



## 의료기관의 결핵관리와 제거 활동

유시내<sup>1</sup> · 김태형<sup>2</sup> · 한수하<sup>3</sup> · 김양기<sup>4</sup>

순천향대학교 천안병원 감염내과<sup>1</sup>, 순천향대학교 서울병원 감염내과<sup>2</sup>, 순천향대학교 간호학과<sup>3</sup>, 순천향대학교 서울병원 호흡기내과<sup>4</sup>

## Institutional Tuberculosis Control and Elimination Program

Shi Nae Yu<sup>1</sup>, Tae Hyong Kim<sup>2</sup>, Su Ha Han<sup>3</sup>, Yang-Ki Kim<sup>4</sup>

Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, Soonchunhyang University Cheonan Hospital<sup>1</sup>, Cheonan, Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, Soonchunhyang University Seoul Hospital<sup>2</sup>, Seoul, Department of Nursing, College of Medicine, Soonchunhyang University<sup>3</sup>, Cheonan, Division of Respiratory Medicine, Department of Internal Medicine, Soonchunhyang University Seoul Hospital<sup>4</sup>, Seoul, Korea

Received May 2, 2023

Revised May 14, 2023

Accepted May 17, 2023

Corresponding author:

Tae Hyong Kim

E-mail: geuncom@schmc.ac.kr

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0003-2920-9038>

Corresponding author: Su Ha Han

E-mail: jasmin720@sch.ac.kr

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0001-8181-1195>

The tuberculosis burden in Korea was previously disastrous; however, the efforts of the health authorities have led to significant improvement. In particular, policies have been set to accommodate the current medical system, where private hospitals have become dominant in the private-public mix. Additionally, healthcare workers in medical institutions are currently being screened and treated for latent tuberculosis. Paradoxically, the COVID-19 pandemic response has led to improvements in the problem of insufficient negative pressure isolation facilities. Technological advancements in microbiological and radiological diagnosis have also reduced the time to diagnosis of tuberculosis. In Korea, more aggressive strategies for contact investigation are currently being tested, with the future goal of eliminating tuberculosis.

**Key Words:** Tuberculosis, Latent tuberculosis, Infection control, Health personnel

### Introduction

우리나라의 결핵은 한국전쟁 후 인구 10만명당 400명이 사망한다고 추정되었을 만큼 과거엔 질병 부담이 높았다[1]. 1995년도까지의 대한결핵협회 보고에 따르면 1962년부터 보건당국은 지역보건소 등 공공의료기관 중심의 효율적인 “집단치료(mass treatment)”를 적극적으로 해온 결과 항산균 도말양성률이 처음 국가 차원의 결핵 통제가 시작된 1965년부터 1995년 사이에 매년 5.1%씩 감소하였다[2]. 그러나 공공의료기관보다는 대학병원과 민간병원이 경쟁적으로 늘어나면서, 과거에 비해서 더 진보된 의료 환경임에도 불구하고 검사결과 확인, 환자들의 순응도 관리, 의료기관의 감염관리에 있어서는 역설적으로 더 행정적 취약함이 나타났다. 예를 들면 보건소는 담당자가 모든

결핵환자의 배양결과나 순응도를 행정적으로 관리하였지만 민간병원은 큰 규모의 우월한 진료 환경에서도 결핵 진단검사, 결핵약 복용 순응도만을 관리하는 담당자가 없었기 때문에 결핵 진단의 지연, 치료 누락의 문제가 발생할 수 있다. 또한 의료기관내 결핵노출 상황의 대처 또한 여전히 미흡하다. 미래의 병원은 결핵의 관리를 위해서 더 많은 다학제적인 노력과 병원내 전파를 막기 위한 더 치밀한 감염관리를 요구한다[3]. 2011년 확대시행된 결핵의 민간 공공협력사업(Private-Public Mix, PPM)은 결핵관리전담간호사를 민간병원에 파견하여 결핵환자를 관리하였다. 2017년부터는 국가적으로 잠복결핵검사와 치료대상을 정하여 의료기관 결핵관리의 수준을 높였다. 전통적으로 우리나라 의료기관의 호흡기 감염원에 대한 감염관리의 표지자는 결핵이었다고 해도 과언이 아닐 만큼 결핵을 겨냥



한 감염관리가 다른 호흡기감염원에 대한 감염관리에 있어서도 유효하였지만, 코로나19 범유행 이후 전 지구적인 음압격리병상의 중요성 인지와 시설확보의 노력 덕분에 의료기관내 결핵감염관리에 있어서도 이제는 제거와 관리라는 단계를 말할 수 있게 되었다. 그러나 환자의 수는 감소하였음에도 여전히 경제적으로 선진국 임에도 발생률이 높다는 질병부담이 있고[4], 감염병 중에서는 사망률이 높아서 결핵제거를 위한 노력은 여전히 진행형이다. 우리는 국내 의료기관의 결핵 원내전파를 최소화하기 위한 최선의 고민들에 대해서 논할 것이다.

### 의료기관내 결핵위험과 잠복결핵의 선제적인 치료

결핵은 감염관리의 대상이 되는 다른 호흡기 감염원과 달리 노출로 인한 발병이 있기까지 수개월에서 수년의 잠복기가 있기 때문에 접촉자 조사로 시작되는 의료기관내 감염관리가 쉽지 않다. 또한 결핵은 어린시절 호흡기 경로로 균이 유입되어 1차 폐렴 이후 폐 내 잠복했다가 성인기에 폐렴으로 재활성화되는 전통적인 폐간(Lung to lung) 감염모델보다는 초감염 폐렴과 동시에 림프계에 감염되어 있다가 다시 성인기에 림프계에서 폐로 전이되는 림프계 감염모델이 더 유력하게 제시되고 있다[5]. 결핵이 폐의 질환이거만 했다면 여러 장기에 결핵이 발병하는 이유나, 폐 침범 부위도 어린시절 1차 림프샘염 부위와 다른 부위에 침범하는 것을 설명할 수 없다. 그러한 배경 때문에 노출 후에는 흉부X선뿐 아니라 고위험군의 잠복결핵의 검사가 결핵 감염관리의 지표가 될 수밖에 없고 결국은 2017년부터 의료종사자(집단시설 종사자)도 다른 취약군과 함께 정부의 잠복결핵검진의 강화 정책에 의해서 정기적인 잠복결핵 검사를 받게 되었다[6,7]. 우리나라 대학병원에 근무하는 의료종사자 중 결핵의 유병률은 2000년대 초반 0.72%이고 발병률은 1,000명·일당 7.23명이었고 의사보다는 간호사가, 특히 결핵관련 부서 근무자의 위험이 높았다[8]. 국가적인 결핵의 질병부담은 줄고 있더라도 과거에 비해서 결핵의 진단수단이 더 민감해졌기에 더 일찍 진단이 되고 있고 병원에 근무한다는 것은 여전히 기관지경, 기도삽관 등 에어로졸 생성기술에 의한 결핵전파의 고위험 환경에 노출을 의미한다[9]. 2017년 의료기관 종사자의 잠복결핵감염 검진결과 잠복결핵감염 양성률은 17.5%였으며, 2017-2018년 국가 잠복결핵 코호트 분석결과에 따르면, 명확한 최근 접촉력이 없더라도 인터페론감마 분비검

사(interferon-gamma releasing assay, IGRA) 양성자는 음성자에 비해 활동성 결핵 발생률이 약 16.4배 더 높았다[10,11]. 질병관리청은 의료종사자의 결핵예방과 관리를 목적으로 2016년 처음 소개하였던 “의료기관 결핵관리 안내” 지침서를 2022년 7월 3차 개정하였고 결핵검진의 대상자를 의료인, 기관내 모든 종사자, 고용형태와 무관하게 의료기관자의 지휘, 감독 아래 있는 파견, 도급, 용역 종사자로 구체적으로 정의하였고 잠복결핵검진의 권고수준을 강화하였다.

질병의 위험인자를 알기 위해서 위험인자별로 질병을 유발하는 실험을 할 수 없기 때문에 관찰연구만 허용되고 그나마도 전향적 코호트보다는 후향적 증례-대조군 연구를 통한 오즈비(odd ratio, OR)만을 구하지만 결핵은 여러 나라에서 관심을 가지고 코호트를 구축한 덕분에 잠복결핵 양성상황에서 발병률의 상대위험(relative ratio, RR)까지도 잘 알려져 있다[12]. 그 결과 HIV 감염, 정맥주사약물 오남용자, 규폐증, 과거결핵의 영상소견, 저체중 등이 결핵 발병의 상대위험이 높기에 더 관심있게 감시해야 한다. 전통적으로 의료종사자들도 결핵에 노출되는 기회가 많기 때문에 잠복결핵 획득을 할 위험이 높으나 스크리닝 되었거나 노출 후 조사로 확인된 건강한 무증상 의료종사자들을 설득해서 잠복결핵을 치료하는 일도 쉬운 일은 아니다. 한 대학병원 조사에 따르면 전체 1,538명 중 IGRA 검사를 받은 1,379명의 직원 중 13.6%가 양성으로 확인되었고 그 중 73.3%만 치료를 받았으니, 진단과 치료의 모든 과정에서 어느 정도의 저항이 있음을 알 수 있다[13]. Isoniazid 9개월 요법(9H)에 비해서 isoniazid와 rifampin 3개월 병합요법(3HR)의 치료 완결률이 더 높았고 가장 흔한 이상반응은 간독성(5.1%)이었고 드물지만 혈소판감소증, 아나필락시스 쇼크도 각각 1예씩 있었기 때문에 건강한 대상군의 약물치료라고 하더라도 세심한 모니터링이 필요하다. 우리나라 의료종사자 잠복결핵 코호트에서는 젊은 의료진, 의사가 상대적으로 잠복결핵 치료에 잘 따르지 않는 편이었다[14]. 다른 나라도 막상 의료진들의 잠복결핵 치료 수용률은 39%로 매우 낮았다[15]. 현행 결핵 진료 지침은 잠복결핵감염 미치료자의 경우 관련 증상이 있을 경우 결핵 검사를 받도록 하고 정기적인 결핵증상 모니터링과 검진을 철저히 하도록 권고한다[16].

## 진단의 지연 때문에 증폭되는 의료기관내 결핵노출 문제의 해법

결핵의 의료기관 감염관리는 매우 어렵다. 먼저 결핵감염은 증상도 다양하고 흉부X선검사에서도 “천의 얼굴을 가지고 있다”는 말이 있을 정도로 경험이 있는 전공자들도 첫 진료나 검사로 진단할 수 없는 경우가 종종 있다. 또한 결핵의 진단은 흉부X선이나 항산균도말검사, 결핵균 핵산 증폭검사(polymerase chain reaction, PCR) 또는 실시간 증합효소연쇄반응검사(X-pert MTB/RIF) 양성만으로 단순하게 이뤄지지 않는다. 활동성 결핵은 수주 이후 보고되는 결핵균 배양결과, 순차적인 흉부X선이나 CT 등 정밀한 영상 평가를 기반으로 한 의사의 판단 등으로 지연되어 진단될 수 있다. 결핵은 의심만으로도 의료기관의 선제적 리가 권고됨에도 불구하고 진단이 지연되거나 심지어 검사 결과도 늦게 인지되는 일은 수준 높은 진료를 제공하는 대학병원이나 상급병원에서도 피할 수 없는 일이다[16]. 이러한 일은 또한 호흡기내과 외의 모든 진료과에서도 발생할 수 있기 때문에 체계적인 노력을 하지 않을 경우 의료기관은 엄청난 수의 접촉자를 조사하고 대처해야 하는 난관에 빠진다. 한 관찰연구에 따르면 결핵환자의 격리가 입원 3일 이후로 지연되는 것은 고령, 호흡기내과나 감염내과가 아닌 진료과 입원, 악성종양과 의미있게 관련성이 있었다[17]. 영상의학적으로도 진단이 지연되는 경우는 비전형적인 소견이 있거나 기존의 폐실질 병리가 있는 경우와 관련이 있다고 알려졌다[18]. 고령, 악성종양환자들, 기저 폐질환자라면 결핵이 있더라도 증상을 호소하지 못하거나 의사가 영상검사 등으로 쉽게 초기에 인지하기 어려운 경우가 많은데 특히 결핵전공이 아닌 진료과에서도 결핵이 진단될 수 있다는 것이 여전히 어려운 점이다. 2007년부터 일개 대학병원에서는 감염내과 의사, 호흡기내과 의사, 진단검사의학과 의사, 가정의학과 의사, 전산 담당자, 임상병리사, 결핵관리전담간호사로 구성된 “순천향 결핵관리/제거위원회(Soonchunhyang Control and Elimination of Tuberculosis, SCET)”를 조직하여, 1) 결핵균 배양양성 결과에 대해서 처방한 의사에게 문자 메시지를 자동발송하고, 2) 결핵양성 결과 이후 2개월이내 결핵 처방이 이뤄지지 않은 환자에 대해서 우선적으로 주치의, 이어서 환자에게 직접 연락하고, 3) 결핵환자들의 복용 순응도와 진료 일정을 확인하는 활동을 하였다. 그 중재의 결과로 결핵약 복용률이 83.6%에서 94.5%로 상승하였고 치료시작일 까지 소요기간이 22.9일에서 5.6일로 단축되었으며 치료

완료율이 57.4%에서 69.1%로 개선되었다. 같은 시기에 시범사업에 이어 2011년부터 정부의 결핵 민간공공협력사업(Private-Public Mix, PPM)이 시작되었다. 2022년 현재 184개 기관이 참여하고 책임사업자, 결핵관리전담간호사 중심으로 국가결핵관리지침에 의한 사업을 담당하여 결핵환자의 82.1%를 맡고 있다. PPM 사업 이후 10년만에 신규 결핵환자 발생이 53.6% 줄었다. PPM 사업에 의해서 대부분의 의료기관에서 결핵환자들의 진단과 치료가 개선되었지만 여전히 진단의 지연과 치료의 누락을 최소화하여 노출자를 줄이려는 노력은 진료 현장에서 지속되어야 한다.

## 의료기관내 접촉자 조사

[국가결핵관리지침]에 따르면 접촉자란 지표환자(index patient)와 밀폐된 실내공간에서 접촉한 적이 있는 사람을 의미하고 접촉 정도에 따라서 1) 가족접촉자(household contact): 지표환자가 결핵치료를 시작하는 시점을 기준으로 3개월 이전부터 같은 공간에서 생활하거나 주기적으로 접촉한 가족과 동거인, 2) 밀접접촉자(close contact): 가족접촉자가 아닌 사람 중 지표환자와 같은 밀폐된 실내공간을 사용하며 장시간 동안 직접 접촉한 적이 있는 접촉자, 3) 일상접촉자(casual contact): 접촉자 중 가족접촉자 또는 밀접접촉자가 아닌 접촉자로 분류한다. 접촉자를 정의함에 있어서 지표 환자로부터 전파감염성이 있는 시기는 지표환자의 결핵 증상, 객담 항산균도말양성, 폐 공동, 어느 하나의 소견이 최초로 확인된 시점의 3개월 전부터다. 이 모든 소견이 하나도 없다면, 호흡기 결핵으로 의심된 시점에서 4주 전부터다[19]. 진단이 늦어질수록 이 기간에 발생한 밀접접촉자들의 수는 많아질 수밖에 없다. 과거 오랜 관찰에서 가족간의 전파는 항산균 도말양성 지표 환자 기준으로 20.2%였는데 친구, 친척, 직장동료처럼 가족이 아닌 접촉상황은 무시할만한 위험이었기 때문이다[20]. 요양시설 입소자(의료기관 포함), 기숙사 사용자 등은 접촉자 분류 정의로 “가족접촉자”에 포함시킬 수 있지만 집단시설(의료기관 포함)의 밀접접촉자에 포함하여 조사한다. 밀접접촉의 “장시간”은 하루에 연속으로(또는 매일) 8시간 이상 접촉하거나 누적시간으로 40시간 이상 접촉한 경우이다. 현장조사 등의 결과에 따라서 기준시간 이하의 접촉자도 밀접접촉자에 포함 가능하다. 유럽 전문가들의 의견에 따른 밀접접촉의 “장시간”은 지표환자가 항산균 도말양성인 경우는 누적 8시간 이상, 도말음성이며 배양양성일 경우는 누적 40시간 이상일 경우라고 더 친절하게 정의하기



도 한다[21]. 이는 도말음성 지표환자의 상대적 전파율은 도말양성에 비해서 0.22 (95% 신뢰구간 0.16-0.3)인 것 등의 관찰결과에 근거한다[22]. 접촉자의 기저질환이 후천성면역결핍바이러스 감염, 고형장기이식, 규폐증, 공장-회장 우회술, 만성콩팥병, 혈액종양, 스테로이드 또는 TNF (tumor necrosis factor) 길항제 사용자일 경우 결핵전파의 상대위험이 높다[12].

### 더 엄격한 의료기관내 접촉자 관리를 위한 노력들

결핵을 의심하지 못했던 환자나 의료종사자가 의료기관 내에서 결핵이 확진 될 경우 관리 대상 접촉자의 범위는 많아질 수밖에 없다. 과거 결핵의 유병률이 높았던 시절에는 가정 또는 지역사회에서 결핵노출 기회가 더 많았으나 지금은 만일 의료기관에서 결핵에 노출되었다면 그것이 유일한 결핵노출 사건일 가능성이 높기 때문에 의료기관도 더 많은 책임감을 가지고 숨김없이 접촉자 조사를 엄격하게 해야 한다. 그러나 그 결과 반감지 않는 노출소식을 의료기관의 감염관리 전담자로부터 사실 그대로 고지받게 되는 환자나 환자 보호자, 병원방문자와 의료종사자들의 충격과 분노는 상당할 수밖에 없고 응대하는 감염관리실 근무자들의 업무에 있어서 정신적인 고충은 이만 저만이 아니다. 그렇기 때문에 접촉자에 대한 관리를 어느정도 접촉수준까지 할 것인지, 흉부X선까지만 할 것인지, 잠복결핵감염검사까지 할 것인지 매우 어려운 결정을 해야 한다. 한 기관에서는 모든 밀접접촉을 한 환자, 보호자, 방문자에게 노출 직후와 3개월 후 병원 부담으로 흉부X선 스크리닝을 권고하였고 밀접접촉을 한 의료종사자는 노출 직후와 3개월 흉부X선과 잠복결핵 검사를 모두 강행하는 당시 우리나라 상황에서 가장 강경한 수준의 접촉자 관리를 시작하였다[23]. 그 기관내 총 24건의 예기치 못한 상황에서 결핵 진단에 대해서 1,057명을 접촉자 조사를 하였고 528명이 밀접접촉상황으로 분류되어서 그 중 흉부X선 근거로 결핵이 진단된 사례는 한 건도 없었으나 98명의 잠복결핵검사를 받았던 잠복결핵 음성 의료종사자 중 9.2%가 잠복결핵 양성이 되었다. 이러한 결과를 볼 때 모든 결핵의 밀접 접촉은 비록 활동성 결핵으로 발현하지 않더라도 결핵감염의 중요한 위험이다. 국가결핵관리지침은 1) 결핵 발병 때 집단 내 전파 위험 등 파급 효과가 큰 집단시설 종사자, 2) 결핵발생의 우려가 높아 잠복결핵감염 검진이 필요하다고 지자체장이 인정하는 자, 3) 전염성 결핵환자의 접촉자에게 국한하

여 잠복결핵검진을 권고한다[16]. 의료기관에서 밀접접촉자로 분류 된 환자와 보호자는 아직 그 대상이 아니지만 이들에게 잠복결핵의 검진과 치료가 이득이 있는지에 대해서는 근거를 확보하기 위한 연구와 논의가 필요하다.

### 의료기관의 감염성 결핵환자의 격리

입원환자는 입원 시점과 재원기간 내내 감염성 결핵환자일 가능성이 있다면 확진 전이라도 즉시 격리해야 한다. 또한 이러한 격리의 필요성은 지속적으로 재평가 한다. 격리대상자에게는 공기주의(airborne precaution) 지침을 적용하고 의료진 간에 알아볼 수 있는 격리표식을 하여 결핵환자로부터 다른 환자, 의료종사자, 보호자, 방문객을 보호하여야 한다. 우리나라 의료관련감염 표준예방지침은 결핵환자 입원치료를 위해서 의료기관은 공기매개성 감염병의 전파를 차단할 수 있는 음압격리병실을 권고한다. 격리병실 문은 출입 할 때를 제외하고는 항상 닫아 두고, 음압격리병실은 음압유지가 모니터되어야 한다. 다만 여건에 따라 시설이 없거나 부족하다면, 음압시설이 미비하더라도 최소한 다른 환자들과 공유하지 않는 개별 화장실, 세면대, 샤워실과 의료진 전용 손위생 시설이 있어야하고, 다른 공간과 공기 흐름이 연결되지 않는 병실이어야 한다.

감염성 결핵이 의심되거나 확진 된 환자의 치료영역으로 들어갈 때에는 손위생 후 N95 마스크(N95 respirator)를 착용하고 제대로 착용이 되었는지 확인해야 한다. 호흡기 결핵환자뿐 아니라 피부 결핵 부위에 대한 조직검사나 시술을 할 때에도 N95 마스크를 쓴다. 격리환자의 격리병실 밖 이동은 의학적인 이유 외에는 가급적 제한한다. 격리병실 밖에서 환자는 비말을 차단하기 위한 수술용 마스크를 착용하고 호흡기예절을 지키도록 교육한다. 격리병실을 청소하는 직원도 병실 출입 전에 N95 마스크를 착용하고 기관에서 승인한 결핵균을 사멸할 수 있는 소독제로 환경관리를 한다.

### 격리의 해제 논의

전통적으로 치료를 시작한 환자들을 2주 음압병실에 격리치료를 하는데 이는 아주 오래전 전통적인 항상균 도말검사를 기준으로 보았을 때 환자들은 평균적으로 치료 후 2일 이내 균의 양이 1/25로 줄고 2-3주에 걸쳐서 1/100로 감소한다는 것을 근거로 한다[24]. 그러나 호흡기 결핵환자의 감염성에 관여하는 요소는 치료제 외에도 공동결핵

여부, 첫 항산균 도말양성 여부, 호흡기 증상 여부가 있기 때문에 임상적인 경과에 따라서 개별화된 판단도 할 수 있어야 한다. 이상적인 지표는 결핵균배양음전이나 수주 후에나 확인이 가능하여 치료시작 후 2주 전후로 격리해제 결정을 해야하는 현장의 임상가의 입장에서 이 방법을 적용하는 것은 실용적이지 못하다. 질병의 예후 지표로서 결핵균배양음전을 비교한 국내 연구진의 보고에서는 최초 항산균 도말양성, 결핵균배양양성군에 비해서 도말음성, 배양양성군의 2달 치료 시점 배양음전률은 4.21배(adjusted OR, 95%CI 1.50-11.9) 더 높았고, 배양음전까지 기간은 도말양성, 배양양성군은 중간값이 40일이지만 도말음성, 배양양성군은 19일로 의미있게 더 짧았다. 해당연구는 격리해제 시점을 정하기 위한 목적의 연구가 아니었기 때문에 치료 후 매일 배양음전을 확인한 것이 아니라 환자가 방문한 시기에 시행한 검사를 근거로 배양음전을 확인하였기 때문에 전통적인 2주 격리 기간보다 길게 격리를 연장해야 한다는 것을 의미하지는 않는다. 오히려 도말음성 배양양성 결핵은 치료경과와 예후가 더 좋을 것이기 때문에 치료나 격리가 더 짧아도 될 수 있음을 주장한다[25]. 과연 모든 호흡기 결핵환자의 격리기간은 여전히 2주여도 충분할까? 게다가 환자가 기침을 하는 빈도도 영향을 줄 수 있는 요소이다. 한 배양음성 결핵환자의 전향코호트 연구에 따르면 2주 정도의 적절한 항결핵 치료는 의미있게 기침의 빈도도 감소시킨다고 하였다[26]. 이러한 축적된 근거가 2주 치료 후 임상적인 호전이 있고 도말양성자는 도말음전되었을 경우 격리해제가 가능하다는 현행 치료지침을 가능하게 하였다.

## Conclusion

한국전쟁 후 결핵이 창궐해서 미래가 보이지 않던 시절에 비하면 치료의학, 진단검사, 감염관리 자원 무엇을 봐도 아쉬울 바가 없는 선진의학의 세상에 우리는 살고 있다. 그럼에도 의료기관내에서 종종 발견되는 예기치 않는 결핵 발병으로 인해서 감염관리실은 환자와 보호자, 의료종사자, 방문자 등 모든 잠재적인 노출자를 보호하고 관리하는 일로 하루하루 여전히 전쟁 같은 업무를 감당하고 있다. 그것은 의학의 발전으로 아는 것이 많아진 만큼 선제적인 조치를 해야 할 것이 더 많아진 탓이다. 의료기관내 결핵노출에 의한 접촉자 조사는 감염관리실의 몫이기 때문에 감염관리실의 인력을 충원해야 한다. 결핵의 미생물 진단도 액체배지, 핵산증폭검사(Nucleic Acid Amplification

Tests, NAAT) 진단기술, 잠복결핵감염검사에 있어서 진보한 결과 더 조기에, 더 민감하게 진단을 하게 되었고 영상검사로 단순영상뿐 아니라 저선량 CT 등을 더 많이 검사하면서 과거에 진단을 못하던 결핵도 진단할 수 있게 되었다. 집단검진에 있어서는 딥러닝(deep learning) 기반의 진단도 기여하게 될 것이다[27]. 결핵 종식을 목표로 한 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 결핵감염 예방관리 가이드라인은 결핵 관리에 있어서 진료 환경에서 선별구역(triage), 호흡기격리 확보와 신속한 치료와 호흡기위생에 대한 행정적인 중재와 의료기관의 환기, UV (ultraviolet) 소독 등 환경관리와 적절한 보호구 사용을 권장하였고, 19개 문헌에서 선별구역, 호흡기격리, 효과적인 치료가 의료기관의 잠복결핵을 1-21% 감소시켰다는 근거가 있었다[28]. 코로나19 범유행은 우리나라뿐 아니라 전세계적으로 코로나19 외 결핵을 포함한 다른 감염병의 조기진단, 격리, 치료에 있어서 큰 차질을 초래하였지만 긍정적인 영향도 있었다. 지표 환자로부터의 보건소가 감염병 위기상황의 수준에 따라서는 더 엄격한 노출자 조사를 할 수 있게 된 것, 지역마다 국가나 지방자치단체가 운영하는 공공 병원뿐 아니라 많은 민간병원에서도 공기전파감염 치료가 가능한 동선이 분리되고 전실이 있는 적절한 음압격리병실을 확보하게 된 것, 코로나19에 국한된 것이지만 신속 자가검사도 가능해져서 자발적인 활동제한과 격리도 가능해진 점등이 그것이다. 아직도 다소 아쉬운 것은 환경관리가 가장 잘 되어야 하는 의료기관의 환기수준인데, 일반적인 호흡기 감염원 전파 상황뿐 아니라 슈퍼전파 상황까지도 염두에 둔다면 더 엄격한 구획관리와 개별 시설의 환기를 개선해야 할 숙제가 여전히 있다.

## Acknowledgements

본 논문에 소개한 많은 결핵감염관리에 관한 경험과 지식을 얻음에 있어서 기초가 되는 활동을 위해서 수고해주신 순천향대학교 서울병원 결핵제거/관리위원회와 순천향대학교 서울, 천안, 부천, 구미 감염관리실과 결핵관리전담 간호사 선생님들께 감사한다.

본 연구는 순천향대학교 학술연구비 지원으로 수행하였다.

## References

1. Struthers EB. Tuberculosis in Korea; a control project. J Am Med Assoc 1958;166:1851-5.

2. Ministry of Health & Welfare and Korean National Tuberculosis Association. Report on the 7th tuberculosis prevalence survey in Korea 1995. Seoul; Korean National Tuberculosis Association, 1996.
3. Lee JE, Kim YK, Kim TH, Kim KH, Lee EJ, Uh ST, et al. What strategy can be applied to the patients with culture positive tuberculosis to reduce treatment delay in a private tertiary healthcare center? *Infect Chemother* 2011;43:42-7.
4. World Health Organization. Global tuberculosis report 2022. Geneva; World Health Organization, 2022.
5. Behr MA, Waters WR. Is tuberculosis a lymphatic disease with a pulmonary portal? *Lancet Infect Dis* 2014;14:250-5.
6. Cho KS. Tuberculosis control in the Republic of Korea. *Epidemiol Health* 2018;40:e2018036.
7. Jeon D. Latent tuberculosis infection: recent progress and challenges in South Korea. *Korean J Intern Med* 2020;35:269-75.
8. Jo KW, Woo JH, Hong Y, Choi CM, Oh YM, Lee SD, et al. Incidence of tuberculosis among health care workers at a private university hospital in South Korea. *Int J Tuberc Lung Dis* 2008;12:436-40.
9. Kim HW, Myong JP, Kim JS. Estimating the burden of nosocomial exposure to tuberculosis in South Korea, a nationwide population based cross-sectional study. *Korean J Intern Med* 2021;36:1134-45.
10. Kim HW, Min J, Kim JS, Kim G, Chun C, In HK, et al. An analysis of active tuberculosis progress in the national latent tuberculosis infection cohort. *Public Health Wkly Rep* 2020;13:1130-47.
11. Cho KS, Park WS, Jeong HR, Kim MJ, Park SJ, Park AY, et al. Prevalence of latent tuberculosis infection at congregated settings in the Republic of Korea, 2017. *Public Health Wkly Rep* 2018;11:348-54.
12. Targeted tuberculin testing and treatment of latent tuberculosis infection. This official statement of the American Thoracic Society was adopted by the ATS Board of Directors, July 1999. This is a Joint Statement of the American Thoracic Society (ATS) and the Centers for Disease Control and Prevention (CDC). This statement was endorsed by the Council of the Infectious Diseases Society of America. (IDSA), September 1999, and the sections of this statement. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161(4 Pt 2):S221-47.
13. Park SY, Lee E, Lee EJ, Kim TH, Kim YK. Screening and treatment of latent tuberculosis infection among healthcare workers at a referral hospital in Korea. *Infect Chemother* 2019;51:355-64.
14. Min J, Kim HW, Choi JY, Shin AY, Kang JY, Lee Y, et al. Latent tuberculosis cascade of care among healthcare workers: a nationwide cohort analysis in Korea between 2017 and 2018. *J Korean Med Sci* 2022;37:e164.
15. Arguello Perez E, Seo SK, Schneider WJ, Eisenstein C, Brown AE. Management of latent tuberculosis infection among healthcare workers: 10-year experience at a single center. *Clin Infect Dis* 2017;65:2105-11.
16. Korea Disease Control and Prevention Agency. National Tuberculosis Control Guideline. Cheongju; Korea Disease Control and Prevention Agency, 2022.
17. Han J, Nam BD, Park SY, Park J, Lee E, Lee EJ, et al. Risk factors for delayed isolation of patients with active pulmonary tuberculosis in an acute-care hospital. *Sci Rep* 2019;9:4849.
18. Nam BD, Hwang JH, Park SY, Kim TH, Oh E, Lee EJ. Delayed isolation of active pulmonary tuberculosis in hospitalized patients: a pivotal role of radiologic evaluation. *AJR Am J Roentgenol* 2020;215:359-66.
19. National Tuberculosis Controllers Association; Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guidelines for the investigation of contacts of persons with infectious tuberculosis. Recommendations from the National Tuberculosis Controllers Association and CDC. *MMWR Recomm Rep* 2005;54(RR-15):1-47.
20. van Geuns HA, Meijer J, Styblo K. Results of contact examination in Rotterdam, 1967-1969. *Bull Int Union Tuberc* 1975;50:107-21.
21. Erkens CG, Kamphorst M, Abubakar I, Bothamley GH, Chemtob D, Haas W, et al. Tuberculosis contact investigation in low prevalence countries: a European consensus. *Eur Respir J* 2010;36:925-49.
22. Behr MA, Warren SA, Salamon H, Hopewell PC, Ponce de Leon A, Daley CL, et al. Transmission of *Mycobacterium tuberculosis* from patients smear-negative for acid-fast bacilli. *Lancet* 1999;353:444-9. Erratum in: *Lancet* 1999;353:1714.
23. Park SY, Lee EJ, Kim YK, Lee SY, Kim GE, Jeong YS, et al. Aggressive contact investigation of in-hospital exposure to active pulmonary tuberculosis. *J Korean Med Sci* 2019;34:e58.
24. Jindani A, Aber VR, Edwards EA, Mitchison DA. The early bactericidal activity of drugs in patients with pulmonary tuberculosis. *Am Rev Respir Dis* 1980;121:939-49.
25. Lee HY, Chae KO, Lee CH, Choi SM, Lee J, Park YS, et al. Culture conversion rate at 2 months of treatment according to diagnostic methods among patients with culture-positive pulmonary tuberculosis. *PLoS One* 2014; 9:e103768.
26. Proaño A, Bravard MA, López JW, Lee GO, Bui D, Datta S, et al. Dynamics of cough frequency in adults undergoing treatment for pulmonary tuberculosis. *Clin Infect Dis* 2017;64:1174-81.
27. Hwang EJ, Park S, Jin KN, Kim JI, Choi SY, Lee JH, et al. Development and validation of a deep learning-based automatic detection algorithm for active pulmo-

- nary tuberculosis on chest radiographs. Clin Infect Dis 2019;69:739-47.
28. Karat AS, Gregg M, Barton HE, Calderon M, Ellis J, Falconer J, et al. Evidence for the use of triage, respiratory isolation, and effective treatment to reduce the transmission of Mycobacterium tuberculosis in healthcare settings: a systematic review. Clin Infect Dis 2021;72:155-72.