. AEC/BC02, another recombinant protein vaccine, features the antigens Ag85B and ESAT6-CFP10. It uses a nucleic acid-based adjuvant and is currently undergoing Phase 2 clinical trials targeting adults exposed to TB [9]. ID93/GLA-SE consists of four proteins (Rv2608, Rv3619, Rv3620, Rv1813) and an immune adjuvant. It is being developed by a domestic company through technology transfer. A Phase 2a clinical study among healthy adults previously vaccinated with BCG showed a significant enhancement in immune responses [10]. Additionally, a Phase 1 clinical trial is underway to confirm its safety and immunogenicity in middle-aged and older adults [9]. H107/CAF10b, which is newly entering clinical trials, combines eight antigens with a liposome-based immune adjuvant. In mouse models, when co-administered with BCG, it demonstrated higher preventive efficacy than BCG alone [11]. It is currently in Phase 1 trials targeting adults regardless of their TB infection status. Although not currently in the clinical trial pipeline, H56:IC31, a recombinant protein-based vaccine, was in Phase 2b clinical trials for TB prevention and Phase 1 as a therapeutic vaccine as of October 2022. It was excluded from the pipeline after demonstrating a relapse prevention rate of only 5.4% [12].

### 3) Viral vector-based vaccines:

ChAdOx.1.85A+MVA85A, TB/FLU-05E

Viral vector-based TB vaccine candidates employ various viruses as delivery vehicles for vaccine antigens. The primary viral vectors used in clinical trials for TB vaccine development include chimpanzee adenovirus (ChAdOx.1),

modified vaccinia virus Ankara (MVA), and influenza virus (Table 1). ChAdOx.1.85A, a viral vector-based TB vaccine candidate, uses chimpanzee adenovirus to express the antigen Ag85A(*fbpA*). When combined with MVA85A, it has shown increased immunogenicity compared to BCG vaccination in Phase 1 and 2a clinical trials [9]. TB/FLU-05E, another viral vector-based candidate, utilizes an attenuated influenza virus vector to deliver two TB antigens (TB10.4 and HspX) and is administered intranasally. A 2021 report indicated that it demonstrated protective efficacy against infection in both mouse and guinea pig models [11].

### 4) mRNA-based vaccines: BNT164a1, BNT164b1

mRNA vaccines work by delivering antigen-specific mRNA into cells, which then induces diverse immune responses against the targeted antigen. The first successful application of mRNA vaccines in preventing an infectious disease was with COVID-19. This breakthrough has opened up possibilities for using mRNA technology against other infectious diseases. BioNTech, the company behind the COVID-19 vaccine, has developed two TB vaccine candidates, BNT164a1 and BNT164b1, which are currently in Phase 1 clinical trials in adults.

## 2. Research Trends for Diversification of the TB Vaccine Clinical Pipeline

As of September 2024, the clinical pipeline includes a total of 15 TB vaccine candidates, 12 of which are currently undergoing clinical trials (Figure 2) [14]. This number is significantly lower compared to candidates for other infectious diseases, and there is often redundancy in the antigens used (Table 1). Moreover, it is uncertain whether all TB vaccine candidates

currently in Phase 3 trials will be successfully developed. To mitigate the risks of clinical trial failures, continuous research is essential. This research should focus not only on vaccines for adolescents and adults but also on those that could potentially replace BCG and prevent the reactivation of latent TB [1,9].

### 1) Identification of effective antigens

For COVID-19, there are currently 183 vaccine candidates in the clinical pipeline. In contrast, the number of TB vaccine candidates is 15, which represents approximately 9% of the number of COVID-19 vaccines. This is a relatively small number compared to vaccines for other infectious diseases, which limits alternative options in the event of clinical trial failures. The genome of *M. tuberculosis* is known to consist of approximately 4,000 genes. However, only a very small fraction of these genes are targeted for TB vaccine development, and six candidates among the recombinant and viral vector-based TB vaccines in clinical trials contain overlapping antigens (Table 1). To identify effective antigens capable of inducing diverse immune responses beyond conventional immunity, ongoing research utilizes AI-based predictive modeling, immunopeptidomics, and single-cell sequencing technologies [10,11]. Recently, mRNA-based TB vaccine candidates employing antigens identified through T-cell profiling techniques on clinical trial samples have been included in the preclinical pipeline [12]. Additionally, as a strategy to diversify vaccine development, proposals are being made to apply various vaccine formulations and delivery methods to previously identified antigens [11,13].

### 2) Development of preclinical models

Evaluating the efficacy of identified antigens through

diverse assessment models is critical for advancing clinical research. However, the lack of suitable preclinical animal models for TB vaccine research has become a significant barrier to vaccine development. To address the shortage of appropriate preclinical animal models, human challenge models using BCG strains and humanized mouse models are currently being employed [11,15]. Moreover, the development of suitable *in vitro* assessment models and genetically diverse animal models tailored to the objectives of TB vaccine development is essential. These models are necessary to understand the complex infection and immune mechanisms of TB and to identify effective vaccine candidates with high clinical potential [11,15]. For this purpose, research is ongoing into the development of animal models that reverse-apply outcomes from clinical trials [11,15].

### 3) Identification of valid efficacy endpoints based on clinical trial results

Selecting highly promising vaccine candidates before proceeding to large-scale clinical trials is crucial. However, there is a significant shortage of applicable endpoints for selection in TB vaccine development. Comparative studies are currently being conducted to identify meaningful efficacy endpoints by analyzing samples from ongoing or planned Phase 2b and Phase 3 clinical trials. These studies focus on indicators that are consistently observed across different studies and those that vary according to the phases of the clinical trials. Additionally, research aimed at understanding the correlations between vaccine development objectives and efficacy endpoints through comprehensive comparisons of individual vaccine candidate trial results has been reported [11,15]. Applying these identified efficacy endpoints to preclinical efficacy evaluations will enable the selection of valid vaccine candidates and enhance

the efficiency of clinical trials for vaccine development 2024 [11,15].

## Conclusion

To diversify TB vaccine candidates, it is essential to identify effective antigens, develop genetically diverse animal models, and secure reliable evaluation indicators. Additionally, translational research that bridges the gap between basic and clinical studies is crucial. Ongoing research and collaboration between basic and clinical disciplines are required to develop vaccines that are tailored to their specific intended purposes.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: EKS, YJK. Data curation: EKS. Resources: SMK, JSY, SHP. Writing – original draft: EKS. Writing – review & editing: HSJ, YJK.

## References

- World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2024. WHO; 2024.
- World Health Organization (WHO). WHO global framework to prepare for country introduction of new TB vaccines for adults and adolescents. WHO; 2024.
- World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2021. WHO; 2021.
- World Health Organization (WHO). WHO preferred product characteristics for new tuberculosis vaccine. WHO; 2018.
- Knight GM, Griffiths UK, Sumner T, et al. Impact and cost-effectiveness of new tuberculosis vaccines in low- and middle-income countries. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2014;111:15520-5.
- Clark RA, Mukandavire C, Portnoy A, et al. The impact of alternative delivery strategies for novel tuberculosis vaccines in low-income and middle-income countries: a modelling study. *Lancet Glob Health* 2023;11:e546-55.
- 2024-0222 GVIRF webinar: new TB vaccines for adults and adolescents, progress, prospects, and perspectives [Internet]. TechNet; 2024 [cited 2024 Dec 1]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=Otv4schXwo>
- Tait DR, Hatherill M, Van Der Meeren O, et al. Final analysis of a trial of M72/AS01<sub>E</sub> vaccine to prevent tuberculosis. *N Engl J Med* 2019;381:2429-39.
- Romano M, Squeglia F, Kramarska E, et al. A structural view at vaccine development against *M. tuberculosis*. *Cells* 2023;12:317.
- Choi YH, Kang YA, Park KJ, et al. Safety and immunogenicity of the ID93+ GLA-SE tuberculosis vaccine in BCG-vaccinated healthy adults: a randomized, double-blind, placebo-controlled phase 2 trial. *Infect Dis Ther* 2023;12:1605-24.
- Wang H, Wang S, Fang R, et al. Enhancing TB vaccine efficacy: current progress on vaccines, adjuvants and immunization strategies. *Vaccines (Basel)* 2023;12:38.
- Development of the candidate tuberculosis vaccine H56:IC31 ended based on early data from the Prevention of Recurrence (POR) TB Consortium: vaccine well tolerated and demonstrated immunogenicity but did not provide protection against TB recurrence [Internet]. POR TB Consortium; 2023 [cited 2025 Feb 4]. Available from: <https://www.porconsortium.org/news/2023/early-results-on-the-a-055-por-trial>
- Musvosvi M, Huang H, Wang C, et al.; Adolescent Cohort Study team; GC6-74 Consortium. T cell receptor repertoires associated with control and disease progression following *Mycobacterium tuberculosis* infection. *Nat Med* 2023;29:258-69.
- TB vaccine clinical pipeline [Internet]. Stop TB Partnership; 2024 [cited 2025 Feb 10]. Available from: <https://newtbvaccines.org/tb-vaccine-pipeline/clinical-phase/>
- Chugh S, Bahal RK, Dhiman R, Singh R. Antigen identification strategies and preclinical evaluation models for advancing tuberculosis vaccine development. *NPJ Vaccines* 2024;9:57.





## 결핵 치료 기간 단축을 위한 연구와 국제협력

전세미 , 김태현 , 이성경 , 김성한\*

질병관리청 국립보건연구원 국립감염병연구소 감염병연구센터 세균질환연구과

### 초 록

**목적:** 결핵 진단 및 치료 기술의 발전을 탐색하고, 치료 기간 단축을 위한 최신 연구 동향을 평가하며, 국제협력 연구의 중요성을 강조하고자 한다.

**방법:** 글로벌 결핵 동향 보고서, 역학 연구 및 임상 연구 결과를 종합적으로 검토하였다. 특히 비객담 기반의 새로운 진단 방법, 치료 표적, 혁신적인 치료 전략, 글로벌 협력 연구 등에 초점을 맞추었다.

**결과:** 결핵의 기초, 진단, 치료, 지원 분야에서 많은 연구가 진행되고 있다. 분자 진단 기술의 발전으로 결핵을 조기에 진단하여 치료 기술의 비약적인 성장에 기여하였다. 치료 기술 향상에 따른 치료 기간의 단축은 결핵 퇴치의 확실한 수단이 될 것으로 예상된다. 또한, 해당 분야의 연구 성과 창출을 가속화시키기 위한 다국가 연구 협력체제도 많이 구성되고 있으며 우리나라도 이에 대한 본격적인 참여가 시작되었다.

**결론:** 치료 기간 단축 연구에 대한 집중적인 투자와 그 성과는 결핵 퇴치의 목표를 가져오는 확실한 수단이 될 것으로 기대된다.

**주요 검색어:** 결핵; 치료; 단축; 국제협력

### 서 론

결핵은 인류를 괴롭혀 온 대표적인 감염병으로 아직도 우리나라를 포함한 전 세계에서 매년 천만 명 이상의 환자와 백만 명 이상의 사망자가 발생하고 있다.

세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 2030년까지 결핵 퇴치의 세계 목표를 설정하였고, 2018년 United Nations (UN) 고위급회담에서는 혁신적 연구개발의 성과가 필수적이라는 의견일치와 더불어 막대한 연구개발 투

자를 결의하였으며, 2023년 UN 고위급회담에서는 기존의 투자계획을 상향시켜 매년 미화 5십억 달러의 결핵 퇴치 연구개발 기금 투자를 목표로 하였다. 그러나 2023년 전 세계에서 투자된 금액은 12억 달러로 목표의 25% 수준에 불과하다. 또한, WHO의 결핵 퇴치 중간 목표인 2025년까지 2015년 수준의 절반으로 감축한다는 목표에 비해 2023년 말 2015년 대비 8.3%의 감축만 달성된 상황이다[1,2].

결핵을 치료할 수 있는 항결핵제가 1944년 첫 개발된 이후로 80년이나 지났지만, 아직까지 결핵 치료의 가장 어려운

Received February 7, 2025 Revised March 12, 2025 Accepted March 13, 2025

\*Corresponding author: 김성한, Tel: +82-43-719-8460, E-mail: kking@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



KDCA

Korea Disease Control and Prevention Agency

**핵심요약**

① 이전에 알려진 내용은?

전 세계적인 결핵의 퇴치 목표 달성을 위해서는 혁신적인 기술의 개발과 이의 적용이 필수적이다. 따라서 해당 분야에 대한 과감한 투자가 필요하다.

② 새로이 알게 된 내용은?

질병관리청 국립보건연구원에서는 올해부터 결핵 치료 기간 단축을 위한 국제협력 연구를 본격적으로 진행할 예정이다. 다기관 네트워크를 통한 국제 공동 연구는 국내 연구진에게 글로벌 협력의 기회를 제공하여, 다양한 연구 분야에서 국제적 선두 주자로 도약할 기반이 될 것으로 기대된다.

③ 시사점은?

결핵의 치료 기간 단축은 결핵 퇴치를 위한 중요한 연구 분야이며, 체계적인 국제협력 연구로 연구 성과를 높일 수 있으리라 기대된다.

점은 결핵약에 감수성이 있는 결핵이라도 4가지 이상의 결핵약을 조합하여 최소 6개월 이상을 치료해야 한다는 것이다. 치료 2개월 이후에도 제거되지 않는 휴면기나, 반휴면기로 존재하는 결핵균들을 제거하기 위해서는 오랜 치료 기간이 필요하기 때문이다[3]. 장기간의 치료는 부작용 발생, 환자 비순응, 항결핵제 내성 발생 등을 불러와 결핵 치료 성공에 걸림돌이 되어왔다. 따라서 결핵 퇴치를 위한 연구개발 분야의 최우선 과제 중 하나는 '결핵 치료 기간 단축' 기술 개발을 통한 치료 효과의 제고라 할 수 있다.

**본 론**

**1. 결핵 치료 기간 단축을 위한 연구 수요와 동향**

결핵의 치료 기간을 줄이기 위해서는 단순히 새롭고 강력한 신약 개발만 필요로 하는 것이 아니다. 그와 더불어 적절한 치료 시작을 위한 빠르고 정확한 진단 방법 개발, 신약을 활용한 처방 등 효과적인 치료 방법의 개발이 필요하다. 또한 이러

한 연구들의 성장 기반이 되는 기초 연구와 연구 자원 확보와 같은 연구 기반 구축과 운영이 포함된다. 본고에서는 결핵 치료 기간 단축을 위한 진단, 치료, 연구 기반 분야에서의 연구 동향을 살펴보고 더 나아가 성공적인 결핵 퇴치 기술 개발의 완성을 위한 국제협력의 필요성 등에 대해 다루어 보고자 한다.

**2. 새로운 개념들을 도입하고 있는 진단 분야**

빠르고 정확한 진단은 적절한 치료를 가능하게 하고, 이는 치료 효과를 높여 치료 기간을 단축하는 데 크게 기여할 수 있다. 지금까지 진단 분야에서는 면역 및 분자 진단을 기반으로 현장에서 신속하게 활용할 수 있는 검사법이 개발되었으며, 최근에는 차세대 염기서열 분석(next-generation sequencing)이 도입되어 현장 활용 연구가 진행되고 있다(표 1).

일반적으로 결핵의 진단은 객담을 이용한 결핵균 검사가 표준이다. 그러나 어린이와 노년층 등에서는 충분한 양의 객담 확보가 어렵기 때문에, 객담 이외의 다양한 검체를 활용한 진단 연구가 진행되고 있다. 날숨이나 에어로졸을 포집하는 마스크를 활용하는 방법, 단순한 구강 타액 채취나 혀에 존재하는 바이오필름을 활용하는 방법, 분변에서 DNA 등을 검출하는 방법이나 혈액에서 환자의 면역학적 표지자를 검출하는 방법이 있다[4,5]. 최근에는 다양한 스마트 기술을 융합한 진단 연구가 국내외에서 활발하게 진행되고 있다. 빅데이터와 인공지능(artificial intelligence, AI) 기반의 기침 소리 모니터링과 스마트폰 애플리케이션을 통한 원격 결핵 진단 등을 예로 들 수 있다[6,7].

진단 부문에서 치료 기간 단축에 필요한 또 다른 연구는 바이오마커 연구이다. 바이오마커 연구에서 수요가 매우 높은 분야는 크게 감염에서 활동성 결핵으로 진행되는 사례를 예측할 수 있는 결핵 진행 예측 바이오마커 개발과 결핵의 치료 과정에서 치료가 성공적으로 이루어지고 있는지를 확인할 수 있는 치료 평가 바이오마커 개발로 나눌 수 있다[8,9]. 바이오마커 연구는 다양한 면역 지표와 더불어 유전체, 전사체, 대사체

표 1. 결핵 치료를 위한 진단법 개발 분야

| 진단 분야              | 도입 개념                      | 특징                            |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 차세대 염기서열 분석(NGS)   | 유전체 기반 결핵균 감염 및 약제 내성 진단   | 정확한 유전자 분석을 통해 약제 내성 여부 판단 가능 |
| 분자 진단(PCR, LAMP)   | 결핵균의 DNA 검출                | 신속하고 높은 민감도/특이도를 가짐           |
| 면역 진단(IGRA, ELISA) | 면역반응을 이용한 결핵 감염 여부 판단      | 잠복 결핵 진단 가능                   |
| AI 기반 영상, 소리 등 분석  | 흉부 X-ray 및 CT 영상, 기침 소리 분석 | 딥러닝 알고리즘을 활용한 자동화 진단 가능       |
| 현장형 신속 진단(POCT)    | 현장에서 결핵균 감염 여부 신속 진단       | 의료 접근성이 낮은 지역에서 효과적           |

NGS=next-generation sequencing; PCR=polymerase chain reaction; LAMP=loop-mediated isothermal amplification; IGRA=interferon-gamma release assay; ELISA=enzyme-linked immunosorbent assay; AI=artificial intelligence; CT=computed tomography; POCT=point-of-care testing.

표 2. 결핵 치료를 위한 새로운 항결핵제 개발 현황

| 약물                      | 계열              | 작용 기전                     | 임상시험 단계    |
|-------------------------|-----------------|---------------------------|------------|
| Bedaquiline             | Diarylquinolone | ATP synthase              | 사용 승인      |
| Delamanid               | Nitroimidazoles | Mycolic acid biosynthesis | 사용 승인      |
| Pretomanid              | Nitroimidazoles | Cell wall synthesis       | 사용 승인      |
| Telacebec (Q203)        | Imidazopyridine | ATP synthase              | 2a상 임상시험   |
| BTZ-043                 | Benzothiazinone | Cell wall synthesis       | 2b/c상 임상시험 |
| Delpazolid (LCB01-0371) | Oxazolidinone   | Protein synthesis         | 2b상 임상시험   |
| Sutezolid (PNU-100480)  | Oxazolidinone   | Protein synthesis         | 2b/c상 임상시험 |
| Sitafloxacin repurposed | Fluoroquinolone | DNA synthesis             | 3상 임상시험    |

ATP=adenosine triphosphate. Adapted from the McKenna [11].

등을 중심으로 활발하게 이루어지고 있으며, 이들의 증감 변화나 상호 간에 보이는 연관 관계는 감염 상태나 치료 경과를 민감하게 반영할 수 있어, 미생물학적 기반의 기존 바이오마커 활용 한계를 극복할 수 있다는 점에서 각광받고 있다[10]. 특히, 치료 평가 바이오마커의 경우는 치료 성공 여부를 판단하는 데 확실한 근거를 제공할 수 있으므로 치료 기간 단축에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 연구라 볼 수 있다.

### 3. 광범위하게 적용되고 있는 치료 분야의 연구개발

2024년 수정된 미국 국립알레르기감염병연구소(National Institute of Allergy and Infectious Diseases, NIAID)의 결핵 연구 전략에서는, 보다 효과적이고 안전하면서도 치료 기간을 단축할 수 있는 치료 및 예방 치료 관련 연구개발이 중심 전략 중 하나로 소개되었다. 이의 세부 전략으로 결핵 신약의 표적 개발, 결핵예방 화학 치료의 개선, 모든 결핵 환자를 대상으로

하는 안전한 단축 처방의 개발과 평가를 내세우고 있다.

40여 년 만에 개발된 새로운 항결핵제 3종(베다퀸린, 델라마니드, 프레토마니드)은 괄목할 만한 치료 효과를 제공하면서 치료 기간 단축도 가능하게 했다. 그러나 신약 사용 확산에 따른 내성 발생과 부작용 우려로 항결핵제의 개발은 지속적으로 요구될 수밖에 없다. 일반적으로 항결핵제 개발을 위한 표적은 결핵균의 필수적인 대사 과정이나 병원성 관련 단백질들을 대상으로 하는데, 이를 표적으로 새로운 작용기전 및 약물 재창출을 통한 항결핵제 관련 연구가 지속되고 있다(표 2) [11]. 더불어 기계학습(machine learning) 등을 이용하여 표적 단백질 구조 활성 예측, 화합물 설계 및 *in silico* screening 등 예측 후보물질들을 도출하고 있으며[7], 생성형 AI의 도입이 이루어진다면 그 속도는 더욱 빨라질 것으로 예측된다. 이외에도 결핵균 특이 bacteriophage의 활용이나 숙주 면역체계 기능 활성을 유도하는 다양한 보조 치료 방법 등, 새로운 개

념의 치료법을 병행한 치료 단축 관련 연구가 진행되고 있다 [12,13].

여러 가지 치료제를 병합하여 처방하는 결핵 치료의 특성 때문에 신약이 개발된 이후에도 이들을 활용한 다양한 처방이 만들어지고 평가되어야 실제 결핵 치료 적용이 가능하다. 이러한 결핵 치료 처방은 더 짧은 치료 기간, 더 나은 치료 효과와 결핵의 전파를 줄이는 방향으로 만들어져야 하며, 부작용 없이 환자들에게 보다 쉽게 적용될 수 있어야 한다. 이와 관련된 임상 연구는 신약만 활용하는 것이 아니라 약물 재창출이나 새로운 약제 조합, 약제 농도 조절 등을 포함하기도 하므로, 광범위하고 다양한 종류의 임상 연구를 필요로 한다. 이처럼 치료제의 개발은 치료제 개발 과정과 이의 평가 및 적용 과정에서 엄청난 투자와 노력을 필요로 한다. STOP Tuberculosis (TB) Partnership의 Treatment Action Group이 매년 발행하는 ‘TB research funding trends’ 보고서에 따르면, 전 세계 결핵 연구 투자 중 치료 분야에 대한 투자가 항상 가장 높은 비중을 차지한다. 이는 결핵 치료 연구의 중요성이 지속적으로 강조되고 있음을 반영하는 결과라 할 수 있다[2].

#### 4. 결핵 연구개발을 위한 지원 체계

한편, 진단과 치료 분야의 연구개발이 빠르고 효율적으로 진행되기 위해서는 연구개발 분야의 지원 기반 구축과 활용이 필수적이다. 병원체와 환자들로부터 수집된 검체 그리고 이들과 연계된 임상 정보는 필수적인 연구 자원으로, 자원의 확보와 손쉬운 활용 체계가 연구의 성패나 기간에 결정적 영향을 미칠 수 있게 된다. 이러한 자원 활용 체계는 연구 정보 시스템의 형태로도 구현되고 있는데, 최근 미국의 NIAID가 개시한 TB Portals 서비스가 그 예라고 볼 수 있다. 해당 서비스는 국제적으로 40여 개 사이트에서 수집된 16,000여 명의 임상 정보와 4,400여 개의 유전체 데이터, 19,000여 개의 흉부 X-ray 등의 영상 자료를 자유롭게 분석할 수 있는 체계로 알려져 있다. 우리나라 질병관리청에서도 국내 결핵 신고 환자

에 대한 다양한 정보를 담은 K-TB-N (Korea Disease Control and Prevention Agency Tuberculosis National Health Insurance Service Cohort) 데이터가 2025년 공개 예정으로, 많은 결핵 연구진들의 기대를 모으고 있다.

결핵 연구 정보 체계의 구축과 운영은 다양한 분야의 연구진들로부터 결핵에 대한 관심과 진입을 유도할 수 있어 결핵 연구 발전의 동력이 될 수 있을 것이다. 그러나 방대한 임상 데이터에 대한 질적 표준화, 다양한 종류의 데이터 연계 등과 같은 지난한 과정이 존재하고 이의 구축이나 활용에 따라 예상되는 개인정보 보호나 생명 윤리, 연구 윤리 문제에 대한 엄격한 기준 내에서 효율적 운영 또한 해결하기에 쉬운 문제는 아닐 것으로 예상된다.

또 다른 연구개발 지원의 중요한 분야는 진단 제품이나 치료제가 개발되었을 때, 이에 대한 효과를 빠르고 적절하게 평가할 수 있는 평가체계이다. 특히, 결핵에서의 동물 모델은 결핵 환자에서와 같은 육아종을 형성하는 데에 어려움이 있어 사람에서의 결핵 감염 및 질병 진전을 구현하는 정확한 모델이 존재하지 않는다. 가장 널리 사용되는 마우스, 기니피그, 그리고 영장류 등 고전적인 결핵 동물 모델의 개선 외에도, 제브라피쉬(zebrafish) 모델, 3D 페 오가노이드(organoid) 모델, hollow fiber 활용 모델(hollow fiber infection model)과 같은 대체 모델의 개발 등이 다양하게 진행되고 있으며, *in silico* screening 또는 인공 지능 기반의 가상 모델에 대한 도전적인 연구도 진행되고 있다[14-16]. 개선된 동물 모델이나 대체 모델 등의 개발은 유효 기술 확보 가능성을 높여주어 임상 적용 실패 확률을 개선하고 빠른 임상 진입에 중요한 역할을 할 것이다. 뿐만 아니라 결핵균과 사람 사이의 감염, 병원성 획득 및 이에 대한 방어 등의 상호작용을 이해하는 데 큰 도움을 줄 수 있기 때문에, 결코 빠트릴 수 없는 중요한 연구 분야라고 할 수 있다.

## 5. 새로이 주목받고 있는 결핵의 개념과 진단 및 치료 방향

최근에 등장한 주목할 만한 개념은 무증상 결핵(asymptomatic TB 또는 subclinical TB)이다. 지금까지의 결핵에 대한 개념이 잠복 결핵이라고도 불리는 결핵균에 감염된 상태와, 증상에 관계없이 결핵이 발병된 상태 두 가지로만 나뉘었다. 하지만 두 가지 사이의 중간상태로서 증상도 없고 전염성도 없다고 보는 incipient TB와, 활동성 결핵의 초기 단계로 보는 subclinical TB의 개념이 제기되기 시작하였다[17,18].

최근 조사연구들에 따르면 여러 나라에서 결핵으로 확인된 환자들 중에서 약 절반이 미생물학적으로 결핵이 진단되었으나 기침 등 전형적인 결핵 임상 증상을 보이지 않았음이 보고되었다. 하지만 결핵의 자연사가 완전히 밝혀지지 않은 현 상황에서, 이를 유증상 결핵과 구별되는 독립적인 활동성 결핵 유형으로 인정할지 여부는 공중보건 측면에서 매우 중요한 문제다. 이와 더불어 무증상 결핵을 치료하지 않을 경우 전파가 가능하며 중증 결핵으로까지 발전시킬 수 있는지도 필요한 연구이다.

최근 WHO에서도 2024년 10월, 전문가 회의를 거쳐 'subclinical TB'에 대하여 정의하고 이에 대한 연구 분석이 필요함을 밝혔다. 여기에서 무증상 결핵은 결핵에 대한 능동적 환자 검색 시에 발견되는 기침 등의 임상 증상이 전혀 없는 결핵 환자로 정의되었는데, 이의 하위 개념으로 미생물학적인 근거의 존재 여부로 구분하였다[19].

위에 서술되었던 문제에 대한 답을 얻기 위하여 무증상 결핵에 대한 과학적 근거, 현황, 질병 부담에 대한 연구가 시작되었다. 또한 진단 및 치료의 개념이 일반 결핵과는 달라질 수 있기 때문에 기존 진단 방법이 아닌 무증상 결핵에 대한 새로운 진단 표지자 발굴과 맞춤형 진단법의 개발, 치료의 경우 치료의 필요성 및 기존 치료 약제의 단순화 혹은 표준치료법의 단축 적용 가능성 연구도 동시에 진행할 필요가 있겠다.

## 6. 결핵관리종합계획과 치료 기간 단축 연구 추진 현황

제3차 결핵관리종합계획을 통하여 질병관리청은 2027년 결핵 발생률 10만 명당 20명 이하의 목표 달성을 위한 세 번째 추진 전략으로 '보다 과감한 예방·진단·치료 기술 혁신 강화'를 표방하였다. 이의 세부 전략인 결핵관리 전주기 기술 혁신에서 진단 및 치료 분야의 계획들은 사실상 치료 기간 단축을 목표로 한다고 볼 수 있다. 이를 위하여 국립보건연구원에서는 다양한 연구들을 진행하고 또 지원하고 있다.

먼저 진단 분야 연구에서는 진단 시간을 단축하고, 치료 현장 여건에 대응할 수 있는 항결핵제 감수성 진단법 고도화를 추진하고 있다. 여기에는 차세대 유전자 염기서열 분석법을 활용하여 신약이 포함된 항결핵제 내성 검출 체계 및 현장 적용 알고리즘 개발이 포함된다. 또한 전사체, 대사체 등을 활용한 혈액, 뇨 등 비객담 기반의 진단·치료 평가 바이오마커 개발을 통하여 무증상 결핵 진단, 활동성 결핵의 발병 고위험군 예측 및 치료반응 조기 평가 체계 개발과 이를 활용한 환자 중심의 치료 전략 수립에 기여하고자 한다.

치료 분야 연구에서는 다양한 신기술 활용을 통해 치료 기간 단축 및 효과 개선을 위한 혁신적 치료제 후보물질을 확보하고 이를 평가 중에 있다. 해당 분야에서는 치료제 표적으로 항결핵제 저항성과 관련된 것으로 알려진 결핵균의 ClpC2 단백질을 발굴하였고, 이에 따라 이를 저해시킬 수 있는 물질들, 그리고 대용량 오믹스 데이터 등 신기술에 기반하여 발굴된 표적에 대한 치료제 후보물질 등에 대한 평가가 포함되어 있다. 마우스 모델을 활용한 항결핵제의 전임상 평가와 더불어 대체 모델 기반의 평가 플랫폼 구축을 위하여 3D 폐 오가노이드와 hollow fiber 활용 감염모델 개발을 진행하고 있다.

치료 방법이나 처방에 대해서는 효과적인 항결핵제 병합 처방법 개발 및 최적 약물 효능 평가, 치료 실패나 부작용에 대한 분석 등을 통해 과학적 근거에 기반한 환자 중심의 차별화된 치료법을 개발하고 있다. 기존 약제를 활용한 단축 처방 개발, 개발 신약이 포함된 다제내성 결핵 치료 처방의 임상 평

가, 결핵 고위험군에서의 잠복 결핵 치료에 대한 평가 등이 이에 해당된다. 이에 더하여 결핵이 치료 이후에도 환자의 건강에 영향을 미치는지에 대한 결핵 후유증 연구도 2025년 진행될 예정이다.

또한, 결핵 연구의 활성화와 저변 확대를 위하여 국가 주도의 연구 자원 표준화 및 공유 시스템 구축이 필요하다. 진단 및 치료 연구지원을 위해 결핵균 돌연변이체 라이브러리 구축, 결핵균 오믹스 정보 활용 시스템 구축, 결핵 코호트 연구에서 확보한 임상 정보와 생물자원 공유 체계 구축을 진행 중이다. 이러한 일련의 결핵 치료 기간 단축을 위한 연구의 진행은 국내뿐 아니라 해외 연구 기관과의 협력을 통해서도 진행될 예정이다.

## 7. 결핵 국제협력 연구의 진화과 대응

결핵 퇴치를 위한 연구는 혁신적 개발 성과를 얻기 위하여, 학문 분야 및 국가와 같은 사회적 경계를 넘어 그 범위를 점차 확대하고 있다. 학문적으로는 고전적인 의학, 미생물학에서 생물정보학, 통계학, 물리학, 빅데이터 및 인공지능 기반의 융합 연구로, 지역적으로는 단일 국가 기반의 연구에서 다국가가 참여하는 컨소시엄 형태로 빠르게 확대되고 있다.

초기의 국제협력 연구는 어느 분야와 같이 연구 기반이 부족한 결핵 고위험 국가에서 현지 자원을 활용한 소극적 협력 연구로 시작이 되었을 것이다. 그러나 결핵 고위험 국가의 연구 역량도 경험의 축적에 따라 발전이 되면서 협력에 참여하는 각 나라들은 서로 자기들의 요구에 맞춰 평등하게 협력하는 형태로 국제협력 연구의 패러다임이 전환되고 있다. 결핵 퇴치의 난제를 해결하기 위하여 대규모 연구 협력 체계들이 만들어지고 운영되는 추세이며, 이에 발맞추어 결핵 치료 기간 단축을 위한 연구 분야에서도 국내 연구와 국제협력을 연계하는 노력이 다양한 형태로 진행되고 있다.

대표적인 국제협력 연구 체계의 예로, 미국 NIAID에서 2012년부터 운영하고 있는 Regional Prospective Observational

Research for Tuberculosis (RePORT) 컨소시엄이 있다. RePORT 컨소시엄은 결핵에서 연구 수요가 매우 높은 치료 효과 평가 및 발병 예측 바이오마커의 개발을 위하여 광범위한 국제적 협력의 필요성에 따라 만들어진 컨소시엄으로, 우리나라와 미국을 포함한 9개 나라에서 기초 연구, 임상, 정보 통계 등 다양한 분야의 연구진들이 참여하고 있다. 해당 컨소시엄에서는 각 국가에서 만들어진 코호트를 통해 임상 정보와 자원을 수집하였다. 최근에는 이에 대한 공유 체계를 만들었으며, 이를 활용한 협력 연구 및 데이터 분석을 통해 결핵 분야의 신뢰성 있는 바이오마커 개발을 목표로 하고 있다.

결핵 퇴치를 위한 국제협력 연구의 필요성은 세계적으로 동의되는 부분이나 기반 구축을 위해서는 다양한 어려움이 있어 낙관적으로만 볼 수 없는 분야이다. 각 나라가 처한 연구 환경의 차이는 수집되는 임상 정보나 검체와 연구데이터의 수많은 차이로 나타나게 되고, 때문에 수집되는 데이터들의 정제나 표준화에는 예상보다 많은 시간과 노력이 필요하다. 또한 공동 연구 수행을 위한 안정적인 투자와 성과에 대한 공정한 분배, 다양한 이해관계를 가진 다수 기관 사이의 연계 등에서 예상치 못한 난관이 존재할 수 있어, 협력 국가들 각자의 환경을 고려한 공통 연구 프로토콜 등 많은 준비가 필요하며 이에 따라 다양한 시행착오를 겪게 될 수 있다. 이러한 시행착오를 줄이기 위해서는 결국 국제협력 연구의 많은 직간접 경험이 필요할 것이다. 국내에서 수행하는 연구들의 성과가 국제적으로 공인을 받고 국제 시장에 진출하기 위해서는 국제협력 연구라는 경험 없이는 결핵 연구 분야의 글로벌 선두 주자로 도약하기는 어려울 것이다. 따라서 국내 연구진이 국제 공동 연구 컨소시엄에 참여하여 다양한 경험을 직접 쌓고, 기존에 축적된 연구 경험을 빠르게 습득할 수 있도록 기회를 확대하는 것이 당연히 필요하다.

질병관리청 국립보건연구원에서는 올해부터 시행되는 ‘결핵 퇴치 글로벌 협력 실용기술 개발’ 사업을 통하여 결핵 치료 기간 단축을 위한 국제협력 연구의 본격적인 첫 걸음을 떼고

자 한다. 해외에서 시행될 다제내성 결핵 처방의 평가연구, 국내 개발 진단제의 국제적 활용성 평가, RePORT 컨소시엄을 통해 결핵 바이오마커 개발 연구와 해외 결핵 코호트 구축·운영 연구를 협력하며, 국내를 넘어 세계적인 결핵 퇴치에 기여하고자 한다. 또한, 다기관 네트워크를 활용한 국제협력 연구를 통해 국내 결핵 연구진이 다양한 분야에서 국제 연구 무대에 설 수 있는 기회를 제공하여, 국제적 선두 주자로 나설 수 있는 바탕이 되기를 기대하고 있다.

## 결 론

결핵에 대한 연구개발의 집중적인 투자가 과연 결핵을 퇴치시키는 확실한 수단이 될 수 있을지에 대한 의심이 있을 수 있다. 그에 대한 해답은 2020년 전 세계를 휩쓴 코로나바이러스감염증-19에 대한 연구개발 투자에서 찾을 수 있다. 연구개발 기금의 집중은 새로운 백신의 개발 등 엄청난 과학적 진전을 이루어냈다. 공중보건 위기에 대한 연구개발의 집중이 연구개발의 속도를 얼마만큼 가속화시킬 수 있는지 보여준 단적인 예라고 할 수 있을 것이다.

전 세계의 결핵 연구자들은 그동안 결핵과 싸워오면서 결핵의 치료 효과를 높이는 데 엄청난 성과를 거두었다. 결핵 치료 기간 단축을 위한 집중적 투자는 다기관 국제협력 네트워크의 효율적인 운영에 큰 도움을 준다. 이제 얼마 남지 않았지만 더욱 어려워진 결핵 완전 퇴치 목표를 조기에 달성할 수 있도록, 이는 확실하고 혁신적인 수단을 제공할 것으로 기대된다.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: SHK. Data curation: SMJ, THK, SKL. Investigation: SMJ, THK, SKL. Writing – original draft: SHK. Writing – review & editing: SHK.

## References

1. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2024. WHO; 2024.
2. Treatment Action Group (TAG). Tuberculosis research funding trends, 2005–2023. TAG; 2024.
3. Joint Committee for the Revision of Korean Guidelines for Tuberculosis; Korea Disease Control and Prevention Agency. Korean guidelines for tuberculosis. 5th ed. Joint Committee for the Revision of Korean Guidelines for Tuberculosis; Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024.
4. DiNardo AR, Kay AW, Maphalala G, et al. Diagnostic and treatment monitoring potential of a stool-based quantitative polymerase chain reaction assay for pulmonary tuberculosis. *Am J Trop Med Hyg* 2018;99:310–6.
5. Ealand C, Peters J, Jacobs O, et al. Detection of *Mycobacterium tuberculosis* complex bacilli and nucleic acids from tongue swabs in young, hospitalized children. *Front Cell Infect Microbiol* 2021;11:696379.
6. Botha GHR, Theron G, Warren RM, et al. Detection of tuberculosis by automatic cough sound analysis. *Physiol Meas* 2018;39:045005.
7. Macalino SJY, Billones JB, Organo VG, Carrillo MCO. *In silico* strategies in tuberculosis drug discovery. *Molecules* 2020;25:665.
8. MacLean E, Broger T, Yerlikaya S, Fernandez-Carballo BL, Pai M, Denking CM. A systematic review of biomarkers to detect active tuberculosis. *Nat Microbiol* 2019;4:748–58.
9. Babu S. Biomarkers for treatment monitoring in tuberculosis: a new hope. *EBioMedicine* 2017;26:13–4.
10. Pitaloka DAE, Syamsunarno MRAAA, Abdulah R, Chaidir L. Omics biomarkers for monitoring tuberculosis treatment: a mini-review of recent insights and future ap-

- proaches. *Infect Drug Resist* 2022;15:2703-11.
11. McKenna L. Tuberculosis treatment pipeline report. Treatment Action Group; 2023.
  12. Yang F, Labani-Motlagh A, Bohorquez JA, et al. Bacteriophage therapy for the treatment of *Mycobacterium tuberculosis* infections in humanized mice. *Commun Biol* 2024;7:294.
  13. Yong YK, Tan HY, Saeidi A, et al. Immune biomarkers for diagnosis and treatment monitoring of tuberculosis: current developments and future prospects. *Front Microbiol* 2019;10:2789.
  14. Kim SY, Choi JA, Choi S, Kim KK, Song CH, Kim EM. Advances in an in vitro tuberculosis infection model using human lung organoids for host-directed therapies. *PLoS Pathog* 2024;20:e1012295.
  15. Pasipanodya JG, Nuermberger E, Romero K, Hanna D, Gumbo T. Systematic analysis of hollow fiber model of tuberculosis experiments. *Clin Infect Dis* 2015;61 Suppl 1:S10-7.
  16. Prouty MG, Correa NE, Barker LP, Jagadeeswaran P, Klose KE. Zebrafish-*Mycobacterium marinum* model for mycobacterial pathogenesis. *FEMS Microbiol Lett* 2003;225:177-82.
  17. Drain PK, Bajema KL, Dowdy D, et al. Incipient and subclinical tuberculosis: a clinical review of early stages and progression of infection. *Clin Microbiol Rev* 2018;31:e00021-18.
  18. Pai M, Behr MA, Dowdy D, et al. Tuberculosis. *Nat Rev Dis Primers* 2016;2:16076.
  19. World Health Organization (WHO). Asymptomatic tuberculosis and implications for programmatic action [Internet]. WHO; 2024 [cited 2025 Jan 24]. Available from: <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2024/featured-topics/asymptomatic-tb>



# Research and International Cooperation for Shortening the Treatment Duration of Tuberculosis

Se-Mi Jeon , Tae-hyoun Kim , Sungkyoung Lee , Seonghan Kim\* 

Division of Bacterial Disease Research, Center for Infectious Disease Research, National Institute of Infectious Disease, National Institute of Health, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

## ABSTRACT

**Objectives:** This study aimed to explore advancements in tuberculosis (TB) diagnosis and treatment technologies, assess recent research trends in reducing treatment duration, and emphasize the importance of international collaborative research.

**Methods:** A comprehensive review of global TB reports, epidemiological studies, and clinical research findings was conducted, with a particular focus on novel non-sputum-based diagnostic methods, therapeutic targets, innovative treatment strategies, and global collaborative efforts.

**Results:** Extensive research continues to advance TB diagnosis, treatment, and support. Progress in molecular diagnostic technologies has substantially contributed to early detection, leading to rapid improvements in treatment approaches. Technological advancements aimed at shortening treatment duration are expected to play a crucial role in the eradication of TB. Additionally, international research collaborations have been established to accelerate progress in this field, with the Republic of Korea also actively contributing to these efforts.

**Conclusions:** Targeted investments in research focused on reducing treatment duration, and the resulting advancements are anticipated to be essential in achieving the goal of TB eradication.

**Key words:** Tuberculosis; Treatment; Shortening; International cooperation

\*Corresponding author: Seonghan Kim, Tel: +82-43-719-8460, E-mail: kking@korea.kr

## Introduction

Tuberculosis (TB) is a representative infectious disease that has plagued humanity, and more than ten million patients and one million deaths still occur every year in the world, including the Republic of Korea (ROK).

Therefore, the World Health Organization (WHO) has established a global target for TB eradication by 2030. At the

2018 United Nations (UN) High-Level Meeting, a consensus was reached on the necessity of innovative research and development (R&D) efforts to achieve this goal, leading to commitments for substantial investment. During the 2023 UN High-Level Meeting, previous investment plans were revised upwards, with an annual target of USD 5 billion for TB R&D. However, by 2023, only USD 1.2 billion has been invested, representing just 25% of the target. Additionally, the interim

### Key messages

① What is known previously?

The development and application of innovative technologies is essential to achieve the goal of eliminating tuberculosis worldwide. Therefore, bold investment is needed in this area.

② What new information is presented?

The National Institute of Health of the Korea Disease Control and Prevention Agency will begin full-scale international collaborative research to shorten the duration of tuberculosis treatment this year. It is expected that the international collaborative research of the multi-center network will provide opportunities for domestic researchers to join the international collaborative research arena, and become international leaders in various research fields.

③ What are implications?

Shortening the treatment period for tuberculosis is an important research area for eradicating tuberculosis, and it is expected that systematic international collaborative research will improve research outcomes.

target of the WHO of reducing TB incidence by 50% compared to 2015 by 2025 has seen only an 8.3% reduction as of the end of 2023 [1,2].

Although anti-TB drugs were first introduced in 1944, over 80 years ago, one of the most persistent aspects of TB treatment remains prolonged treatment duration. Even drug-sensitive TB requires a combination of at least four TB drugs for a minimum of six months, which is necessary to eliminate dormant or semi-dormant TB bacteria that persist beyond the initial two months of therapy [3]. Long-term treatment often leads to side effects, nonadherence, and drug resistance, hindering treatment success. Therefore, a primary focus of TB R&D is the development of “treatment duration reduction”

technologies, which aim to enhance patient compliance, reduce resistance, and ultimately contribute to TB eradication.

## Results

### 1. Research Needs and Trends for Shortening TB Treatment Duration

Reducing the duration of TB treatment requires the development of new potent drugs, which necessitates a broad and multifaceted R&D approach. This approach includes the development of rapid and accurate diagnostic methods to facilitate timely treatment initiation, formulation, and validation of effective treatment regimens using new drugs and foundational research on TB pathogens and patients to establish research resources and infrastructure.

### 2. Diagnostic Fields Incorporating New Concepts

Rapid and accurate diagnosis can greatly contribute to shortening the treatment period by increasing the effectiveness of treatment through appropriate initiation of therapy. In the field of diagnosis, tests that can be rapidly used in the field have been developed based on immunological and molecular diagnostics, and recently next-generation sequencing has been introduced and is being investigated for use in the field (Table 1).

In general, the standard for diagnosing TB is to test sputum for *Mycobacterium tuberculosis*. However, it is difficult to obtain sufficient amounts of sputum from children and the elderly, so diagnostic research is being conducted using various specimens other than sputum. Methods include the use of a mask to collect exhaled air or aerosols, simple oral saliva collection or use of the biofilm on the tongue, methods to detect DNA in feces, or detection of the patient’s immunologic

**Table 1.** Development of tuberculosis diagnostic methods

| Diagnostic field                  | Concept introduced                                      | Feature                                                         |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| NGS                               | Genome-based TB infection and drug resistance detection | Enables precise genetic analysis for drug resistance assessment |
| Molecular diagnostics (PCR, LAMP) | TB bacterial DNA detection                              | High sensitivity and specificity for rapid diagnosis            |
| Immunodiagnosics (IGRA, ELISA)    | Immune response-based TB infection diagnosis            | Capable of detecting latent TB                                  |
| AI-based imaging analysis         | Chest X-ray and CT scan analysis                        | Automated diagnosis using deep learning algorithms              |
| POCT                              | On-the-spot TB infection diagnosis                      | Effective in regions with limited medical access                |

NGS=next-generation sequencing; TB=tuberculosis; PCR=polymerase chain reaction; LAMP=loop-mediated isothermal amplification; IGRA=interferon-gamma release assay; ELISA=enzyme-linked immunosorbent assay; AI=artificial intelligence; CT=computed tomography; POCT=point-of-care testing.

markers in the blood [4,5]. Recently, diagnostic research combining various smart technologies has been actively carried out both at home and abroad. Examples include cough sound monitoring based on big data and artificial intelligence (AI), and remote diagnosis of TB using smartphone applications [6,7].

Biomarker development is another crucial research area aimed at reducing the treatment duration. High-priority biomarker studies focus on predictive biomarkers for assessing the likelihood of TB infection progressing to active TB and treatment evaluation biomarkers for monitoring therapeutic success [8,9]. These investigations encompass various immune markers, including genomic, transcriptomic, and metabolomic indicators [10]. By analyzing the fluctuations and interrelations among these factors, researchers aim to address the limitations of traditional microbiological biomarkers, which often fail to sensitively reflect infection status or treatment progress. Treatment evaluation biomarkers provide robust evidence for determining therapeutic success and have direct implications for reducing treatment duration.

### 3. Advancements in TB Treatment R&D

In 2024, the U.S. National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID) updated its TB research strategy, prioritizing R&D and efforts to develop more effective, safer, and shorter treatment regimens. The key strategies include developing novel TB drug targets, improving TB-preventive chemotherapy, and evaluating safe and short-course treatments for all patients with TB.

Additionally, three new anti-TB drugs, bedaquiline, delamanid, and pretomanid, developed more than 40 years ago, have demonstrated remarkable treatment efficacy and contributed to reducing treatment duration. However, the widespread use of these new drugs raises concerns regarding resistance and side effects, necessitating continued drug development. Ongoing research on anti-TB drugs explores new mechanisms of action and drug repurposing strategies (Table 2) [11]. The primary targets for TB drug development involve essential metabolic pathways and virulence-associated proteins in TB bacteria. AI-driven machine learning is now being used to predict protein structure-activity relationships, enabling precise compound design and *in silico* screening. The introduction of

**Table 2.** New tuberculosis drug development status

| Drug                    | Class           | Mechanism of action       | Clinical stage |
|-------------------------|-----------------|---------------------------|----------------|
| Bedaquiline             | Diarylquinolone | ATP synthase              | Approved       |
| Delamanid               | Nitroimidazoles | Mycolic acid biosynthesis | Approved       |
| Pretomanid              | Nitroimidazoles | Cell wall synthesis       | Approved       |
| Telacebec (Q203)        | Imidazopyridine | ATP synthase              | Phase 2a       |
| BTZ-043                 | Benzothiazinone | Cell wall synthesis       | Phase 2b/c     |
| Delpazolid (LCB01-0371) | Oxazolidinone   | Protein synthesis         | Phase 2b       |
| Sutezolid (PNU-100480)  | Oxazolidinone   | Protein synthesis         | Phase 2b/c     |
| Sitafloxacin repurposed | Fluoroquinolone | DNA synthesis             | Phase 3        |

ATP=adenosine triphosphate. Adapted from the McKenna [11].

generative AI is expected to accelerate drug discovery [7]. In addition to small-molecule drugs, alternative therapeutic approaches are also under investigation. These include bacteriophage therapy targeting TB bacteria and adjunctive therapies that enhance host immune responses to reduce treatment duration [12,13].

Moreover, because TB treatment requires a combination of multiple drugs, newly developed medications must undergo rigorous testing and optimization before widespread implementation. The objective is to establish shorter treatment regimens that enhance efficacy, minimize transmission, and reduce side effects while maintaining patient compliance. These efforts include drug repurposing, novel drug combinations, and optimized dosing strategies, all of which require extensive clinical trials. The STOP TB Partnership Treatment Action Group has consistently highlighted that treatment-related research receives the largest proportion of global TB research funding, highlighting its crucial role in disease eradication [2].

#### 4. Support Systems for TB R&D

Establishing and using a research support infrastructure is essential to ensure rapid and efficient progress in TB diagnostics and treatment research. Patient samples and the associated

clinical data are essential research resources that markedly influence the success and duration of a research project. The TB Portals launched by the U.S. NIAID exemplifies such a system, enabling the free analysis of over 16,000 clinical records, 4,400 genome sequences, and 19,000 chest X-rays collected from over 40 sites worldwide. The K-TB-N (Korea Disease Control and Prevention Agency Tuberculosis National Health Insurance Service Cohort) data, which contains various information on TB patients reported to the Korea Disease Control and Prevention Agency, is expected to be released in 2025, and is attracting the attention of many TB researchers.

The establishment and maintenance of TB research information systems can attract researchers from various disciplines and foster innovation in TB research. However, challenges include standardizing vast clinical datasets, integrating diverse data types, and addressing ethical concerns regarding data privacy and bioethics.

Another aspect of this research was the development of effective evaluation systems for TB diagnostics and therapeutics. Animal models of TB that currently lack accuracy in mimicking human granuloma formation present major challenges. Although traditional models, such as mice, guinea pigs, and primates, are widely used, newer models, such as zebrafish, 3D

lung organoids, and hollow fiber infection models, are being investigated. Moreover, *in silico* screening and AI-driven virtual models are emerging as promising alternatives for accelerating research [14-16]. Improved animal and alternative models will enhance predictive validity, reduce clinical trial failures, and expedite regulatory approval. Furthermore, understanding the dynamics of TB infection between the host and pathogen remains crucial.

## 5. Emerging Concepts in TB Diagnosis and Treatment

Asymptomatic TB (also known as subclinical TB) is an emerging concept in TB research. TB has been categorized as a latent infection where bacteria are present but inactive or active TB, where symptoms are evident. However, intermediate states are now being recognized, including incipient TB (a non-contagious phase without symptoms) and subclinical TB, which is considered an early stage of active TB [17,18]. Recent national TB surveys across various countries indicate that nearly half of patients with TB show no typical TB symptoms, such as persistent cough. As the natural progression of TB remains unclear, whether subclinical TB should be considered a separate form of active TB with different public health implications should be determined. In addition, it is necessary to conduct research on whether this asymptomatic TB can spread and develop into severe TB if not treated. Recently, the WHO also announced that it would define “subclinical TB” after an expert meeting in October 2024 and that research analysis of this is necessary. Here, subclinical TB is defined as a TB patient who has no clinical symptoms such as coughing, which are found when actively searching for patients with TB, and is divided into two sub-concepts: whether there is microbiological evidence or not

[19]. However, further research is required to elucidate whether untreated subclinical TB contributes to the transmission and progression of severe TB.

To address these challenges, researchers are now focusing on establishing scientific evidence on TB prevalence and the disease burden of subclinical TB and developing new biomarkers and diagnostic methods specifically tailored for subclinical TB cases. Whether simplified shortened regimens can be applied to patients with subclinical TB instead of full-length treatments should be investigated, and understanding subclinical TB will substantially influence screening, diagnosis, and treatment strategies, potentially leading to more effective targeted interventions.

## 6. Comprehensive Plan for TB Management and Current Research Status on Shortening the Treatment Period

Through the 3rd Comprehensive Plan for Tuberculosis Control, the Korea Disease Control and Prevention Agency has set a third promotion strategy aimed at reducing TB incidence to 20 or fewer cases per 100,000 people by 2027, emphasizing “strengthen more drastic prevention, diagnosis, and treatment technology innovation.” The “technology innovation for the entire tuberculosis control cycle,” a detailed component of this initiative, is designed to shorten the treatment period. The National Institutes of Health conducted and supported various studies to achieve this goal.

In the field of diagnostics, efforts are focused on advancing methods for detecting drug-resistant TB to reduce diagnosis time and improve treatment-site responsiveness. This includes the development of a system for identifying drug-resistant TB and an on-site application algorithm using next-generation

genetic sequencing. Additionally, the research aims to contribute to the development of a diagnostic system for asymptomatic TB, predictive models for high-risk populations, early treatment response assessments, and patient-centered treatment strategies. These advancements use diagnostic and therapeutic evaluation biomarkers derived from non-sputum samples, such as blood and urine, using whole-body and metabolic-body samples.

Innovative therapeutic candidates are being identified to shorten the treatment duration and improve efficacy through the application and evaluation of various new technologies. A key discovery involves the ClpC2 protein of *Mycobacterium tuberculosis*, which has been identified as a therapeutic target owing to its role in drug resistance. Studies are underway to evaluate the inhibitors of this protein alongside therapeutic candidates derived from large-scale omics data. In addition to preclinical evaluation of anti-TB drugs using mouse models, we are developing infection models using 3D lung organoids and hollow fibers to establish an alternative model-based evaluation platform.

For treatment methods and prescriptions, we are developing differentiated patient-centered treatment methods based on scientific evidence through the development of effective anti-TB drug combination treatment methods, evaluation of optimal drug efficacy, and analysis of treatment failures and side effects. This includes the development of shortened prescriptions using existing drugs, clinical evaluation of multidrug-resistant TB treatment prescriptions that include new drugs under development, and evaluation of latent TB treatment in high-risk TB groups. In addition, a study on the sequelae of TB, which will examine whether TB affects a patient's health even after treatment, will be conducted in 2025.

In addition, it is necessary to establish a national-led research resource standardization and sharing system to vitalize TB research and expand its base. To support research on diagnosis and treatment, we are building a library of TB bacteria mutants, a system for utilizing TB bacteria omics information, and a system for sharing clinical information and biological resources obtained from TB cohort studies. This series of researches to shorten the duration of TB treatment will be conducted not only in ROK but also in collaboration with overseas research institutes.

## 7. Evolution and Response to TB International Cooperation Research

Research to eradicate TB is increasingly expanding its scope beyond academic disciplines and national boundaries to achieve innovative development results. Academically, it is expanding from classical medicine and microbiology to bioinformatics, statistics, physics, big data, and AI-based convergence research. Regionally, it is rapidly expanding from research based on a single country to a consortium involving multiple countries.

In the early stages, international TB research, like many other fields, primarily involved passive collaboration. High-burden TB countries with limited research infrastructure provided local resources, while researchers from more developed nations led the studies. However, as research capabilities in these high-burden countries have strengthened through accumulated experience, the paradigm of international cooperation research has shifted toward a more balanced approach. Today, each participating country contributes equally based on its specific needs and expertise. To accelerate TB eradication efforts, large-scale research cooperation frameworks are being

established, integrating domestic studies with international initiatives to shorten the treatment period for TB.

An example of a representative international cooperative research system is the Regional Prospective Observational Research for Tuberculosis (RePORT) Consortium, which has been operated by the U.S. NIAID since 2012. This consortium was formed in response to the urgent need for extensive international cooperation in developing biomarkers for assessing treatment efficacy and predicting disease onset. Researchers from diverse fields, including basic research, clinical trials, and information statistics, participated in a consortium comprising nine countries, including ROK and the United States. Through collaborative research and data sharing, this consortium aims to establish reliable TB biomarkers by using clinical information and resources collected from national cohorts.

Although the need for international cooperation in TB research is widely recognized, establishing an effective collaborative framework presents numerous challenges. Variations in the research environment across countries result in large differences in clinical information, specimen collection, and research methodologies, requiring extensive efforts to standardize and refine datasets. Additionally, securing stable funding for joint research, ensuring fair distribution of research outcomes, and managing diverse institutional interests pose additional complexities. Therefore, preparations are necessary, including the development of standardized research protocols tailored to the circumstances of each country. Moreover, reducing trial and error in international collaborations requires extensive direct and indirect experience in managing such partnerships. For Korean TB research to gain global recognition and contribute meaningfully to the international scientific community, participation in international research consortia is essential.

Therefore, experience in collaborative research will not only enhance domestic expertise but also position Korean researchers as global leaders in TB research.

The National Institute of Health, Korea Disease Control and Prevention is taking a substantial step toward full-scale international collaborative research to shorten the duration of TB treatment through the “Global Collaboration for Practical Technology Development to Eradicate Tuberculosis” project, which will be implemented in 2025. The project will include an evaluation of multidrug-resistant TB treatments to be implemented internationally, an evaluation of the international applicability of domestically developed diagnostic products, a research project to develop TB biomarkers in collaboration with the RePORT consortium. By establishing an overseas TB cohort, ROK will contribute to eradicating TB in Korea and worldwide. Through multi-institutional international collaborations, this initiative seeks to empower Korean TB researchers by providing opportunities to engage in high-impact global research, ultimately positioning them as leaders in TB and other scientific fields.

## Conclusion

Over the years, substantial progress has been made in TB treatment. However, doubts may arise regarding whether intensive investment in TB R&D is a suitable approach for its eradication. The answer lies in the investment in R&D for coronavirus disease 2019, which spread across the globe in 2020. This concentrated effort led to remarkable scientific progress, including the development of a new vaccine within a single year. This serves as a compelling example of how prioritizing R&D on public health crises can accelerate advancements.

Therefore, intensive investment in research aimed at shortening the duration of TB treatment will facilitate the efficient operation of international multicenter collaborations. This approach is expected to yield reliable and innovative strategies for the complete eradication of TB—a goal that now appears within reach yet remains increasingly challenging.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: SHK. Data curation: SMJ, THK, SKL. Investigation: SMJ, THK, SKL. Writing – original draft: SHK. Writing – review & editing: SHK.

## References

- World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2024. WHO; 2024.
- Treatment Action Group (TAG). Tuberculosis research funding trends, 2005–2023. TAG; 2024.
- Joint Committee for the Revision of Korean Guidelines for Tuberculosis; Korea Disease Control and Prevention Agency. Korean guidelines for tuberculosis. 5th ed. Joint Committee for the Revision of Korean Guidelines for Tuberculosis; Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024.
- DiNardo AR, Kay AW, Maphalala G, et al. Diagnostic and treatment monitoring potential of a stool-based quantitative polymerase chain reaction assay for pulmonary tuberculosis. *Am J Trop Med Hyg* 2018;99:310–6.
- Ealand C, Peters J, Jacobs O, et al. Detection of *Mycobacterium tuberculosis* complex bacilli and nucleic acids from tongue swabs in young, hospitalized children. *Front Cell Infect Microbiol* 2021;11:696379.
- Botha GHR, Theron G, Warren RM, et al. Detection of tuberculosis by automatic cough sound analysis. *Physiol Meas* 2018;39:045005.
- Macalino SJY, Billones JB, Organo VG, Carrillo MCO. *In silico* strategies in tuberculosis drug discovery. *Molecules* 2020;25:665.
- MacLean E, Broger T, Yerlikaya S, Fernandez-Carballo BL, Pai M, Denkinger CM. A systematic review of biomarkers to detect active tuberculosis. *Nat Microbiol* 2019;4:748–58.
- Babu S. Biomarkers for treatment monitoring in tuberculosis: a new hope. *EBioMedicine* 2017;26:13–4.
- Pitaloka DAE, Syamsunarno MRAAA, Abdulah R, Chaidir L. Omics biomarkers for monitoring tuberculosis treatment: a mini-review of recent insights and future approaches. *Infect Drug Resist* 2022;15:2703–11.
- McKenna L. Tuberculosis treatment pipeline report. Treatment Action Group; 2023.
- Yang F, Labani-Motlagh A, Bohorquez JA, et al. Bacteriophage therapy for the treatment of *Mycobacterium tuberculosis* infections in humanized mice. *Commun Biol* 2024;7:294.
- Yong YK, Tan HY, Saeidi A, et al. Immune biomarkers for diagnosis and treatment monitoring of tuberculosis: current developments and future prospects. *Front Microbiol* 2019;10:2789.
- Kim SY, Choi JA, Choi S, Kim KK, Song CH, Kim EM. Advances in an in vitro tuberculosis infection model using human lung organoids for host-directed therapies. *PLoS Pathog* 2024;20:e1012295.
- Pasipanodya JG, Nuermberger E, Romero K, Hanna D, Gumbo T. Systematic analysis of hollow fiber model of tuberculosis experiments. *Clin Infect Dis* 2015;61 Suppl 1:S10–7.
- Prouty MG, Correa NE, Barker LP, Jagadeeswaran P, Klose KE. Zebrafish–*Mycobacterium marinum* model for mycobacterial pathogenesis. *FEMS Microbiol Lett* 2003;225:177–82.
- Drain PK, Bajema KL, Dowdy D, et al. Incipient and subclinical tuberculosis: a clinical review of early stages and progression of infection. *Clin Microbiol Rev* 2018;31:e00021–18.
- Pai M, Behr MA, Dowdy D, et al. Tuberculosis. *Nat Rev Dis Primers* 2016;2:16076.



19. World Health Organization (WHO). Asymptomatic tuberculosis and implications for programmatic action [Internet]. WHO; 2024 [cited 2025 Jan 24]. Available

from: <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2024/featured-topics/asymptomatic-tb>

## 결핵통합관리시스템 구축 역사 및 구성 현황

김현규<sup>†</sup>, 정혜란<sup>†</sup>, 김지은, 박영준\*

질병관리청 감염병정책국 결핵정책과

### 초 록

**목적:** 우리나라에서는 2000년부터 결핵통합관리시스템(Korea Tuberculosis Network System, KTB-Net)을 구축하고 지속적으로 발전시켜 왔다. 이 글에서는 결핵환자의 발견, 진단, 치료, 추적 관리 등을 전산화 및 체계화한 내용을 알리고자 한다.

**방법:** KTB-Net 데이터베이스 및 정보화 사업 보고서 등을 참고하여 연혁 및 KTB-Net의 구성, 데이터 보유 현황, 시스템 사용자의 역할을 살펴보고자 한다.

**결과:** 2000년 신고관리시스템을 시작으로 KTB-Net을 지속적으로 발전시켜 왔다. 2009년 분리되어 있던 시스템들을 통합하였고, 2014년에는 신고체계를 전반적으로 개선시켰다. KTB-Net은 총 6개의 하위 시스템으로 구성되어 있으며, 신고관리시스템 등 하위시스템에서 9,103,281건의 자료가 등록 및 관리되고 있다. 또한 6개의 외부기관 연계를 통해 결핵환자의 관리를 효과적으로 지원하고 있다.

**결론:** 지속적인 개선 작업을 통해 시스템의 정합성, 포괄성, 효율성, 사용자 편의성을 더욱 향상시킬 예정이며, 이를 통해 결핵 퇴치 목표 달성을 위한 핵심 지원 도구로서의 역할을 강화할 것이다.

**주요 검색어:** 결핵통합관리시스템; 결핵; KTB-Net; 시스템

### 서 론

결핵은 인류의 역사를 통틀어 주요 감염병으로 자리 잡아 왔으며, 현재도 전 세계적으로 심각한 공중보건 문제 중 하나로 남아 있다. 세계보건기구(World Health Organization)에 따르면 매년 약 1,000만 명 이상의 새로운 결핵환자가 발생하며, 결핵은 감염병 중에서도 사망률이 가장 높은 질병으로 손꼽힌다[1]. 특히 고위험군과 취약계층에서 발병률이 높아 결

핵관리의 사회적 중요성이 부각되고 있다[2]. 이에 따라 각국은 결핵예방과 관리에 대한 통합적인 접근 방식을 도입하고 있으며, 이러한 노력은 정보기술을 활용한 데이터 기반 관리 시스템의 구축으로 이어졌다.

우리나라는 2000년부터 결핵관리의 효율성을 높이기 위해 결핵통합관리시스템(Korea Tuberculosis Network System, KTB-Net)을 단계적으로 구축하고 발전시켜 왔다. 이 시스템은 결핵환자의 발견, 진단, 치료, 추적 관리까지 전 과정을 전

Received February 3, 2025 Revised March 6, 2025 Accepted March 8, 2025

\*Corresponding author: 박영준, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

<sup>†</sup>이 저자들은 본 연구에서 공동 제1저자로 기여하였음.

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



**핵심요약**

① 이전에 알려진 내용은?

결핵은 사망률이 높은 감염병으로, 전 세계적으로 매년 1,000만 명 이상의 환자가 발생한다. 각국은 통합적 접근 방식을 통해 결핵관리에 나서고 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

결핵통합관리시스템(KTB-Net)은 2000년부터 구축되어 결핵 환자의 신고부터 치료까지 전 과정이 전산화되어 있으며, 다양한 정부 기관과 연계하여 관리 효율성을 높이고 있다.

③ 시사점은?

결핵관리의 고도화와 다양한 부처와의 연계는 결핵관리 체계의 성공을 위한 핵심 요소이다. 디지털 혁신과 데이터 분석을 통한 시스템 발전이 중요한 시점이다.

산화하고 체계화하여 결핵관리의 수준을 한층 높이는 데 기여하고 있다. 이 글에서는 KTB-Net의 추진 경과를 연도별로 살펴보고, 현재의 구성 요소와 시스템별 데이터 보유량과 각각의 역할을 상세히 소개함으로써 이 시스템이 결핵관리에 미친 영향을 고찰하고자 한다.

**본 론**

**1. 결핵통합관리시스템 구축 주요 경과**

KTB-Net은 「결핵예방법」 제7조제2항[3]에 따라 결핵관리사업에 필요한 자료와 정보를 처리, 기록, 관리하는 업무를 전자화하기 위해 구축·운영되고 있다. 결핵은 기본적으로 치료 기간이 길고 감염병의 신고서, 사례조사, 역학조사 등 다른 법정 감염병과 관리 방식에 차이가 있어, 질병관리청에서 감염병 감시와 대응을 위해 운영 중인 방역통합정보시스템과는 별도로 운영하고 있다. 아래는 KTB-Net의 연도별 구축 경과를 정리한 내용이다.

결핵환자 등의 신고는 2000년 결핵정보감시체계(Korea

Tuberculosis Surveillance System, KTBS) 구축으로 전산화되어 신고되기 시작했으며, 2005년에는 결핵균검사관리정보시스템(Tuberculosis Laboratory Management Information System, TBIS)이 구축되었고, 2006년에는 결핵영상정보시스템(Tuberculosis Picture Archiving Communication System, TBPACS)이 구축되어 영상 정보를 활용한 진단과 관리를 지원하게 되었다.

2007년부터 2009년까지는 KTB-Net의 전신인 결핵정보통합관리시스템이 구축되었다. 이 시스템은 KTBS, TBIS, TBPACS를 하나로 통합하여 데이터 관리의 효율성을 높이고 결핵관리의 전반적인 체계를 잡아 현재 시스템의 초석을 다지는 계기가 되었다. 또한 보건복지부 지역보건의료정보시스템과 검사 정보를 연계하였고, 2011년에는 질병보건통합관리시스템 내 결핵업무시스템으로 통합 및 고도화 작업이 이루어졌다. 이 과정에서 접촉자 검진비 지원, 환자 관리비 지원, 입원 명령 등 결핵 역학조사(가족접촉자) 및 환자 관리 사업 기능이 새롭게 추가되었다.

2013년부터 2014년까지는 신고관리 체계를 재구축하고 데이터베이스를 재설계하는 작업이 진행되었다. 이 시기에는 결핵환자 통합관리 체계를 강화하기 위해 개인식별번호를 도입하였으며, 환자의 주민등록상 주소지에 해당하는 보건소를 환자관리보건소로 지정·확대를 위해 행정안전부의 주민등록 주소 정보를 연계하였다. 또한, 보건소 가족 검진과 의료기관 접촉자 검진 관리를 통합하였고 집단시설 역학조사 관리 기능을 구축하였다.

2015년에는 국민건강보험공단과 가족접촉자 검진비 위탁 지원을 위해 가족접촉자 검진 대상자 및 검진비 지급 정보를 연계하였다. 2016년에는 외국인 결핵환자 중점 관리, 결핵균 검사 및 유전형 검사 관리, 결핵관리 지표 생성 및 환류 기능이 추가되었다. 또한, 법무부와 협력하여 외국인 중점 관리 대상자의 입출국 정보 연계하였고, 국민건강보험공단과 산정특례 대상자 결핵환자 신고 여부 확인, 그리고 산정특례 종료 처

**표 1. 결핵통합관리시스템(KTB-Net) 추진 경과**

| 연도         | 추진 내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2000년      | • 결핵정보감시체계(KTBS) 구축                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2005년      | • 결핵균검사관리정보시스템(TBIS) 구축                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2006년      | • 결핵영상정보시스템(TBPACS) 구축                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2007-2009년 | • 결핵정보통합관리시스템(TBnet) <sup>a)</sup> 구축                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2011년      | • 질병보건통합관리시스템 내 결핵업무시스템으로 통합 및 고도화 <sup>b)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2013-2014년 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 신고·관리 재구축 및 데이터베이스 재설계</li> <li>- 개인식별번호 부여를 통한 결핵환자 통합관리 체계 구축</li> <li>- 결핵환자의 주민등록상 주소지 보건소로 신고/보고 정보 관리자 지정·확대</li> <li>- 보건소 가족 검진과 의료기관 접촉자 검진 관리 통합</li> <li>- 집단시설 역학조사 관리(발생 보고, 접촉자 조사, 일정 관리 등) 기능개발</li> <li>- 주요 시스템 등록정보 통합 현황판('오늘의 할 일[My work]') 신설</li> <li>- (행정안전부) 결핵환자 등 주민등록주소 정보 연계</li> </ul> |
| 2015년      | • (국민건강보험공단) 가족접촉자 검진 대상자 및 검진비 연계                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2016년      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 외국인 결핵환자 중점 관리 기능개발</li> <li>• 결핵균 검사, 유전형 검사 관리 기능개발(2015-2016년)</li> <li>• 결핵관리 지표(소식지) 기능개발</li> <li>• (법무부) 외국인 중점 관리 대상자 입출국 정보 연계</li> <li>• (국민건강보험공단) 산정특례 대상자 결핵환자 신고 여부 및 결과 연계</li> <li>• (국민건강보험공단) 잠복결핵감염 치료비 연계</li> <li>• (행정안전부) 결핵환자 등 거주 상태 추가 연계</li> </ul>                                         |
| 2017년      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 결핵환자 에피소드별 그룹 관리 기능개발</li> <li>• 5세 미만 결핵근원 환자 조사 관리 기능개발</li> <li>• 잠복결핵감염 통합관리 체계 구축(집단시설 역학조사, 가족접촉자, 보건소 잠복결핵검진 등) (2016-2017년)</li> <li>• (병무청) 잠복결핵감염 검사 제외자, 잠복결핵감염 양성자 정보 연계</li> </ul>                                                                                                                        |
| 2018년      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 다제내성 결핵환자 발생 알림 및 관리 기능개발</li> <li>• 취약계층 검진 관리 고도화</li> <li>• (병무청) 잠복결핵감염 치료 정보 연계</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                        |
| 2019년      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 잠복결핵감염 확인서 결과서 직인 출력 서비스 시작(위변조 방지 솔루션 도입)</li> <li>• 약제현황 관리(입출고, 사용량, 파손 폐기량 및 보고 관리) 기능개발</li> <li>• 결핵환자(연보) 신고 현황, 분석 기능, 주간 현황 통계 기능개발</li> <li>• (법무부) 외국인 중정보 관리 대상자 입출국 정보 연계 체계 변경</li> </ul>                                                                                                                |
| 2020년      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 신약 사전심사 접수 결과 관리 기능개발</li> <li>• 역학조사 현장대응 차량 예약 및 결과 관리 기능개발</li> <li>• 유전형, IGRA, 신약 사전심사 등 통합 결재 기능개발</li> <li>• (행정안전부) 결핵환자 등 동거인수 추가 연계(2020년)</li> </ul>                                                                                                                                                        |
| 2021년      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 결핵환자 취약성 평가, 사례 상담, 보건복지 서비스 관리 기능개발</li> <li>• 집단시설 역학조사, 가족접촉자 다제내성 접촉자 추적 검사 관리</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                          |
| 2022년      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 결핵·다제내성결핵 전향적 사례조사 등록·관리 기능개발</li> <li>• (소방청) 결핵환자 발생 정보 연계</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2023년      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 결핵환자 신고·보고 누락 및 지연 모니터링 기능개발</li> <li>• 역학조사관리 항목 추가 및 데이터 품질 관리 기능개발</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2024년      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 역학조사 접촉자 명단 서식 개정 서식(「결핵예방법 시행규칙」 별지 제3호 서식) 반영</li> <li>• (국민건강보험공단) 결핵환자 건강보험 내 직장 정보 연계</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  |

KTB-Net=Korea Tuberculosis Network System; KTBS=Korea Tuberculosis Surveillance System; TBIS=Tuberculosis Laboratory Management Information System; TBPACS=Tuberculosis Picture Archiving Communication System; TBnet=Korea Tuberculosis Network System; IGRA=interferon-gamma releasing assay. <sup>a)</sup>결핵정보감시시스템, 결핵균검사관리정보시스템, 결핵영상정보시스템 통합. <sup>b)</sup>접촉자 검진비 지원, 환자 관리비 지원, 입원명령 등 결핵관리사업 기능개발.

리를 위한 치료 결과 연계 등을 진행하였다.

2017년에는 잠복결핵감염 검진 의무화 등 개편된 잠복결핵감염 검진 및 치료 관리의 원활한 추진을 위해 위탁 기관과 타부처에서 실시한 잠복결핵감염 검사 관리와 잠복결핵감염 치료 부작용 관리 기능이 추가되었다. 또한 역학조사, 가족접촉자 검진 및 잠복결핵감염 검진사업으로 분리되어 관리하던 잠복결핵감염 검사 및 치료 관리를 통합하였다. 같은 해 병역판정 검사 대상자의 잠복결핵감염 치료 관리를 위해 병무청과 검사 및 치료 정보를 연계하였다.

2018년부터 현재까지 다제내성 결핵환자 관리, 취약계층 검진 관리, 약제현황 관리, 신약 사전심사 등 세부적인 기능개발을 매년 진행하고 있으며, 서식 개정 등으로 인한 기존 시스템 변경 그리고 업무 편의 및 데이터의 정확성 등을 위하여 유관기관과의 연계를 추가적으로 진행하고 있다(표 1, 그림 1).

## 2. 결핵통합관리시스템의 구성 및 운영 방식

### 1) 결핵통합관리시스템의 구성

KTB-Net은 결핵관리 전반을 체계적으로 운영하기 위해 다양한 하위 시스템으로 구성되어 있다. 각 구성 요소는 결핵의 예방, 진단, 치료 및 추적 관리에서 중요한 역할을 담당하며, 각각 고유한 목적과 기능을 가지고 있다.

첫째, 결핵신고관리시스템(KTB-Surv)은 결핵환자 신고 및 보고를 체계적으로 관리하는 시스템이다. 이 시스템은 결핵환자 등의 신고 보고서를 처리하며, 결핵환자 사례조사를 통해 환자의 기본 정보를 분석한다. 이를 통해 신고된 결핵환자의 신속한 치료 관리를 지원한다.

둘째, 결핵환자관리시스템(Korea Tuberculosis - Case Management System, KTB-CMS)은 결핵환자 관리와 관련된 사업을 지원하는 시스템이다. 결핵환자 취약성 평가, 사례 상담, 보건복지 서비스 연계, 맞춤형 복약 관리 등을 통해 환자의 치료 성공률을 높이고 있다. 또한, 비순응 환자 관리, 입원 명령 관리, 외국인 중점 관리, 다제내성 환자 관리와 같은 중

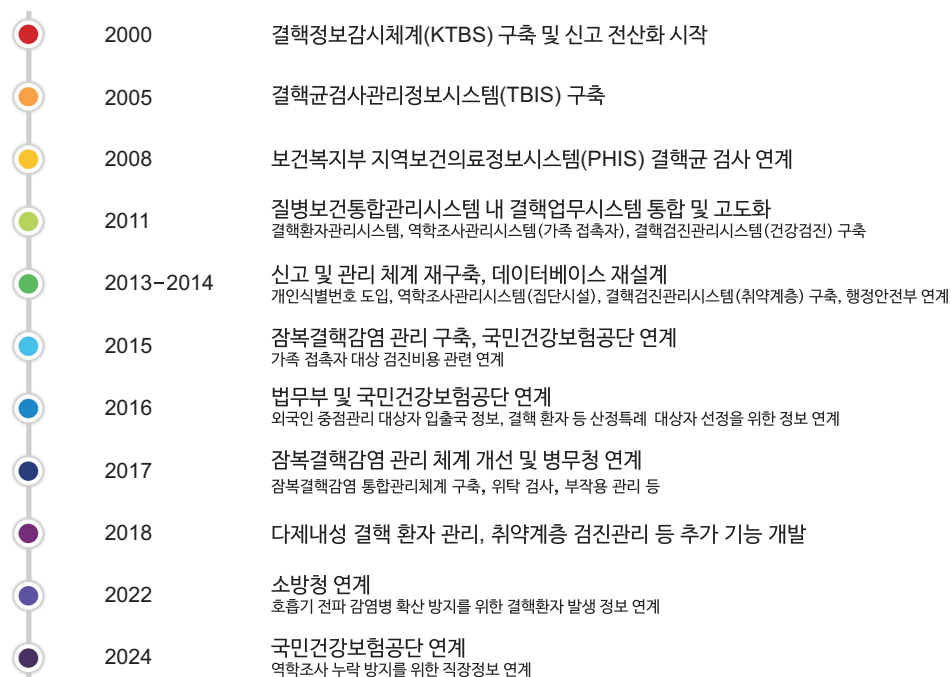


그림 1. 결핵통합관리시스템(KTB-Net) 추진 경과

KTB-Net=Korea Tuberculosis Network System; KTBS=Korea Tuberculosis Surveillance System; TBIS=Tuberculosis Laboratory Management Information System; PHIS=Public Health Information System.

점 관리 기능을 수행하며, 전향적 사례조사와 신약 사전심사 기능도 포함하고 있다.

셋째, 역학조사관리시스템(Korea Tuberculosis - Epidemiologic Investigation System, KTB-EIS)은 집단시설 역학조사, 가족접촉자 검진, 현장대응 차량 일정 관리, 5세 미만 근원 조사 관리가 포함되어 있고, 업무 종사 일시 제한 관리시스템을 활용하여 감염 전파를 최소화하고 있다.

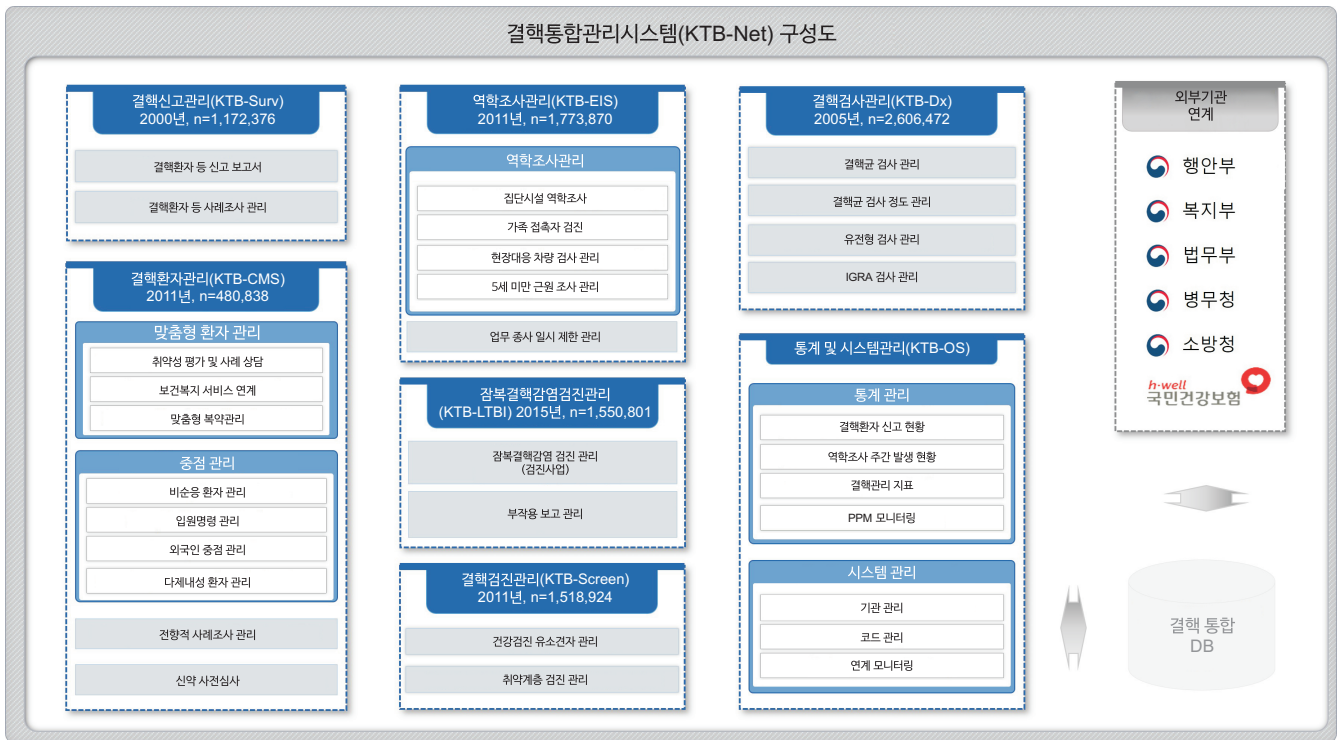
넷째, 잠복결핵감염검진관리시스템(Korea Tuberculosis - Latent Tuberculosis Infection, KTB-LTBI)은 잠복결핵감염 검진과 치료를 관리하는 시스템이다. 잠복결핵감염 의무 검진(국비지원)을 기록하고 관리하며, 검진 확인서 발급 및 잠복결핵감염 치료 과정에서 발생하는 부작용을 보고하는 시스템이다.

다섯째, 결핵검진관리시스템(Korea Tuberculosis - Screening

System, KTB-Screen)은 건강검진 흉부 X선 검사 결과 결핵 유소견자를 관리하고, 취약계층 결핵검진 관리를 통해 고위험군에서의 결핵 발견 및 치료를 지원한다.

여섯째, 결핵검사관리시스템(Korea Tuberculosis - Diagnostic Test System, KTB-Dx)은 결핵균 검사, 유전형 검사 및 잠복결핵감염 검사 중 인터페론감마 분비 검사(interferon-gamma releasing assay) 등 결핵의 진단·분석 결과를 관리하는 시스템이다. 결핵균 검사 정도 관리를 통해 검사 결과의 신뢰성을 높이고, 검사 결과를 데이터화하여 효율적인 결핵관리를 지원한다.

마지막으로, 통계 및 시스템 관리(Korea Tuberculosis - Other System, KTB-OS)는 데이터의 통계를 작성하고, 시스템을 유지 및 관리하는 역할을 한다. 결핵환자 신고 현황, 역학조사 주간 발생 현황, 결핵관리 지표, Public-Private Mix



**그림 2.** 결핵통합관리시스템(KTB-Net) 구성도

KTB-Net=Korea Tuberculosis Network System; KTB-Surv=Korea Tuberculosis Surveillance System; KTB-CMS=Korea Tuberculosis - Case Management System; KTB-EIS=Korea Tuberculosis - Epidemiologic Investigation System; KTB-LTBI=Korea Tuberculosis - Latent Tuberculosis Infection; KTB-Screen=Korea Tuberculosis - Screening System; KTB-Dx=Korea Tuberculosis - Diagnostic Test System; KTB-OS=Korea Tuberculosis - Other System; PPM=Public-Private Mix; DB=database.

(PPM) 모니터링과 같은 통계 자료를 제공하며, 기관 관리, 코드 관리, 연계 모니터링을 통해 시스템의 안정성과 효율성을 유지하고 있다.

이처럼 KTB-Net은 각 구성 요소 간의 유기적인 연계를 통해 결핵관리의 전 과정을 아우르고 있으며, 이를 통해 결핵관리사업이 원활하게 진행될 수 있도록 지원하고 있다(그림 2).

## 2) 하위 시스템 및 외부기관 연계 자료원별 데이터 보유 현황

2000년부터 시작된 KTB-Surv는 1,172,376건이 등록되어 처리되었고, 2011년부터 도입된 KTB-CMS는 480,838건의 데이터를 관리하고 있으며, KTB-EIS는 가족접촉자와 집단시설로 나뉘는데 가족접촉자는 2011년에 개발되어 385,669건, 집단시설은 2013년에 개발되어 1,388,201건의 데이터를

보유하고 있다. KTB-LTBI는 2015년을 시작으로 1,550,801건의 데이터를 보유하고 있으며, KTB-Screen은 건강검진과 취약계층으로 나뉘며, 각각 2011년, 2013년에 개발되어 319,181건, 1,199,743건의 데이터를 관리하고 있다. 마지막으로 KTB-Dx는 2005년에 개발되어 2,606,472건의 데이터를 관리하고 있다.

외부기관과의 연계로는 2014년 행정안전부와 429,487건의 결핵환자 등의 주민등록주소 및 세대원 수 정보를 연계하였고, 국민건강보험공단은 2015년 가족접촉자 비용 위탁을 시작으로 140,187건, 2016년 산정특례 298,445건, 2024년 건강보험 직장정보 451건의 연계를 진행했다. 보건복지부와는 2008년부터 결핵균 검사 정보를 2,154,112건 연계했고, 병무청과는 2017년부터 연계를 시작하여 39,461건의 병역

표 2. 하위 시스템 및 외부기관 연계 자료원별 데이터 보유 현황

| 구분      |                 | 등록/연계 시작 연도 | 데이터량       | 비고                        |                        |
|---------|-----------------|-------------|------------|---------------------------|------------------------|
| 하위 시스템  | KTB-Surv        | 2000년       | 1,172,376건 |                           |                        |
|         | KTB-CMS         | 2011년       | 480,838건   |                           |                        |
|         | KTB-EIS         | 집단시설        | 2013년      | 1,388,201건                |                        |
|         |                 | 가족접촉자       | 2011년      | 385,669건                  |                        |
|         | KTB-LTBI        | 2015년       | 1,550,801건 |                           |                        |
|         | KTB-Screen      | 건강검진        | 2011년      | 319,181건                  |                        |
|         |                 | 취약계층        | 2013년      | 1,199,743건                |                        |
| KTB-Dx  | 2005년           | 2,606,472건  |            |                           |                        |
| 외부기관 연계 | 행정안전부           | 2014년       | 429,487건   | 결핵환자 등의 주민등록주소 및 세대원 수    |                        |
|         | 국민건강보험공단        | 산정특례        | 2016년      | 298,445건                  | 결핵환자 등 신고 정보 일부        |
|         |                 | 건강보험 직장 정보  | 2024년      | 451건                      | 결핵환자 등 건강보험 직장 정보      |
|         |                 | 가족접촉자 비용 위탁 | 2015년      | 140,187건                  | 검진 대상자 인적 정보 및 비용정산 정보 |
|         | 보건복지부(사회보장 정보원) | 2008년       | 2,154,112건 | 결핵균 검사 정보                 |                        |
|         | 병무청             | 2017년       | 39,461건    | 병역판정 검사 잠복결핵감염 검진 및 치료 정보 |                        |
|         | 법무부             | 2016년       | 2,415건     | 결핵 외국인 중점 관리 대상자의 입출국 정보  |                        |
|         | 소방청             | 2022년       | 120,905건   | 결핵환자 발생 정보                |                        |

KTB-Surv=Korea Tuberculosis Surveillance System; KTB-CMS=Korea Tuberculosis - Case Management System; KTB-EIS=Korea Tuberculosis - Epidemiologic Investigation System; KTB-LTBI=Korea Tuberculosis - Latent Tuberculosis Infection; KTB-Screen=Korea Tuberculosis - Screening System; KTB-Dx=Korea Tuberculosis - Diagnostic Test System.

판정 검사 잠복결핵감염 검진 및 치료 정보를 연계했다. 법무부와는 2016년부터 연계를 시작하여 결핵 외국인 중점 관리 대상자의 입출국 정보를 2,415건 연계했고, 마지막으로 소방청과는 2022년 연계를 시작하여 120,905건의 결핵환자 발생 정보를 연계했다(표 2).

### 3) 시스템 사용자 및 사용자별 역할

질병관리청은 KTB-Net 시스템 관리자로서 KTB-Net 기능개발, 유지보수를 위한 정보화 사업 운영, 시스템의 정보 보안 관리, 개인정보 보호, 데이터 품질 관리 등을 진행하고 있다. 시스템의 기능개발과 유지보수를 통해 안정성과 사용성을 지속적으로 개선하고 있으며, 새로운 정책 요구를 반영하여 최적화된 시스템을 제공하고 있다. 또한 보안 및 개인정보 보호에 있어 접근 권한 체계 개편을 통한 사용자의 체계적 관리와 데이터 암호화 등 기술적·관리적 보호 조치를 시행하고 이를 통해 환자의 정보가 외부로 유출되거나 부적절하게 사용되는 것을 방지하고 있다. 아울러, 시스템에 입력된 데이터의 정확성과 일관성 등을 유지하기 위해 데이터 품질 관리를 수행하고 있다.

시도 및 보건소, 의료기관, 보건환경연구원, 대한결핵협회는 KTB-Net의 주요 사용자로 각 기관별 역할에 맞춰 결핵환자 등의 신고, 사례조사, 역학조사, 결핵 검사 등의 업무를 수행하고 있다. 특히, 시도 및 보건소의 경우 관내의 결핵관리 전반을 모니터링 하는 데 시스템을 활용하고 있다.

또한, 각 기관은 결핵환자의 개인정보를 다루는 만큼, 해당 정보가 외부로 유출되지 않도록 관리하고 있다.

## 결 론

KTB-Net은 결핵예방과 관리에 있어 체계적이고 안정적인 정보 처리하는 기반을 제공한 대표적인 시스템이다. 초기 사용 단계에서는 단순히 환자 신고와 진단 정보 관리에

국한되었으나, 국가결핵관리정책의 변화 과정을 거치며 점차 고도화되고 통합됨으로써 결핵환자 발견부터 치료 완료까지 전 과정을 체계적으로 관리할 수 있도록 발전하였다. 또한 타부처 정보 시스템과의 연계를 통해 사용자의 편의성과 정보의 정확성을 향상해 왔다.

앞으로 KTB-Net이 더욱 발전하기 위해서는 데이터 분석 기술과 디지털 혁신을 활용한 시스템 개발이 필요하다. 「제3차 결핵관리종합계획(2023-2027)」의 목표인 결핵 발생률 10만명당 20명 달성과 결핵관리사업의 성공적인 수행을 위하여 KTB-Net은 지속적으로 결핵관리사업 등을 지원할 것이다.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: HGK, HRJ. Data curation: HGK, HRJ. Formal analysis: HGK, HRJ. Investigation: HGK, HRJ. Methodology: YJP. Project administration: HGK, HRJ, JEK, YJP. Supervision: YJP. Visualization: HGK, HRJ. Writing – original draft: HGK, HRJ. Writing – review & editing: JEK, YJP.

## References

1. Lee H, Kim J, Choi H. Review on global burden of tuberculosis in 2022. Public Health Wkly Rep 2024;17:438-51.
2. Lee H, Kim J, Kim J, et al. Characteristics of notified tuberculosis cases in the Republic of Korea, 2023. Public



Health Wkly Rep 2024;17:1591-608.

3. Korean Law Information Center. Tuberculosis prevention act, article 7 paragraph 2 [Internet]. Ministry of Government Legislation; 2023 [cited 2025 Jan 22]. Available

from: [https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B2%B0%ED%95%B5%EC%98%88%EB%B0%A9%EB%B2%95/\(20231214,19442,20230613\)/%EC%A0%9C7%EC%A1%B0](https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B2%B0%ED%95%B5%EC%98%88%EB%B0%A9%EB%B2%95/(20231214,19442,20230613)/%EC%A0%9C7%EC%A1%B0)

# Development History and Composition of Korea Tuberculosis Network System

Hyeon-gyu Kim<sup>†</sup> , Hyeran Jeong<sup>†</sup> , Jieun Kim , Young-Joon Park\* 

Division of Tuberculosis Policy, Department of Infectious Disease Policy, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

## ABSTRACT

**Objectives:** Since 2000, South Korea has been continuously developing and improving the Korea Tuberculosis Network System (KTB-Net). This article aims to present how the system has digitalized and systematized the processes of detecting, diagnosing, treating, and monitoring tuberculosis patients.

**Methods:** This study has examined the history, structure, data holdings, and user roles of the KTB-Net system, drawing on informatization project reports and the KTB-Net database.

**Results:** Initiated in 2000 with a reporting management system, the KTB-Net has undergone continuous development. In 2009, the system was integrated, and in 2014, the reporting system was comprehensively overhauled. Currently, the KTB-Net comprises six subsystems and has accumulated over 9,103,281 records. It effectively supports tuberculosis patient management through linkages with six external organizations.

**Conclusions:** The KTB-Net has become a core system for tuberculosis management, contributing significantly to the nation's efforts to eliminate tuberculosis. Continuous improvements will be made to enhance the system's consistency, comprehensiveness, efficiency, and user-friendliness. Through these efforts, the KTB-Net will further solidify its role as a key tool in achieving the goal of tuberculosis eradication.

**Key words:** Tuberculosis Network System; Tuberculosis; KTB-Net; System

\*Corresponding author: Young-Joon Park, Tel: +82-43-719-7310, E-mail: pahmun@korea.kr

<sup>†</sup>These authors contributed equally to this study as co-first authors.

## Introduction

Tuberculosis (TB) has been a major infectious disease throughout human history and remains one of the most serious public health concerns globally. According to the World Health Organization, more than 10 million new patients are diagnosed with TB each year, which has one of the highest

mortality rates among infectious diseases [1]. The high incidence of TB, especially among high-risk and vulnerable populations, has led to the heightened societal importance of TB control [2]. In response to these challenges, countries are adopting an integrated approach to TB prevention and control. These efforts have led to the creation of data-driven management systems that utilize information technology.

**Key messages**

## ① What is known previously?

Tuberculosis (TB) is a highly fatal infectious disease, with over 10 million new cases annually worldwide. Countries have adopted integrated approaches to manage TB.

## ② What new information is presented?

The Korea Tuberculosis Network System, established since 2000, digitalizes the entire TB management process from reporting to treatment and enhances efficiency by linking various government agencies.

## ③ What are implications?

The advancement of TB management and integration with different sectors is crucial for the success of TB control. Digital innovation and data analysis are key for the system's future development.

Since 2000, Republic of Korea has gradually established and developed the Korea Tuberculosis Network System (KTB-Net) to improve TB management efficiency. The system computerizes and systematizes the entire process of detection, diagnosis, treatment, and follow-up of patients with TB, contributing to a higher level of TB control. This study aims to evaluate the progress of the KTB-Net on an annual basis, with a focus on the components and data holdings of the system, as well as their respective roles, and to examine the impact of the system on TB control.

**Results****1. Key Milestones in the Implementation of the Korea Tuberculosis Network System**

The KTB-Net has been established and operated to electronically process, record, and manage data and information

necessary for TB control programs in accordance with Article 7, Paragraph 2 of the Tuberculosis Prevention Act [3]. TB is managed separately from the Integrated Information System for Infectious Disease Control and Prevention, which is operated by the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) to monitor and respond to infectious diseases, owing to its long treatment period and differences in management methods from other legal communicable diseases in terms of infectious disease reports, case investigations, and epidemiological investigations. The following is a summary of the annual progress of construction of the KTB-Net.

In 2000, the Korea Tuberculosis Surveillance System (KTBS) was established, and reports of TB patients began to be computerized and reported. In 2005, the Tuberculosis Laboratory Management Information System (TBIS) was established, and in 2006, the Tuberculosis Picture Archiving Communication System (TBPACS) was established to support diagnosis and management using image information.

Between 2007 and 2009, the Integrated TB Information Management System, the predecessor of the KTB-Net, was established. This system integrated the KTBS, TBIS, and TBPACS into a unified structure with the objective of enhancing data management efficiency and laying the foundation for the current system by organizing the overall TB management. The system also linked test information with the Ministry of Health and Welfare (MOHW)'s regional healthcare information system. In 2011, the system was integrated and upgraded to the TB management system within the integrated disease and health management system. In this process, TB epidemiological investigation (family contacts) and patient management program functions were incorporated, including support for contact examination fees, support for patient management

**Table 1. History of the Korea Tuberculosis Network System**

| Year      | Progress                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2000      | • Establish a Korea Tuberculosis Surveillance System (KTBS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2005      | • Establish a Tuberculosis Laboratory Management Information System (TBIS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2006      | • Establish a Tuberculosis Picture Archiving Communication System (TBPACS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2007–2009 | • Establishment a Korea Tuberculosis Network System (TBnet) <sup>a)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2011      | • Integration and modernization of TB systems within the integrated disease and health control system <sup>b)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2013–2014 | • Rebuilding the surveillance system and database resetting <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establishing an integrated management system by assigning personal identification numbers</li> <li>- Designate and expand the reporting information manager to the health center where the TB patient's resident registration address is located</li> <li>- Integrate health center family screening with hospital contact screening management</li> <li>- Contact investigation in congregate settings function development</li> <li>- Integrated status board (My work) development</li> <li>- (Ministry of the Interior and Safety) Residential address of TB patients</li> </ul> |
| 2015      | • (National Health Insurance Service) Personal information of screening recipients and reimbursement information                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2016      | • Foreign patients function development <ul style="list-style-type: none"> <li>• Management Mycobacterium tuberculosis testing, genotype testing function development (2015–2016)</li> <li>• TB management indicators function development</li> <li>• (Ministry of Justice) Linked arrival and departure information for TB foreign priority persons</li> <li>• (National Health Insurance Service) Partial declaration information of TB patients</li> <li>• (National Health Insurance Service) Linkage of costs for LTBI treatment</li> <li>• (Ministry of the Interior and Safety) Link to number of household members with TB patients</li> </ul>                                    |
| 2017      | • Development of an episode-based group management system for tuberculosis patients <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of source case investigation for children under the age of 5 years</li> <li>• Development of an integrated management system for LTBI (contact investigation in congregate settings, contact investigation in households, LTBI screening, etc.) (2016–2017)</li> <li>• (Military Manpower Administration) Connecting data on individuals excluded from LTBI screening and those who tested positive</li> </ul>                                                                                                                                   |
| 2018      | • Development of a notification and management system for multidrug-resistant tuberculosis patients <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enhancement of health screening management for vulnerable populations</li> <li>• (Military Manpower Administration) LTBI treatment information linkage</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2019      | • Introduction of a system for authenticated stamping seal of LTBI test results (introduction of anti-counterfeiting solution) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of inventory management of pharmaceuticals</li> <li>• Development of a system for TB notification cases, analyzing, and weekly statistics</li> <li>• (Ministry of Justice) Changes to the linked method for arrival and departure information for TB foreign priority persons</li> </ul>                                                                                                                                                                                                              |
| 2020      | • Development of pre-review system for new drugs <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of field response vehicle schedule management</li> <li>• Development of an integrated approval system for genotype testing, IGRA, and pre-review system for new drugs</li> <li>• (Ministry of the Interior and Safety) Additional linkage of households member (2020)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2021      | • Development of a system for vulnerability assessment and case counseling, welfare services and specialized care <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of tracking and monitoring system for contact investigation in congregate settings, contact investigation in households</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2022      | • Development of system for management of Korean TB cohort <ul style="list-style-type: none"> <li>• (National Fire Agency) Partial declaration information of TB patients</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2023      | • Development of a monitoring system for missed or delayed reporting of tuberculosis cases <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of additional items for KTB-EIS and data quality control</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2024      | • Incorporation of revised contact list format for epidemiological investigations <ul style="list-style-type: none"> <li>• (National Health Insurance Service) Linkage of workplace information on health insurance for TB patients</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

TB=tuberculosis; LTBI=latent tuberculosis infection; IGRA=interferon-gamma releasing assay; KTB-EIS=Korea Tuberculosis-Epidemiologic Investigation System. <sup>a)</sup>Integration of KTBS, TBIS, TBPACS. <sup>b)</sup>Development of functions for tuberculosis control programs, such as contact screening fee support, patient management fee support, and hospitalization orders.

fees, and hospitalization orders.

Between 2013 and 2014, the surveillance system was rebuilt, and the database was redesigned. During this period, a personal identification number was introduced to fortify the integrated management system for patients with TB. The Ministry of the Interior and Safety (MOIS)'s resident registration address information was linked to designate and expand public health centers corresponding to the address in the patient's resident registration as patient management health centers. Furthermore, it has incorporated the administration of health center family screening and healthcare organization contact screening, as well as the establishment of a public facility epidemiological survey management function.

In 2015, the information regarding the individuals eligible for family contact screening and payment for the screening was linked with the National Health Insurance Service (NHIS)

to support the commissioning of family contact screening fees. In 2016, the functions of priority management of foreign nationals with TB, management of *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*) testing and genotype testing, generation of TB control indicators, and feedback were incorporated. Furthermore, in cooperation with the Ministry of Justice (MOJ), the information on the arrival and departure of foreign nationals subject to priority management was linked. In cooperation with the NHIS, the reports of patients with TB eligible for the special coverage, as well as the treatment results for the termination of the special coverage, were linked.

In 2017, to facilitate the reformed screening and treatment management of latent TB infection (LTBI), including the mandatory screening for LTBI, functions were added to manage LTBI screening conducted by entrusted organizations and other ministries/agencies and to manage the adverse events



**Figure 1.** History of the Korea Tuberculosis Network System

TBIS=Tuberculosis Laboratory Management Information System; PHIS=Public Health Information System; TB=Tuberculosis; KTB-CMS=Korea Tuberculosis - Case Management System; KTB-EIS=Korea Tuberculosis - Epidemiologic Investigation System; KTB-Screen=Korea Tuberculosis - Screening System; KTB-LTBI=Korea Tuberculosis - Latent Tuberculosis Infection; MDR-TB=multidrug resistant tuberculosis.

of LTBI treatment. The system also integrated the testing and treatment management of LTBI, which were previously managed separately as epidemiological surveys, family contact screening, and LTBI screening programs. In the same year, it linked the testing and treatment information with the Military Manpower Administration to integrate the testing and treatment data, thereby facilitating the management of LTBI among individuals undergoing military service screening.

From 2018 onwards, detailed functional developments have been performed on an annual basis, including the management of patients with multidrug-resistant TB, Vulnerable to TB group Screening management, inventory management of pharmaceuticals, and pre-review system for new drugs. Changes to the existing system owing to format revisions and linkages with related organizations are being made for work convenience and data accuracy (Table 1, Figure 1).

## 2. Organization and Operation of the KTB-Net

### 1) Configuration of the KTB-Net

The KTB-Net is comprised of multiple subsystems that collectively orchestrate the comprehensive TB control system. Each component plays an important role in the prevention, diagnosis, treatment, and follow-up of TB, and each has its own purpose and function.

First, the KTB-Surv is a system that systematically manages the notification and reporting of patients with TB. This system processes reports from patients with TB and analyzes their basic information through case investigation, thereby supporting expeditious treatment management of reported TB cases.

Second, the Korea Tuberculosis - Case management system (KTB-CMS) supports programs related to TB case management. Vulnerability assessment of patients with TB, case

counseling, referral to health and welfare services, and personalized medication care are used to aid in the successful treatment of patients. Furthermore, the system offers a range of priority management functions, including non-compliant patient management, hospitalization order management, foreign national priority management, and multidrug-resistant TB patient management. In addition, it provides Management of Korean TB Cohort and pre-review system for new drugs functions.

Third, the Korea Tuberculosis - Epidemiologic Investigation System (KTB-EIS) is a comprehensive program that includes contact investigation in congregate settings, contact investigation in households, field response vehicle schedule management, and source case investigation for children under the age of 5 years. The KTB-EIS utilizes manage workplace suspensions to minimize the spread of infection.

Fourth, the Korea Tuberculosis - Latent Tuberculosis Infection (KTB-LTBI) is a system that manages the screening and treatment of LTBI. The system is designed to record and manage mandatory screening for LTBI (state-funded), issue screening confirmation certificates, and report adverse events that occur during the treatment of LTBI.

Fifth, the Korea Tuberculosis - Screening system (KTB-Screen) is responsible for the identification of TB carriers through health checkups and chest X-ray examinations. The system facilitates the detection and treatment of TB in high-risk groups by managing TB screening for vulnerable populations.

Sixth, the Korea Tuberculosis - Diagnostic Test System (KTB-Dx) manages the results of diagnosis and analysis of TB, including tuberculin test, genotype test, and interferon-gamma releasing assay during LTBI tests. Management the level of TB testing is implemented to ensure the reliability of test results

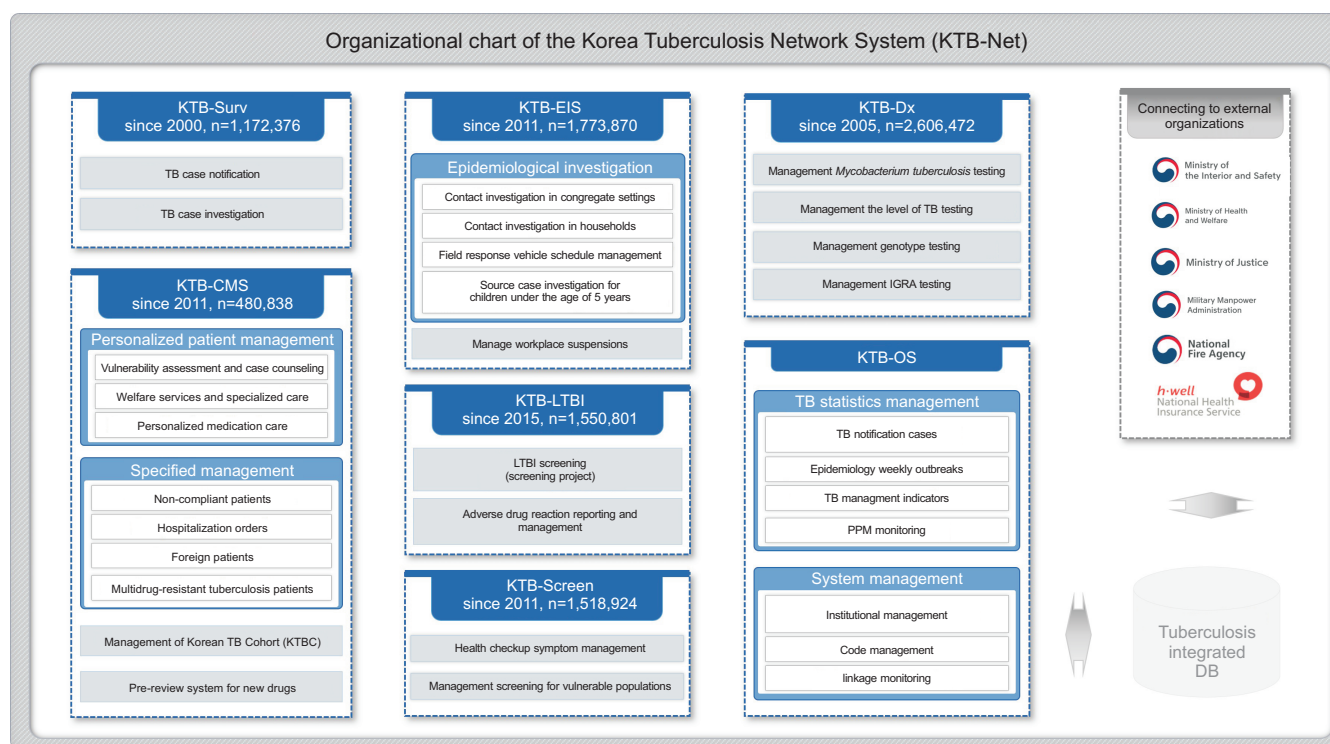
and support efficient TB management by dataizing the test results.

Finally, the Korea Tuberculosis - Other System is responsible for the compilation of statistics and the maintenance and management of the system. The system provides statistical data, including the status of TB case notifications, weekly incidence of epidemiological surveys, TB control indicators, and PPM monitoring. It also maintains the stability and efficiency of the system through institutional management, code management, and linkage monitoring.

Consequently, KTB-Net encompasses the entire process of TB control by leveraging the organic interconnections among its components, thereby facilitating the seamless progression of TB control programs (Figure 2).

## 2) Data availability by subsystem and linked external organization source

The KTB-Surv, initiated in 2000, has registered and processed 1,172,376 cases, while the KTB-CMS, introduced in 2011, manages data on 480,838 cases. The KTB-EIS is divided into systems for contact investigation in households and contact investigation in congregate settings. The system for contact investigation in households, introduced in 2011, has 385,669 registered cases, and the system for contact investigation in congregate settings, introduced in 2013, has 1,388,201 registered cases. The KTB-LTBI has 1,550,801 registered cases since 2015, and the KTB-Screen, divided into the systems for General Health screening and vulnerable TB group, developed in 2011 and 2013, respectively, is managing 319,181 and



**Figure 2.** Organizational chart of the Korea Tuberculosis Network System

KTB-Surv=Korea Tuberculosis-Surveillance System; TB=Tuberculosis; KTB-CMS=Korea Tuberculosis - Case Management System; KTB-EIS=Korea Tuberculosis - Epidemiologic Investigation System; KTB-LTBI=Korea Tuberculosis - Latent Tuberculosis Infection; LTBI=latent tuberculosis infection; KTB-Screen=Korea Tuberculosis - Screening System; KTB-Dx=Korea Tuberculosis - Diagnostic Test System; IGRA=interferon-gamma releasing assay; KTB-OS=Korea Tuberculosis - Other System; PPM=Public-Private Mix; DB=database.

1,199,743 cases, respectively. The KTB-Dx system, developed in 2005, is managing 2,606,472 cases.

With regard to data linkage with external organizations,

the MOIS linked 429,487 cases of resident registration address and number of household members with TB patients in 2014,

and the NHIS linked 140,187 cases of the family contact cost

**Table 2.** Data holdings by subsystem and external organization linkage

| Separation                           |                                                                            | Enrollment/<br>linkage on<br>start year                                           | Data volume | Remark    |                                                                            |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------|
| Subsystems                           | KTB-Surv                                                                   | 2000                                                                              | 1,172,376   |           |                                                                            |
|                                      | KTB-CMS                                                                    | 2011                                                                              | 480,838     |           |                                                                            |
|                                      | KTB-EIS                                                                    | Contact investigation in congregate settings                                      | 2013        | 1,388,201 |                                                                            |
|                                      |                                                                            | Contact investigation in households                                               | 2011        | 385,669   |                                                                            |
|                                      | KTB-LTBI                                                                   | 2015                                                                              | 1,550,801   |           |                                                                            |
|                                      | KTB-Screen                                                                 | Health checkup                                                                    | 2011        | 319,181   |                                                                            |
|                                      |                                                                            | Vulnerable populations                                                            | 2013        | 1,199,743 |                                                                            |
|                                      | KTB-Dx                                                                     | 2005                                                                              | 2,606,472   |           |                                                                            |
| Connecting to external organizations | Ministry of the Interior and Safety                                        |                                                                                   | 2014        | 429,487   | Residential address of TB patients and number of household members         |
|                                      | National Health Insurance Service                                          | Program is designed to reduce the financial burden for patients with tuberculosis | 2016        | 298,445   | Partial declaration information of TB patients                             |
|                                      |                                                                            | Workplace information                                                             | 2024        | 451       | Workplace information on health insurance for TB patients                  |
|                                      |                                                                            | Outsourcing family contacts                                                       | 2015        | 140,187   | Personal information of screening recipients and reimbursement information |
|                                      | Ministry of Health and Welfare (Korea Social Security Information Service) |                                                                                   | 2008        | 2,154,112 | About TB testing                                                           |
|                                      | Military Manpower Administration                                           |                                                                                   | 2017        | 39,461    | About screening for and treating LTBI in military screening tests          |
|                                      | Ministry of Justice                                                        |                                                                                   | 2016        | 2,415     | Arrival and departure information for TB foreign priority persons          |
|                                      | National Fire Agency                                                       |                                                                                   | 2022        | 120,905   | Partial declaration information of TB patients                             |

KTB-Surv=Korea Tuberculosis Surveillance System; KTB-CMS=Korea Tuberculosis - Case Management System; KTB-EIS=Korea Tuberculosis - Epidemiologic Investigation System; KTB-LTBI=Korea Tuberculosis - Latent Tuberculosis Infection; KTB-Screen=Korea Tuberculosis - Screening System; KTB-Dx=Korea Tuberculosis - Diagnostic Test System; TB=tuberculosis; LTBI=latent tuberculosis infection.



delegation data in 2015, 298,445 cases of special coverage data in 2016, and 451 cases of health insurance workplace information data in 2024. The MOHW has linked 2,154,112 cases of *M. tuberculosis* testing data since 2008, and the Military Manpower Administration has linked 39,461 cases of LTBI screening and treatment data since 2017. The linkage with the MOJ began in 2016, which has since linked 2,415 cases of arrival and departure data of foreign nationals under priority management for TB, and finally, the linkage with the National Fire Agency began in 2022 and has since linked 120,905 cases of TB incidence data (Table 2).

### 3) System users and user-specific roles

As the administrator of the KTB-Net system, the KDCA is responsible for the development of KTB-Net functions, informationization for maintenance, information security management of the system, personal information protection, and data quality management. The stability and usability of the system are continuously improved through the development and maintenance of functions, and the system is optimized to reflect new policy needs. Furthermore, technical and administrative protection measures, including the systematic management of users through reorganization of access rights and encryption of data, are implemented to prevent patient information from being leaked or used inappropriately. Data quality control is also implemented to guarantee the accuracy and consistency of data entered into the system.

Provincial and city health centers, healthcare organizations, institutes of health and environment, and the Korea National Tuberculosis Association are the primary users of KTB-Net, conducting reporting, case investigation, epidemiological investigation, and TB testing according to their respective roles.

Notably, provincial and city health centers are leveraging the system to oversee the comprehensive management of TB within their respective jurisdictions. Furthermore, given that each organization is entrusted with the handling of personal information pertaining to patients with TB, it is imperative to implement robust measures to prevent the unauthorized disclosure of such information.

## Conclusion

The KTB-Net is a representative system that has provided the basis for systematic and reliable information processing in TB prevention and control. In the nascent stage of implementation, the system's functionality was confined to the management of patient reports and diagnostic information. However, it has undergone gradual upgradation and integration to systematically manage the entire process, from the detection of patients with TB to the completion of treatment, in line with the changes in the national TB control policy. Furthermore, user convenience and information accuracy have been improved through linkages with the information systems of other ministries/agencies.

To further develop the KTB-Net, a system that utilizes data analysis technology and digital innovation is necessary. KTB-Net will continue to support TB control programs to achieve the goal of 20 TB cases per 100,000 population and the successful implementation of the programs in the Third Tuberculosis Control Plan (2023–2027).

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** None.

**Conflict of Interest:** Young-Joon Park is an editorial board member of the journal, but was not involved in the review process of this manuscript. Otherwise, there is no conflicts of interest to declare.

**Author Contributions:** Conceptualization: HGK, HRJ. Data curation: HGK, HRJ. Formal analysis: HGK, HRJ. Investigation: HGK, HRJ. Methodology: YJP. Project administration: HGK, HRJ, JEK, YJP. Supervision: YJP. Visualization: HGK, HRJ. Writing – original draft: HGK, HRJ. Writing – review & editing: JEK, YJP.

## References

1. Lee H, Kim J, Choi H. Review on global burden of tuberculosis in 2022. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:438-51.
2. Lee H, Kim J, Kim J, et al. Characteristics of notified tuberculosis cases in the Republic of Korea, 2023. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1591-608.
3. Korean Law Information Center. Tuberculosis prevention act, article 7 paragraph 2 [Internet]. Ministry of Government Legislation; 2023 [cited 2025 Jan 22]. Available from: [https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B2%B0%ED%95%B5%EC%98%88%EB%B0%A9%EB%B2%95/\(20231214,19442,20230613\)/%EC%A0%9C7%EC%A1%B0](https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B2%B0%ED%95%B5%EC%98%88%EB%B0%A9%EB%B2%95/(20231214,19442,20230613)/%EC%A0%9C7%EC%A1%B0)