



2019년부터 2023년까지 국내 법의부검에서 결핵의 유병률

이경홍^{1,2} · 박종필² · 김기하²
이정혜³

¹국립과학수사연구원 서울과학수사
연구소 법의학과

²연세대학교 의과대학 법의학과

³국립과학수사연구원 부산과학수사
연구소 법의학과

Prevalence of Tuberculosis at Forensic Autopsies in South Korea from 2019–2023

Kyunghong Lee^{1,2}, Jong-Pil Park², Kiha Kim², Junghye Lee³

¹Division of Forensic Medicine, National Forensic Service Seoul Institute, Seoul, Korea,

²Department of Forensic Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea,

³Division of Forensic Medicine, National Forensic Service Busan Institute, Yangsan, Korea

Tuberculosis (TB) remains a significant global health issue, with undiagnosed cases posing risks to public health and forensic personnel. Forensic autopsies are important in identifying TB cases, as undetected infections in deceased individuals can lead to occupational exposure through aerosolized transmission. However, TB surveillance in forensic autopsies remains insufficient, limiting its recognition in public health strategies. This study analyzed 43,190 forensic autopsies conducted in South Korea from 2019–2023, identifying 195 TB cases (0.45%), including 114 deaths (0.26%) primarily caused by TB. The highest prevalence was recorded in 2019 (0.59%), with a gradual decline in subsequent years. Regional analysis showed that Incheon had the highest TB prevalence (0.74%). Pulmonary TB was the most common (80.77%), followed by miliary TB (15.38%). These findings highlight the potential occupational risks for forensic personnel because of undiagnosed TB infections. Notably, 72.3% of TB cases were identified postmortem without previous medical records, increasing the likelihood of unprotected exposure. Additionally, forensic investigations often lack systematic reporting of TB cases, making it difficult to assess the true prevalence and risks. Strengthening TB monitoring in forensic autopsies can enhance case identification and improve public health surveillance. Establishing a more structured reporting system for TB cases in forensic settings may help prevent occupational exposure and support national TB control efforts.

Key Words: Tuberculosis; Forensic pathology; Autopsy; Prevalence

서 론

결핵(tuberculosis)은 전 세계적으로 2022년 기준 약 1,060만명이 감염되었고 이 중 130만명이 사망한 주요 감염병 중

하나다[1]. 2022년 세계보건기구 보고서에 따르면, 한국은 경제협력개발기구 국가 중 결핵 발생률이 두 번째로 높은 국가였다. 인구 10만 명당 약 39명의 신규 결핵환자가 발생했고, 결핵사망률은 10만 명당 3.8명으로 보고되었다[1]. 국내 질병

관리청 자료에 따르면 2019년부터 2023년까지 국내 결핵 발생률은 점진적으로 감소했으나, 여전히 중증 결핵과 약제 내성 결핵이 높은 비율을 보인다[2]. 우리나라 정부 주도로 결핵 감염을 관리하고 있으며 질병관리청에서는 매년 결핵 신규환자 비율인 발생률과 전체 인구 중 결핵 환자의 비율인 유병률, 약제 내성 결핵에 대해 조사 분석하고 있다[2]. 반면 국내 법의부검에서의 결핵 사례에 대한 별도의 조사는 이루어지지 않고 있으며, 전체 부검대상에서 결핵이 감염된 시체에 대한 유병률도 보고된 적이 없다.

법의부검에서 결핵 조사는 신고되지 않은 결핵 감염자들을 발견하여 공중보건 측면에서 국가 결핵 관리에 기여할 뿐만 아니라 부검 종사자들의 결핵 감염 관리에도 필요하다. 특히 결핵의 증상을 일으키는 결핵균 복합체(*Mycobacterium tuberculosis* complex)는 부검 종사자들에게 공기 중으로 전파될 수 있는 위협이 있어 부검 시 주의를 요한다[3]. 여러 연구에서 결핵이 사망 전에 진단되지 않았다면 부검 중 발생하는 에어로졸을 통해 쉽게 전파될 수 있어 위험하다고 보고되었다[3-5]. 결핵 사망자의 부검에 참여한 35명의 의대생 중 8명이 결핵에 노출되어 감염된 사례가 있었으며[4], 인도에서는 법의부검의 1.7%에서 사망 전 진단되지 않은 활동성 결핵이 발견되었다는 보고도 있다[5]. 이에 본 연구에서는 국내 법의부검의 결핵 유병률을 조사 분석하여 이를 바탕으로 법의부검에서의 결핵 감염 관리에 대해 논의해보고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2019년부터 2023년까지 국립과학수사연구원에서 시행된 전국 법의부검(제주 제외) 43,190건을 검토하였다. 2019년 8,717건, 2020년 9,069건, 2021년 8,832건, 2022년 8,383건, 2023년 8,189건의 부검이 시행되었다. 국립과학수사연구원 감정정보관리시스템을 이용하여 사건 개요, 사망 원인, 감정 결과 분류체계에서 '결핵'이 포함된 법의부검 사례를 검색하였다. 결핵 관련 부검사례(이하 결핵 사례, *tuberculosis cases*)는 시체의 과거 결핵 병력이 확인된 사례, 부검에서 결핵이 진단된 사례, 사망 원인이 결핵인 사례를 포함하여 정의하였다. 검색된 결핵 사례에서 부검 접수정보를 검토하여 연도별, 지역별, 연령별, 성별, 국적별로 분석하였다. 지역별 분류는 부검을 의뢰한 경찰청의 관할지를 기준으로 하되, 해양경찰, 군, 수용시설 등 지역 구분이 모호한 기관에서 의뢰한 법의부검 사례는 제외하고 남은 41,731건에 대해서만 분석하였다. 지역별 부검건은 서울 6,850건, 인천 3,129건, 경기 12,451건, 광주 1,427건, 전남 1,526건, 전북 1,211건, 대전 1,036건, 충남 2,843건(세종 포함), 충북 2,548,

경북 1,877건, 대구 1,662건, 강원 1,400건, 부산 1,589건, 경남 1,996건, 울산 186건이었다. 세종의 경우 2020년부터 지역 경찰청이 따로 분리되었으나 다른 지역과의 비교를 위해 충남에 포함하였다.

또한, 세부 부검 정보를 바탕으로 부검 전 결핵 병력이 확인된 사례와 부검 중 결핵이 진단된 사례를 분석하였다. 추가로 부검 중 결핵이 진단된 사례에서 사망 원인과 결핵의 형태에 대하여 분석하였다. 사망 원인에 따른 분류는 결핵, 결핵 외 질환(심장질환, 간질환 등), 외인사(외상, 중독 등), 불명으로 구분하였다. 그리고 결핵의 형태에 따른 분류는 폐결핵, 좁쌀결핵(파종성 결핵), 폐외결핵, 비정형 결핵으로 구분하였다.

이 연구는 헬싱키 선언에 따라 수행되었으며, 국립과학수사연구원의 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board)의 승인을 받았다(906-230131-BR-011-01/approved 31 January 2023).

2. 법의부검에 적용된 결핵의 진단 기준

시체의 결핵 진단은 조직의 육안 검사, 조직 병리검사, 항산 염색(acid-fast stain) 검사, 분자진단검사 등을 이용하여 부검 자격을 갖춘 법의의사에 의해 결정되었다. 여기서 부검 자격을 갖춘 법의의사라 함은 국립과학수사연구원에 소속된 법의의사와 국립과학수사연구원에서 법의학 감정을 위촉한 의사를 말한다. 부검 중 시체 조직의 육안검사에서 결핵성 결절 등의 병변을 확인하였고(Fig. 1A), 병변 조직을 포르말린 고정 후 hematoxylin and eosin으로 염색, 현미경으로 결핵의 특징적인 병리 변화를 관찰하였다(Fig. 1B). 항산염색 검사로 항산성균을 검출하였으며(Fig. 1C), 실시간 핵산증폭검사(real-time polymerase chain reaction)를 이용하여 결핵균을 검출하였다(Fig. 1D). 반면 임상에서 결핵진단의 기준으로 사용되는 배양 검사법은 부검시설에 생물안전 3등급 실험실이 갖추어 있지 않아 시행되지 못하였다. 본 연구에 포함된 결핵 사례들은 앞서 소개된 모든 검사법이 적용된 것이 아니며, 법의 의사가 판단하여 필요한 검사만 선택적으로 실시하였다.

3. 통계분석

Microsoft Excel (Microsoft Co., Redmond, WA, USA) 프로그램으로 결핵 사례를 분류 정리하였고, 그래프는 GraphPad Prism software 5.02 (GraphPad Software Inc., Boston, MA, USA)를 이용하여 표현하였다.

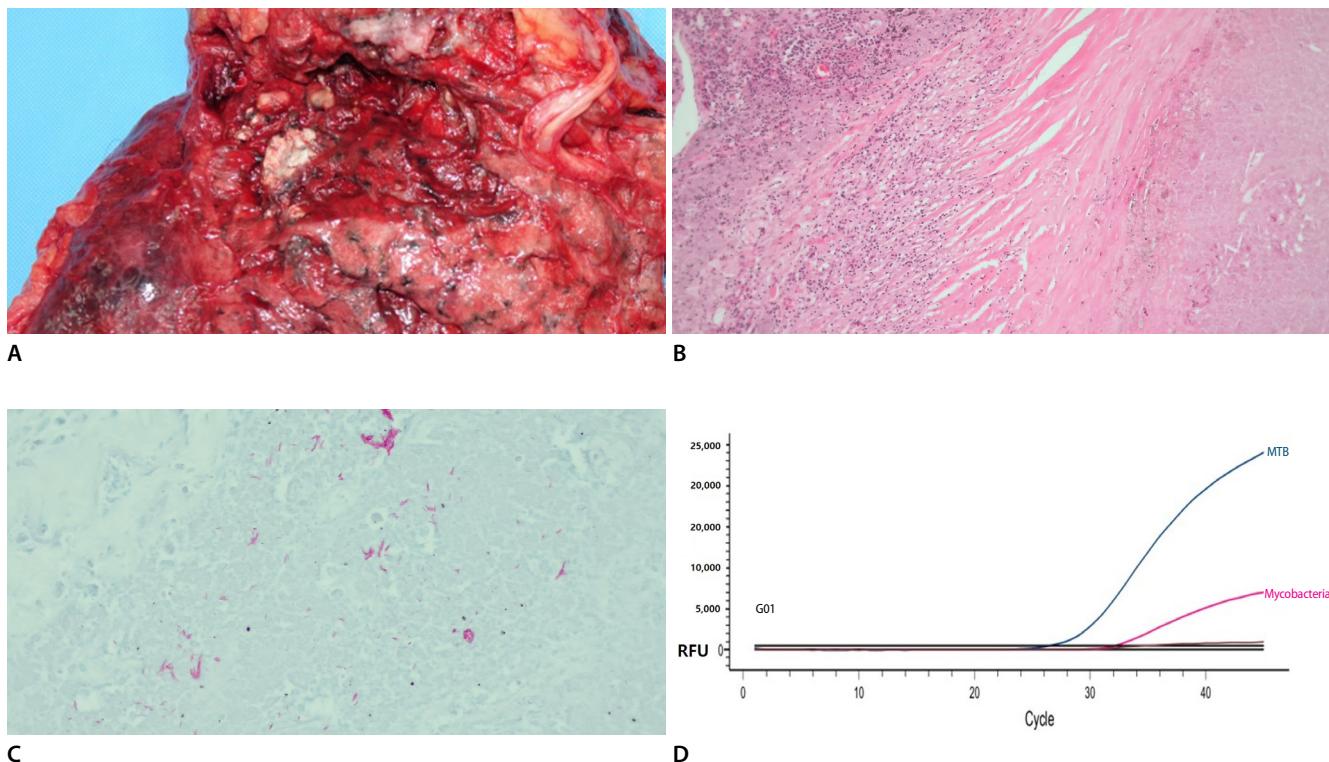


Fig. 1. Autopsy diagnoses of tuberculosis are based on fibrocalcified pulmonary nodules in gross examination (A), caseous necrosis with granulomatous inflammation (H&E, $\times 100$) (B), *Mycobacterium* confirmed by acid-fast staining (Ziehl-Neelsen stain, $\times 400$) (C), and *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) detected by real-time polymerase chain reaction in formalin-fixed paraffin embedded tissues (D).

결 과

2019년부터 2023년까지 5년간 전체 부검에서(Fig. 2A) 결핵 사례는 195건(0.45%)이었으며, 사망 원인이 결핵인 사례는 114건(0.26%)이었다. 연도별로 결핵 사례를 분석한 결과 2019년 51건(0.59%), 2020년 33건(0.36%), 2021년 47건(0.53%), 2022년 32건(0.38%), 2023년 32건(0.39%)으로 나타났고, 사망 원인이 결핵인 사례는 2019년 31건(0.36%), 2020년 21건(0.23%), 2021년 30건(0.34%), 2022년 19건(0.23%), 2023년 13건(0.16%)으로 확인되었다. 법의부검의 결핵 유병률 및 사망률은 2019년이 가장 높았으며, 이후로 약간 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2B).

지역별 결핵 사례 분석에서는 서울 41건(0.60%), 인천 23건(0.74%), 경기 54건(0.43%), 광주 3건(0.21%), 전남 4건(0.26%), 전북 3건(0.24%), 대전 3건(0.29%), 충남 6건(0.21%), 충북 11건(0.43%), 경북 10건(0.53%), 대구 7건(0.42%), 강원 5건(0.36%), 부산 10건(0.63%), 경남 9건(0.45%), 울산 1건(0.54%)으로 확인되었다. 인천 지역의 지역별 결핵 유병률이 0.74%로 가장 높았다(Fig. 2C).

연령별 및 성별 분석에서는 결핵 사례가 전체 남성부검건 31,137건 중 159건(0.51%), 전체 여성부검건 10,923건 중 36

건(0.33%)이었다. 남성의 결핵 유병률이 여성보다 높았다 (Fig. 2D). 결핵 사례 중 50대 남성이 58건으로 가장 많았으며, 여성의 경우 특정 연령대에 집중되는 경향이 상대적으로 적었다(Fig. 3A). 국적별 분석에서는 내국인과 외국인은 각각 182건(93.33%), 13건(6.67%)으로 조사되었다(Fig. 3B).

본 연구에서는 부검 전 수사관이 제시하는 결핵 병력 정보와 부검에서 결핵이 진단된 사례에 대하여 비교 분석하였다. 전체 195건의 결핵 사례 중, 141건에서 결핵에 대한 사전 정보 없이 부검이 진행되었고, 결핵 치료 이력이 제시되거나 과거 결핵 감염력이 제시된 사례는 54건에 불과했다. 결핵 병력 정보가 제시된 54건의 부검 중 15건에서는 부검에서 결핵이 진단되었으나, 나머지 39건에서는 결핵이 진단되지 않았다. 결핵이 진단되지 않은 39건 중 28건은 부검 검사에서 결핵 음성으로 확인되었고, 나머지 11건은 시체의 부패로 인해 결핵 병변을 확인할 수 없어 진단이 불가능했다(Table 1).

부검에서 결핵이 진단된 156건(결핵 사례 195건 중 결핵 병력이 있었으나 진단되지 않은 39건을 제외)을 사망 원인과 결핵의 형태로 분류하였다. 결핵이 진단된 사례 중 사망 원인 분류에서 결핵이 114건(73.08%)으로 가장 큰 비중을 차지하였고, 결핵 외 질환이 사망 원인인 사례는 28건(17.95%)이었다. 그리고 외인사는 6건(3.85%), 불명인 사례가 8건(5.13%)

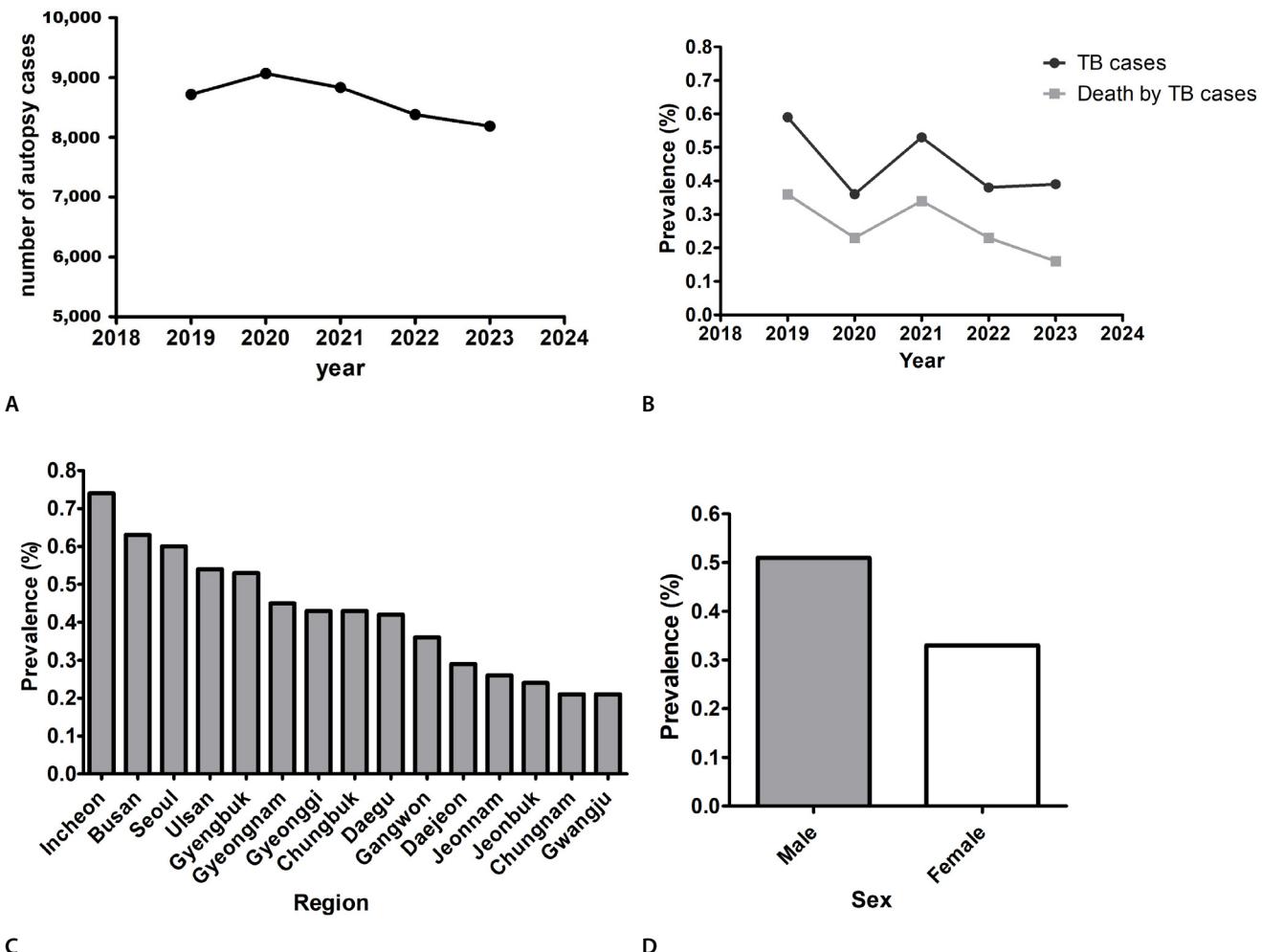


Fig. 2. Annual total autopsy cases (A) and prevalence tuberculosis (TB) in forensic autopsies (B), region (C), and sex (D).

Table 1. Classification of cases notified with TB history before autopsy

Medical history prior to autopsy	Autopsy diagnosis	No. (%)
TB diagnosed (n=54, 27.7%)	TB positive	15 (27.8)
	TB negative	28 (51.9)
	Undetermined	11 (20.4)
TB not diagnosed (n=141, 72.3%)	TB positive	141 (100)
	TB negative	0
	Undetermined	0
Total		195

TB, tuberculosis.

으로 나타났다. 불명인 사례 8건은 결절 등 결핵병변이 발견되었으나 모두 부패시체라 감별진단이 어려워 사망 원인을 불명으로 판단하였다(Fig. 4A). 결핵의 형태 분류에서 폐결핵은 126건(80.77%)으로 가장 많은 형태였으며, 중증결핵 형태

인 좁쌀결핵 사례가 24건(15.38%)으로 확인되었다. 폐가 아닌 다른 장기에 감염된 형태인 폐외결핵은 2건(1.28%)이었고, 비정형 결핵 사례는 4건(2.56%)이었다(Fig. 4B).

고 찰

2020년 코로나바이러스감염증-19 (coronavirus disease 2019)의 대유행을 거치면서 감염병 전파 방지에 대한 관심이 높아졌으며, 법의부검에서도 감염병 전파 위험을 방지하기 위한 다양한 예방 조치가 제안되었다[6]. 하지만 아직까지 국내 법의부검에서 시설 및 장비, 제도 등의 한계로 인해 부검 종사자들의 감염병 노출 위험이 지속되고 있다. 특히, 결핵에 대한 부검 종사자들의 감염 위험이 높다. 국립과학수사연구원에 신고된 부검 종사자의 재해 발생 사례(2015~2023년)를 조사한 결과, 감염병으로 인한 신고는 5건이었으며 모두 결핵 감염이었다. 그리고 부검 업무를 수행하는 종사자들에게 감

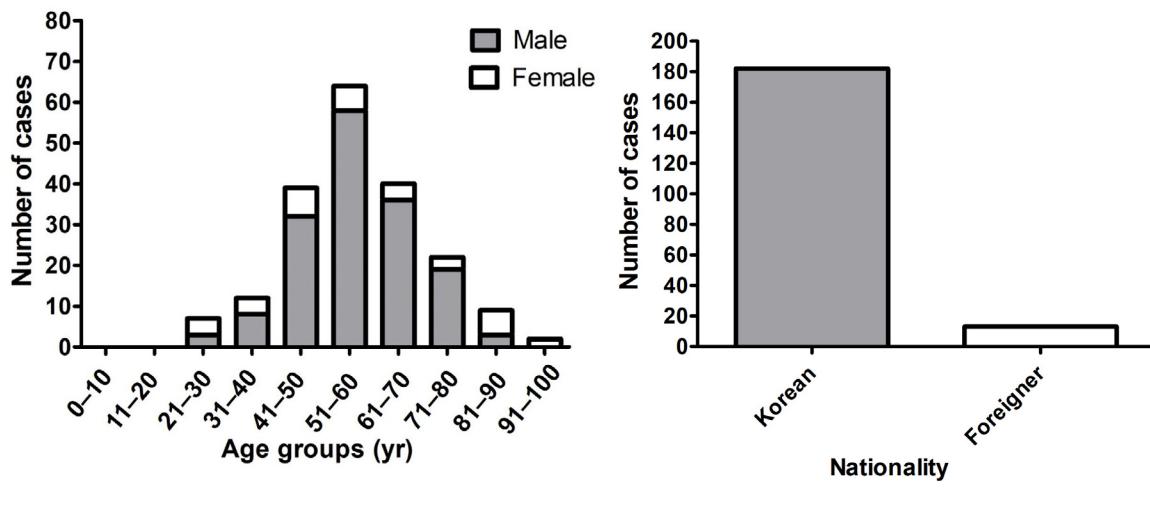


Fig. 3. Age-sex distribution (A) and nationality (B) of tuberculosis cases in forensic autopsies.

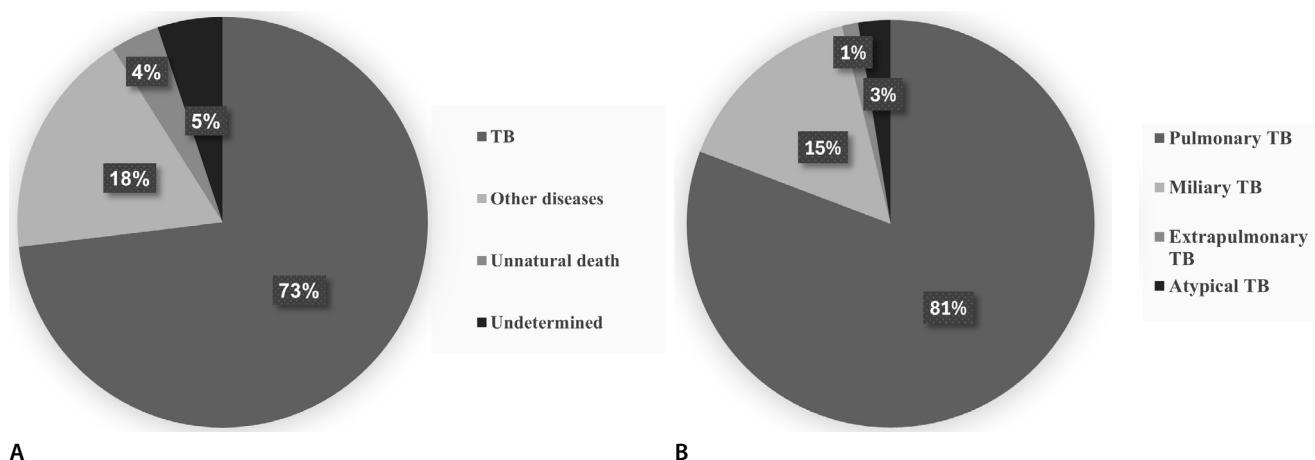


Fig. 4. Distribution of the cause of death (A) and type of tuberculosis (TB) (B) among TB cases in forensic autopsies.

염될 위험을 종합적으로 평가한 연구에 따르면, 결핵은 다른 감염병보다 전파될 가능성이 더 높은 것으로 나타났다[7]. 또한 결핵은 사망 후 오랜 시간이 지난 시체에서도 전파될 가능성이 있다, 실제로 사망한 지 3개월이 지난 심하게 부패한 시체에서도 결핵균이 검출되어 배양된 사례가 보고되었다[8].

결핵은 국가 제2급 법정 감염병으로 지정되어 있으며, 신고, 격리, 검사 및 치료가 의무화되어 있다. 결핵 확진 시 의료기관은 24시간 이내 당국에 신고해야 한다[9]. 그러나 법의부검에서는 시체에서 결핵이 진단되더라도 감염 신고가 의무화되어 있지 않다. 소수의 법의 의사에 의해 신고되고 있지만 전체적인 관리는 부족한 실정이다. 대만의 경우 2012년에 Taiwan Med-X 기관을 설립하여 법의부검에서 결핵과 같은 감염병 질환에 대해 감시 관리하고 있다[10]. 국내에서도 지속적인 관심이 필요하며, 법의부검에서 확인된 결핵 사례에

대한 체계적인 관리가 필요하다.

본 연구에서는 2019년부터 2023년까지 5년간 법의부검에서 결핵 사례를 분석하여 결핵 유병률, 사망률, 병력 정보의 제공 여부와 부검에서의 진단 결과를 확인하였다. 연구 결과, 전체 법의부검 중 결핵 사례는 0.45%였고, 사망 원인이 결핵인 사례는 0.26%로 나타났다. 또한, 법의부검에서의 결핵 유병률은 2019년에 가장 높았고, 이후 다소 감소하는 경향을 보였으며, 지역별로는 인천 지역에서 가장 높은 유병률(0.74%)을 기록하였다. 연령별 및 성별 분석 결과, 법의부검에서의 결핵 유병률은 남성이 여성보다 높았으며, 50대 남성에서 가장 많은 결핵 사례를 확인하였다. 그리고 결핵 사례 중 외국인의 비율은 6.67%로 전체 법의부검에서 외국인이 차지하는 비율인 4.8% [11]보다 약간 높았다.

본 연구에서는 사전 결핵 병력 정보와 부검에서의 결핵 진

단 결과를 비교 분석하였다. 법의부검에서는 부검 전 수사관이 현장조사를 통해 시체의 병력 정보를 수집한다. 결핵과 같은 전염병의 병력 정보를 사전에 파악하는 것은 부검 종사자들의 안전을 위해 중요한 절차이다. 결핵 사례 중 결핵에 대한 사전 정보 없이 부검이 진행된 경우가 141건(72.3%)이었고, 수사기록에서 결핵 병력 정보가 제공된 사례는 54건(27.7%)에 불과했다. 결핵 병력이 제시된 54건 중 39건에서는 부검에서 결핵이 진단되지 않았으며, 그 중 28건은 결핵 음성으로 확인되었고, 11건은 시체의 부패로 인해 병변을 확인할 수 없었다. 이는 많은 법의부검의 결핵 사례에서 사전 정보 없이 부검 종사자들이 결핵에 노출될 위험이 있음을 시사한다. 또한, 수사관이 조사한 결핵 병력 정보의 정확성이 낮고 예측력이 부족한 경우가 많다는 점을 보여준다.

사망 원인 분석에서는 결핵이 사망 원인으로 확인된 사례가 114건(73.08%)으로 가장 많았으며, 결핵 외 질환이나 외인사, 불명으로 분류된 사례들도 있었다. 특히 불명으로 분류된 8건은 모두 부패 시체로, 결핵 병변이 발견되었으나 사망 원인을 확정할 수 없었던 경우였다. 이는 부패한 시체에서 결핵의 정확한 진단이 어려울 수 있음을 보여준다. 결핵의 형태별로는 폐결핵이 80.77%로 가장 흔한 형태였으며, 중증 결핵인 좁쌀결핵이 15.38%로 나타났다. 폐외결핵은 1.28%, 비정형 결핵은 2.56%로 드물게 발생하였다.

반면, 본 연구에는 한계점이 존재한다. 국내 법의부검에서는 사망 원인을 찾는 것이 목적이기 때문에 사망 원인에 영향을 주지 않는 결핵 감염인 경우 결핵 감염을 보고하지 않거나 감정정보관리시스템에 기록되지 않는 사례가 있을 수 있다. 이로 인해 본 연구의 결과가 실제 법의부검의 결핵 유병률보다 낮게 조사되었을 것으로 추정된다. 그리고 부검 전 조사된 시체의 결핵 병력정보도 감정정보관리시스템에 기록된 부분만 확인할 수 있어서 누락된 사례가 있을 수 있다. 이러한 한계점에도 불구하고 이번 연구는 국내 최초 법의부검의 결핵 유병률 보고라는 점에서 의미가 있다고 생각한다.

결론적으로, 본 연구는 법의부검에서 결핵 병력 정보의 제공이 부검 종사자들의 안전을 위한 중요한 절차임을 강조하며, 결핵의 유병률과 사망률을 평가하는 데 중요한 자료를 제공한다. 이를 바탕으로 결핵 병력 정보의 정확한 전달과 감염 예방조치의 필요성을 확인할 수 있었다. 법의부검의 결핵 감염관리는 중요한 문제이며, 더 많은 관심을 기울여야 한다. 이번 연구가 기초자료로 활용되어 국내 법의부검의 결핵 감염관리 개선에 도움이 되길 기대한다.

ORCID: Kyunghong Lee: <https://orcid.org/0000-0002-6964-4168>; Jong-Pil Park: <https://orcid.org/0000-0002-6525-3012>; Kiha Kim: <https://orcid.org/0000-0002-1276-6228>; Junghye Lee: <https://orcid.org/0000-0001-8454-4360>

6525-3012; Kiha Kim: <https://orcid.org/0000-0002-1276-6228>; Junghye Lee: <https://orcid.org/0000-0001-8454-4360>

Conflicts of Interest

Jong-Pil Park, a contributing editor of the Korean Journal of Legal Medicine, was not involved in the editorial evaluation or decision to publish this article. All remaining authors have declared no conflicts of interest related to this study and its publication.

Acknowledgments

This work was supported by National Forensic Service (NFS2024MED05), Ministry of the Interior and Safety, Republic of Korea.

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. Nolte KB, Muller TB, Denmark AM, et al. Design and construction of a biosafety level 3 autopsy laboratory. *Arch Pathol Lab Med* 2021;145:407-14.
4. Wilkins D, Woolcock AJ, Cossart YE. Tuberculosis: medical students at risk. *Med J Aust* 1994;160:395-7.
5. Sangma MM. Prevalence of tuberculosis in medicolegal autopsies. *Salud(i)Ciencia* 2019;23:454-66.
6. Kim MY, Cheong HR, Kim HS, et al. Proposal of the autopsy guideline for infectious diseases: preparation for the post-COVID-19 era. *Korean J Leg Med* 2020;44:54-75.
7. Geoffray L, Tuchtan L, Piercecchi-Marti MD, et al. Post-mortem transmission risk of infectious disease: a systematic review. *Leg Med (Tokyo)* 2024;71:102530.
8. Unuma K, Watanabe R, Hirayama N, et al. Autopsy identification of viable *Mycobacterium tuberculosis* in the lungs of a markedly decomposed body. *J Forensic Sci* 2020;65:2194-7.
9. Korea Disease Control and Prevention Agency. 2024 Case definitions for national notifiable infectious diseases [Internet]. Chungju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024 [cited 2025 Mar 10]. Available from: <https://kdca.go.kr/board>.
10. Hu HY, Wei SY, Wu TY, et al. Tuberculosis surveillance in Taiwan forensic autopsy cases: a retrospective analysis of 71 cases from 2012 to 2017. *Am J Forensic Med Pathol* 2019;40:117-21.
11. Kim K, Choi M, Kim M, et al. Statistical analysis of medicolegal autopsy of migrant workers in Korea. *Korean J Leg Med* 2023;47:163-70.