



주간 건강과 질병

PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 16, No. 5, February 9, 2023

Content

조사/감시 보고

- 111 수도권 코로나19 발생 현황과 특성(2020.1.20.-2022.8.31.)
- 137 2016-2021년 5세 미만 결핵환자 감염원 조사 결과

질병 통계

- 152 스트레스 인지율 추이, 2012-2021년

Supplements

- 주요 감염병 통계



KDCA

Korea Disease Control and
Prevention Agency

Aims and Scope

주간 건강과 질병(Public Health Weekly Report) (약어명: Public Health Wkly Rep, PHWR)은 질병관리청의 공식 학술지이다. 주간 건강과 질병은 질병관리청의 조사·감시·연구 결과에 대한 근거 기반의 과학적 정보를 국민과 국내·외 보건의료인 등에게 신속하고 정확하게 제공하는 것을 목적으로 발간된다. 주간 건강과 질병은 감염병과 만성병, 환경기인성 질환, 손상과 중독, 건강증진 등과 관련된 연구 논문, 유행 보고, 조사/감시 보고, 현장 보고, 리뷰와 전망, 정책 보고 등의 원고를 게재한다. 주간 건강과 질병은 전문가 심사를 거쳐 매주 목요일 발행되는 개방형 정보 열람(Open Access) 학술지로서 별도의 투고료와 이용료가 부과되지 않는다.

저자는 원고 투고 규정에 따라 원고를 작성하여야 하며, 이 규정에 적시하지 않은 내용은 국제의학학술지편집인협의회(International Committee of Medical Journal Editors, ICMJE)의 Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals (<https://www.icmje.org/>) 또는 편집위원회의 결정에 따른다.

About the Journal

주간 건강과 질병(eISSN 2586-0860)은 2008년 4월 4일 창간된 질병관리청의 공식 학술지이며 국문/영문으로 매주 목요일에 발행된다. 질병관리청에서 시행되는 조사사업을 통해 생성된 감시 및 연구 자료를 기반으로 근거중심의 건강 및 질병관련 정보를 제공하고자 최선을 다할 것이며, 제공되는 정보는 질병관리청의 특정 의사와는 무관함을 알린다. 본 학술지의 전문은 주간 건강과 질병 홈페이지(<https://www.phwr.org/>)에서 추가비용 없이 자유롭게 열람할 수 있다. 학술지가 더 이상 출판되지 않을 경우 국립중앙도서관(<http://nl.go.kr>)에 보관함으로써 학술지 내용에 대한 전자적 자료 보관 및 접근을 제공한다. 주간 건강과 질병은 오픈 액세스(Open Access) 학술지로, 저작물 이용 약관(Creative Commons Attribution Non-Commercial License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)에 따라 비상업적 목적으로 사용, 재생산, 유포할 수 있으나 상업적 목적으로 사용할 경우 편집위원회의 허가를 받아야 한다.

Submission and Subscription Information

주간 건강과 질병의 모든 논문의 접수는 온라인 투고시스템(<https://www.phwr.org/submission>)을 통해서 가능하며 논문투고 시 필요한 모든 내용은 원고 투고 규정을 참고한다. 주간 건강과 질병은 주간 단위로 홈페이지를 통해 게시되고 있으며, 정기 구독을 원하시는 분은 이메일(phwrcdc@korea.kr)로 성명, 소속, 이메일 주소를 기재하여 신청할 수 있다.

기타 모든 문의는 전화(+82-43-219-2955, 2958, 2959), 팩스(+82-43-219-2969) 또는 이메일(phwrcdc@korea.kr)을 통해 가능하다.

발행일: 2023년 2월 9일

발행인: 지영미

발행처: 질병관리청

편집사무국: 질병관리청 건강위해대응관 미래질병대비과
(28159) 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 187 오송보건의료행정타운
전화. +82-43-219-2955, 2958, 2959, 팩스. +82-43-219-2969
이메일. phwrcdc@korea.kr
홈페이지. <https://www.kdca.go.kr>

편집제작: ㈜메드랑
(04521) 서울시 중구 무교로 32, 효령빌딩 2층
전화. +82-2-325-2093, 팩스. +82-2-325-2095
이메일. info@medrang.co.kr
홈페이지. <http://www.medrang.co.kr>

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

편집위원장

최보울

한양대학교 의과대학

부편집위원장

류소연

조선대학교 의과대학

하미나

단국대학교 의과대학

염준섭

연세대학교 의과대학

유석현

건양대학교 의과대학

편집위원

고현선

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원

곽진

질병관리청

권동혁

질병관리청

김동현

한림대학교 의과대학

김수영

한림대학교 의과대학

김원호

질병관리청 국립보건연구원

김윤희

인하대학교 의과대학

김중곤

서울의료원

김호

서울대학교 보건대학원

박영준

질병관리청

박지혁

동국대학교 의과대학

송경준

서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원

신다연

인하대학교 자연과학대학

안윤진

질병관리청

안정훈

이화여자대학교 신산업융합대학

엄중식

가천대학교 의과대학

오경원

질병관리청

오주환

서울대학교 의과대학

유영

고려대학교 의과대학

이경주

국립재활원

이선희

부산대학교 의과대학

이윤환

아주대학교 의과대학

이재갑

한림대학교 의과대학

이혁민

연세대학교 의과대학

전경만

삼성서울병원

정은옥

건국대학교 이과대학

정재훈

가천대학교 의과대학

최선화

국가수리과학연구소

최원석

고려대학교 의과대학

최은화

서울대학교어린이병원

허미나

건국대학교 의과대학

사무국

박희빈

질병관리청

안은숙

질병관리청

이희재

질병관리청

원고편집인

구해미

(주)메드랑

수도권 코로나19 발생 현황과 특성(2020.1.20.-2022.8.31.)

하진호, 이지연, 최소영, 박숙경*

질병관리청 수도권질병대응센터 감염병대응과

초 록

2019년 12월 중국에서 SARS-CoV-2 바이러스가 처음 확인된 이후, 빠르게 확산되면서 2020년 1월 세계보건기구에서 국제적 공중 보건 비상사태를 선포하였다. 코로나바이러스감염증-19(코로나19)의 특성상 신속하게 환자를 진단하고 접촉자를 격리하는 조치만으로 감염 확산을 막기는 어려워 각 국가에서는 사회적 거리두기와 같은 방역조치를 실시하였다. 우리나라에서도 코로나19로 많은 환자와 사망자가 발생하였고, 특히 인구 밀집도가 높은 수도권에서는 2022년 1월 20일부터 8월 31일까지 총 12,122,122명(인구 10만 명당 46,581.8명)의 확진자가 발생하였다(전국의 52.3%). 6차례의 유행 시기 중 오미크론 변이 바이러스가 확산된 5차 유행시기에 가장 많은 확진자(인구 10만 명당 35,141.1명)가 발생하였고, 60세 이상 고령층 발생이 증가한 2차 유행 시기에 중증화율(4.71%)과 사망률(1.88%)이 가장 높았다. 4차 유행까지 시·도 유행상황에 따라 사회적 거리두기 단계가 다르게 적용되었으나, 전국적으로 확진자가 폭증한 5차 유행부터는 위중증환자 중심의 대응체계로 전환하게 되었다. 그간 백신과 치료제가 개발되었고 각 국가별로 비약물적 방역조치 권고를 해제하고 있으나 아직 코로나19 대유행은 끝나지 않았다. 그간의 코로나19 발생과 대응 상황을 되돌아보고 잘한 점과 보완할 점을 찾아 코로나19를 극복하려는 노력은 지속되어야 할 것이다.

주요 검색어: 코로나바이러스감염증-19; 수도권; 사회적 거리두기

서 론

2022년 8월 말까지 전 세계에서 총 약 6억 명의 코로나바이러스감염증-19(코로나19) 확진자가 발생하였으며 그중 약 6백 5십만 명이 사망하였다[1]. 우리나라도 몇 차례의 유행을 겪으며 약 2천 3백만 명의 확진자와 약 2만 7천여 명의 사망

자가 발생하였다[2]. 특히 전국 인구의 50% 이상이 거주하여 인구 밀집도가 매우 높으며 교통이 발달하고 지역 간 교류가 활발한 수도권(서울, 인천, 경기)이 전체 확진자와 사망자 발생의 약 50%를 차지하였다.

코로나19에 대응하기 위해서는 바이러스의 유입·전파·확산을 저지하기 위한 체계와 환자에 대한 의학적 치료체계가

Received December 15, 2022 Revised January 6, 2023 Accepted January 9, 2023

*Corresponding author: 박숙경, Tel: +82-2-361-5720, E-mail: monica23@korea.kr

최소영 현재 소속: 질병관리청 위기대응분석관 위기대응연구담당관(Director for Public Health Emergency Response Research, Director General for Public Health Emergency Preparedness, Korea Disease Control and Prevention Agency [KDCA], Cheongju)

박숙경 현재 소속: 질병관리청 의료안전예방국 의료감염관리과(Division of Healthcare Associated Infection Control, Bureau of Healthcare Safety and Immunization, KDCA, Cheongju)

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, 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?**

2019년 12월 31일 중국 후베이성 우한시에서 코로나바이러스감염증-19(코로나19)가 처음 보고된 이후 2022년 8월 까지 전 세계적으로 598,017,739명의 확진자가 발생하였으며 그중 6,464,619명이 사망하였다(치명률 1.08%). 우리나라는 1월 20일 최초 확진자 발생 이후 같은 기간까지 23,246,051명이 발생하였고, 그중 27,209명이 사망하였다(치명률 0.12%).

② 새로이 알게 된 내용은?

수도권에서 보고된 확진자는 2022년 8월 말 누적 12,122,122명(인구 10만 명당 46,581.8명, 국내 발생 기준)으로 전국의 52.3%에 해당하며, 치명률은 0.11%로 전국(0.12%)과 유사하다. 지역별로는 경기 6,237,424명(인구 10만 명당 45,980명), 서울 4,554,462명(인구 10만 명당 47,894명), 인천 1,330,236명(인구 10만 명당 45,118명) 발생하였다. 본 보고서를 통해 수도권 내 유행 시기별 발생 특성과 이에 대응하기 위한 방역조치 사항을 알 수 있었다.

③ 시사점은?

전국과 비교해서 수도권 지역의 발생 특성은 무엇이 있는지, 특히 유행 발생상황에 맞추어 수도권에서는 어떠한 방역 조치가 이루어졌었는지를 정리함으로써 추후 코로나19 재유행 또는 기타 감염병 확산 시 보다 효과적으로 대응할 수 있도록 근거자료로 사용될 수 있을 것이다.

가장 기본적인면서도 우선적인 방법이다[3]. 특히 코로나19 신규환자가 증가추세로 전환되는 시기마다 수도권 내 감염 확산을 통한 전국적인 유행을 우려하여 비수도권에 비해 강화된 방역조치들이 시행되었고, 많은 의료자원이 투입되었다. 이에 본 원고에서는 수도권의 코로나19 발생 현황을 유행 시기별로 나누어 발생과 유행의 특징을 살펴보고, 이에 따른 방역조치 사항을 함께 기술하였다.

또한, 코로나19가 전 세계 많은 국가의 보건의료체계와 경제에 큰 영향을 끼쳤으므로, 향후에도 반복될 공중보건 위기 상황에 선제적으로 대응하기 위해 유행상황의 주요 특징을 파악하고 제기된 과제들을 해결하는 노력이 필요하다. 수도권

의 각 지역별, 연령별 등 세부적인 특징과 유행 시기별 변화 여부, 유행상황에 따른 각종 방역 조치의 종류, 적용 시기, 영향 요인 등도 함께 확인하여 코로나19 발생과 대응 관련하여 종합적으로 검토하는 기회로 삼고자 하였다.

방 법

코로나19 정보관리시스템을 통해 신고된 자료를 바탕으로 코로나19 첫 환자가 발생한 2020년 1월 20일부터 2022년 8월 31일까지 전국적인 유행 시기 구분에 따라 수도권의 코로나19 국내 발생과 유행 특성을 기술하였다.

유행 시기는 6단계로 1차 해외 유입 첫 확진자 발생 및 대구·경북·수도권 유행기(2020.1.20.-2020.8.11.), 2차 8·15 서울도심 집회 및 종교단체 집단발생을 포함한 본격적인 수도권 확산기(2020.8.12.-2020.11.12.), 3차 코로나19 변이 바이러스가 출현한 전국적 확산기(2020.11.13.-2021.7.6.), 4차 델타형 변이 바이러스 확산기(2021.7.7.-2022.1.29.), 5차 전국적으로 확진자 수가 폭발적으로 증가한 오미크론 변이 바이러스 확산기(2022.1.30.-2022.6.25.), 그리고 최근까지 오미크론 하위변위 등 신종변이가 지속 출현한 6차(2022.6.26.-2022.8.31.)로 구분하였다.

결 과

수도권은 2020년 1월 첫 발생 이후 2022년 8월 말까지 총 12,122,122명(수도권 인구 10만 명당 46,581.8명) 발생하였으며, 이는 전국의 52.3%에 해당한다. 유행 시기별로 살펴보면 대구·경북 중심으로 발생한 1차 유행 시 수도권 확진자는 전국의 23.5%였으나, 이후 4차 유행 시기까지 70% 전후의 높은 발생 비율로 수도권에 집중되었다. 오미크론 변이 바이러스가 우세화된 5차 이후부터는 전국에 걸쳐 확진자가 폭증하면서 수도권은 50% 전후의 발생 비율을 보였다(그림

1). 이처럼 수도권은 국내 감염병 발생에 민감하고 큰 비중을 차지하는 만큼, 이에 대응하여 유행상황과 방역 대응 역량에 따라 사회적 거리두기 등 방역제도를 신속하고 유연하게 조정, 운영해 왔다. 다음은 각 시기별로 수도권 발생 현황 및 그에 따른 주요 조치 사항들을 살펴보았다.

1. 1차 유행 시기(2020.1.20.-2020.8.11.) 수도권 발생 현황, 특성 및 주요 조치사항

1차 유행 시 수도권에서는 총 2,844명(인구 10만 명당 10.9명)의 확진자가 발생하여 전국의 23.5%를 차지하였다(표 1). 지역별로는 서울(1,335명, 인구 10만 명당 14.0명), 경기(1,201명, 인구 10만 명당 8.9명), 인천(308명, 인구 10만 명당 10.4명) 순으로 발생하였고, 중증화율은 서울이 5.02% (67명), 치명률은 경기가 2.66% (32명)로 높게 나타났다(보충 표 1). 연령별 인구 10만 명당 발생률은 60세 이상 15.1명, 19-59세 11.0명, 18세 이하 4.3명으로 60세 이상 고령층의 발생률이 높은 것으로 나타났다(표 1).

해당 시기에는 대구·경북 중심으로 특정종교집단(신천지 대구교회) 관련 대규모 집단감염이 발생하였다. 수도권 주요 사례로는 2020년 3월 서울 구로구 콜센터 집단감염, 4월 수

도권 유흥시설 관련 집단감염, 5월 경기도 물류센터 관련 집단감염이 발생하였고, 해당 집단과 관련된 확진자가 수도권 전반에 걸쳐 산발적으로 발생하기도 하였다.

이에 2020년 2월 29일부터 타인과의 접촉 최소화 등 사회적 거리두기 메시지가 전달되기 시작하였다. 감염이 확산되면서 각 시·도에서는 추가적인 확산 방지를 위해 시설별 집합금지 행정명령, 선제검사 및 방역관리 강화를 실시하였고[4,5], 2020년 5월 29일부터는 수도권에는 공공시설 운영 중단, 다중이용시설 운영 자제 권고 등 보다 강화된 방역관리가 적용되었다. 또한 2020년 6월 28일부터 감염유행의 심각성 및 방역 조치의 강도에 따라 ‘사회적 거리두기’를 1-3단계로 구분하여 전국적으로 시행하였다(그림 2, 표 2).

2. 2차 유행 시기(2020.8.12.-2020.11.12.) 수도권 발생 현황, 특성 및 주요 조치사항

2차 유행 시 수도권에는 총 9,166명(인구 10만 명당 35.2명)으로 1차 유행에 비해 3.2배 많은 확진자가 발생(표 1), 전국의 77.5%를 차지하였다. 지역별로는 서울(4,679명, 인구 10만 명당 49.2명), 경기(3,839명, 인구 10만 명당 28.3명), 인천(648명, 인구 10만 명당 22.0명) 순으로 많이 발

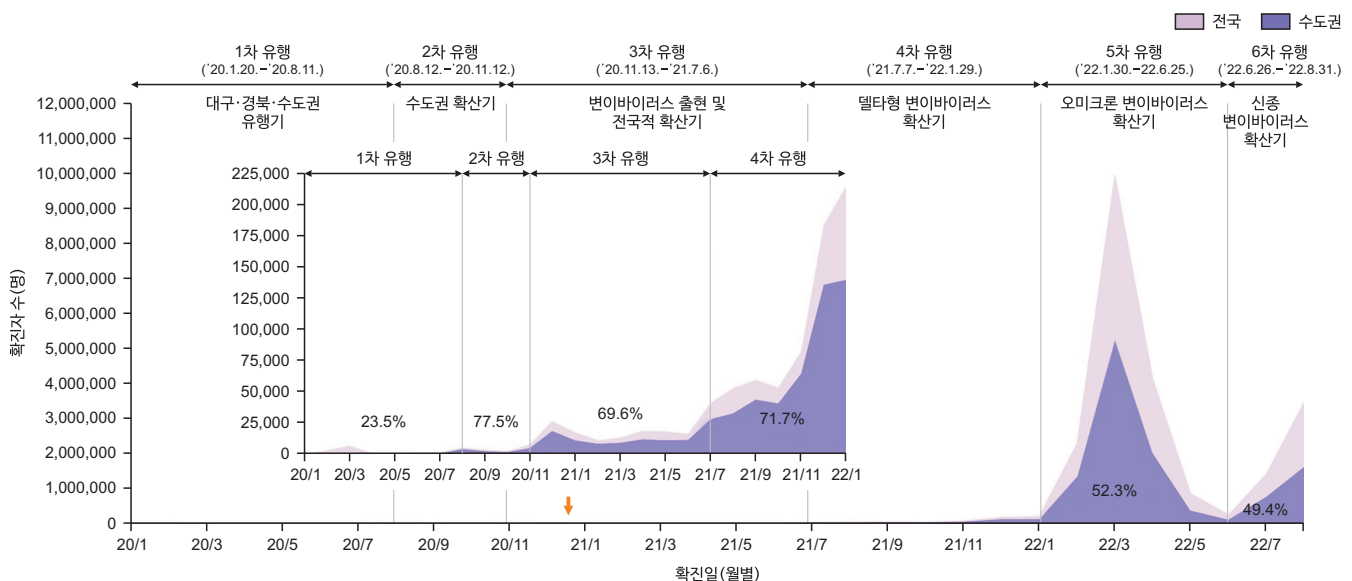


그림 1. 유행 시기별 수도권 코로나19 발생 현황

표 1. 유행 시기별 수도권 코로나19 주요 발생 현황

구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차
총 확진자수	2,844 (100.0)	9,166 (100.0)	88,698 (100.0)	455,137 (100.0)	9,144,856 (100.0)	2,421,421 (100.0)
일평균 확진자수(명)	13.9	99.6	377.4	2,209.4	62,636.0	36,688.2
인구 10만 명당 발생률	10.9	35.2	340.8	1,749.0	35,141.1	9,304.8
위중증환자 ^{a)} 수(명)	124	432	2,405	6,786	5,716	1,655
중증화율(%)	4.36	4.71	2.71	1.49	0.06	0.07
사망자수(명)	50	172	1,047	3,729	7,658	1,007
치명률(%)	1.76	1.88	1.18	0.82	0.08	0.04
성별						
남	1,361 (47.9)	4,175 (45.5)	44,771 (50.5)	236,004 (51.9)	4,276,881 (46.8)	1,106,698 (45.7)
여	1,483 (52.1)	4,991 (54.5)	43,927 (49.5)	219,133 (48.1)	4,867,975 (53.2)	1,314,723 (54.3)
연령별						
18세 이하	172 (6.0)	763 (8.3)	9,898 (11.2)	91,134 (20.0)	2,086,612 (22.8)	455,959 (18.8)
인구 10만 명당 발생률	4.3	19.1	247.4	2,277.6	52,147.6	11,395.1
19-59세	1,784 (62.7)	5,089 (55.5)	57,425 (64.7)	273,445 (60.1)	5,589,176 (61.1)	1,533,913 (63.3)
인구 10만 명당 발생률	11.0	31.5	355.5	1,692.9	34,602.9	9,496.5
60세 이상	888 (31.2)	3,314 (36.2)	21,375 (24.1)	90,558 (19.9)	1,469,068 (16.1)	431,549 (17.8)
인구 10만 명당 발생률	15.1	56.5	364.2	1,542.8	25,028.5	7,352.3
국적별						
내국인	2,734 (96.1)	8,956 (97.7)	83,474 (94.1)	415,662 (91.3)	8,906,908 (97.4)	2,359,368 (97.4)
외국인	110 (3.9)	210 (2.3)	5,224 (5.9)	39,475 (8.7)	237,948 (2.6)	62,053 (2.6)

단위: 명(%). ^{a)} 위중증환자: 고유량산소요법, 인공호흡기, ECMO (체외막산소공급), CRRT (신대체요법) 치료환자.

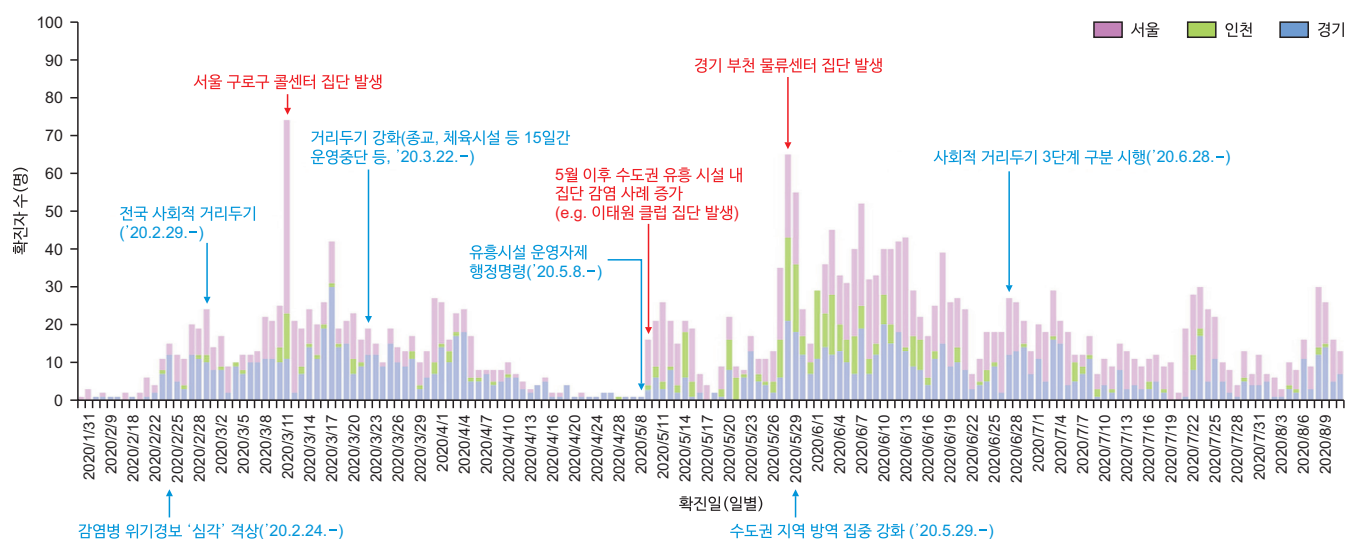


그림 2. 1차 유행 시기 수도권 코로나19 발생 현황 및 주요 조치사항

표 2. 수도권 내 유행 시기별 사회적 거리두기 주요 조치사항

유행 시기	거리두기 단계	시기	주요 사항
1차	사회적 거리두기	2020.2.29.-3.21.	<ul style="list-style-type: none"> · 외출, 이동자제, 타인과 접촉 최소화 등 권고 · 어린이집 휴원(2.27.-), 사회복지시설 휴관(2.28.-) 등
	강화된 사회적 거리두기(1차)	2020.3.22.-4.5.	<ul style="list-style-type: none"> · 불요불급한 외출, 모임 등은 연기 또는 취소, 퇴근 후 바로 귀가 등 · 종교, 체육, 유흥시설 15일간 운영중단 등
	강화된 사회적 거리두기(2차)	2020.4.6.-4.19.	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 조치 유지 및 추가 방역조치 - 요양/정신병원, 교회 방역 관리 강화(방역책임자 지정 자체점검 등)
	완화된 사회적 거리두기	2020.4.20.-5.5.	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 조치 일부 완화 - 실외 시설의 운영재개, 고위험시설 운영 중단 → 운영 자제 권고
	생활 속 거리두기	2020.5.6.-	<ul style="list-style-type: none"> · 생활 속 거리두기로 전환 - 기본적 거리두기 및 방역지침 준수하에 원칙적으로 일상생활 허용 · 수도권 대상 강화된 방역조치 시행(5.29.-6.14.) - 유흥주점, 노래연습장, 학원 등 운영자제 권고, 공공시설 운영중단 등
2차	사회적 거리두기 1단계(1/3)	2020.6.28.-	<ul style="list-style-type: none"> · 사회적 거리두기로 명칭 통일, 전체 3단계로 구분 - 수도권 1단계 적용(기존 '생활 속 거리두기' 수준 유지)
	사회적 거리두기 2단계(2/3)	2020.8.16.-	<ul style="list-style-type: none"> · 서울·경기 지역 2단계 격상(8.16.-) - 방역수칙 의무화(이용인원, 시설내이동제한 등), 타 시도로 이동자제 · 수도권 전체 2단계 적용(인천 추가) 및 추가 조치 시행(8.19.-) - 실내 50인/실외 100인 이상 집합 금지, 비대면 예배만 허용 등
	강화된 사회적 거리두기 2단계(2/3)	2020.8.30.-9.13.	<ul style="list-style-type: none"> · 음식점, 카페 등 21-05시까지 포장·배달만 허용 · 실내체육시설, 독서실, 스터디카페 등 집합금지 · 학원은 비대면 수업만 허용, 요양병원 시설 면회금지 등
	사회적 거리두기 2단계(2/3)	2020.9.14.-10.11.	<ul style="list-style-type: none"> · 거리두기 2단계 유지하되 서민층 생업과 관련된 방역조치 완화 - 음식점 등에 21시 이후 영업 허용(테이블 간 간격유지 등 의무) - 실내체육시설 등 집합금지 해제(이용자 간 거리두기 수칙 등 적용)
	사회적 거리두기 1단계(1/3)	2020.10.12.-11.6.	<ul style="list-style-type: none"> · 거리두기 1단계로 조정(수도권 내 직접판매홍보관 집합금지 등 일부 유지)
	사회적 거리두기 1단계(1/5)	2020.11.7.-11.18.	<ul style="list-style-type: none"> · 개편된 사회적 거리두기 1단계 적용(1/1.5/2/2.5/3, 전체 5단계) - 500명 이상 모임 행사 및 중점·일반 관리시설 23종 핵심 방역수칙 의무화 등
	사회적 거리두기 1.5단계(2/5)	2020.11.19.-	<ul style="list-style-type: none"> · 서울, 경기 우선 상향 적용, 인천은 23일부터 적용 - 주요 시설별 인원제한, 음식섭취 금지 등 추가
	사회적 거리두기 2단계(3/5)	2020.11.24.-12.7.	<ul style="list-style-type: none"> · 유흥시설 집합금지, 일반시설 이용인원 제한 확대 등
	사회적 거리두기 2.5단계(4/5)	2020.12.8.- 2021.2.14.	<ul style="list-style-type: none"> · 영화관 백화점 등 21시 이후 운영 중단, 예배 등 비대면 원칙 적용 등 · 연말연시 특별방역강화조치 5인 이상 모임 금지 적용(12.24.-)
	사회적 거리두기 2단계(3/5)	2021.2.15.-7.11.	<ul style="list-style-type: none"> · 거리두기 2단계 하향 조정 및 유지 · 수도권 방역 강화조치(7.4.) 및 추가조치 사항 발표(7.7.) - 진단검사 강화(검사소 추가 설치), 고위험군 선제검사 강화 등
4차	사회적 거리두기 4단계(4/4)	2021.7.12.-10.31.	<ul style="list-style-type: none"> · 개편된 4단계 기준을 적용 - 사적모임 18시 이전 4인, 이후 2인 가능 - 행사·집회 금지, 유흥시설 집합 금지, 다중이용시설은 10시까지 운영
	단계적 일상회복	2021.11.1.-	<ul style="list-style-type: none"> · 단계적 일상 회복으로 전환(11.1.-) · 수도권 의료대응 강화대책 마련(11.5.-) - 병상확보, 감염취약시설 방역 강화 등
	거리두기 강화	2021.12.18.- 2022.4.17.	<ul style="list-style-type: none"> · (사적모임제한) 전국 4인 → 6인(1.17.) → 8인(3.21.) → 10인(4.4.) · (운영시간제한) 시설별로 21시 또는 22시까지 제한 → 22시(2.19.) → 23시(3.5.) → 24시(4.4.)
5차·6차	사회적 거리두기 해제	2022.4.18.-	<ul style="list-style-type: none"> · 사회적 거리두기 전면 해제

생하였다. 증증화율은 인천(6.33%), 치명률은 경기(2.24%)가 제일 높았다(보충 표 2). 연령별 인구 10만 명당 발생률은 60세 이상 56.5명, 19-59세 31.5명, 18세 이하 19.1명 순서로 나타났으며, 60세 이상 고령층 발생 비율도 1차에 비해 증가(31.2%→36.2%)하였다. 고령층 확진자수 증가 등으로 1차 유행 시기보다 증증화율(4.36%→4.71%)과 치명률(1.76%→1.88%)이 상승하였다(표 1).

해당 시기는 수도권 확산기로 전국 발생의 대부분이 수도권에서 발생한 시기이다. 2020년 8월 도심 대규모 집회, 교회회를 통한 소규모 집단 발생부터 방문판매업체, 시장, 학교 등 여러 다중이용시설 등에서도 집단감염이 발생, 수도권 전역으로 확산되었다.

수도권 중심의 확산이 지속됨에 따라 수도권에 우선적인 방역 강화조치가 적용되었다. 사회적 거리두기는 2020년 8월 16일부터 서울, 경기지역, 2020년 8월 19일부터는 인천지역에 2단계로 강화 적용되었고, 범부처 수도권 긴급대응반이 가동되었다(2020.8.17.-). 2020년 8월 30일부터 수도권 음식점, 카페 등에 21시 이후 집합 제한 조치 등 강화된 방역조치가 시행되었고, 이후 추석 특별방역기간(2020.9.28.-2020.10.11.) 동안 수도권 내 고위험시설 11종에 대한 집합 금지를 실시하여 거리두기 강화를 시행한 바 있다(그림 3, 표 2).

3. 3차 유행 시기(2020.11.13.-2021.7.6.) 수도권 발생 현황, 특성 및 주요 조치사항

3차 유행 시 수도권에는 총 88,698명(인구 10만 명당 340.8명)으로 전국의 69.6%가 수도권에서 발생하였으며, 2차 유행에 비해 9.7배 많았다(표 1). 서울(44,642명, 인구 10만 명당 469.4명), 경기(38,449명, 인구 10만 명당 283.4명), 인천(5,607명, 인구 10만 명당 190.2명) 순으로 서울에서 가장 많은 확진자가 발생하였다(보충 표 3). 연령별 인구 10만 명당 발생률은 60세 이상, 19-59세, 18세 이하의 순으로 고령층의 발생률이 높았으나 전체 확진자 중 60세 이상의 비율은 감소(36.2%→24.1%)하였다. 이러한 영향으로 증증화율(4.71%→2.71%)과 치명률(1.88%→1.18%)은 2차에 비해 낮아졌다. 또한 외국인 발생이 전체 확진자의 6% 수준으로 이전보다 증가하였다(표 1).

이 시기의 유행특징으로는 주요 변이 바이러스의 잇따른 출현(알파형은 2020년 12월, 베타형 및 감마형 변이는 2021년 1월, 델타형 변이는 2021년 4월 각각 국내 유입 확인)과 함께 수도권을 중심으로 전국적으로 확산되었으며, 요양시설 및 의료기관, 사우나, 체육·여가시설, 직장, 가족·지인 모임 등 일상생활과 밀접한 환경에서 발생이 증가하였다. 그 외에도 서울 동부구치소에서 2020년 11월 26일 환자 발생을 시

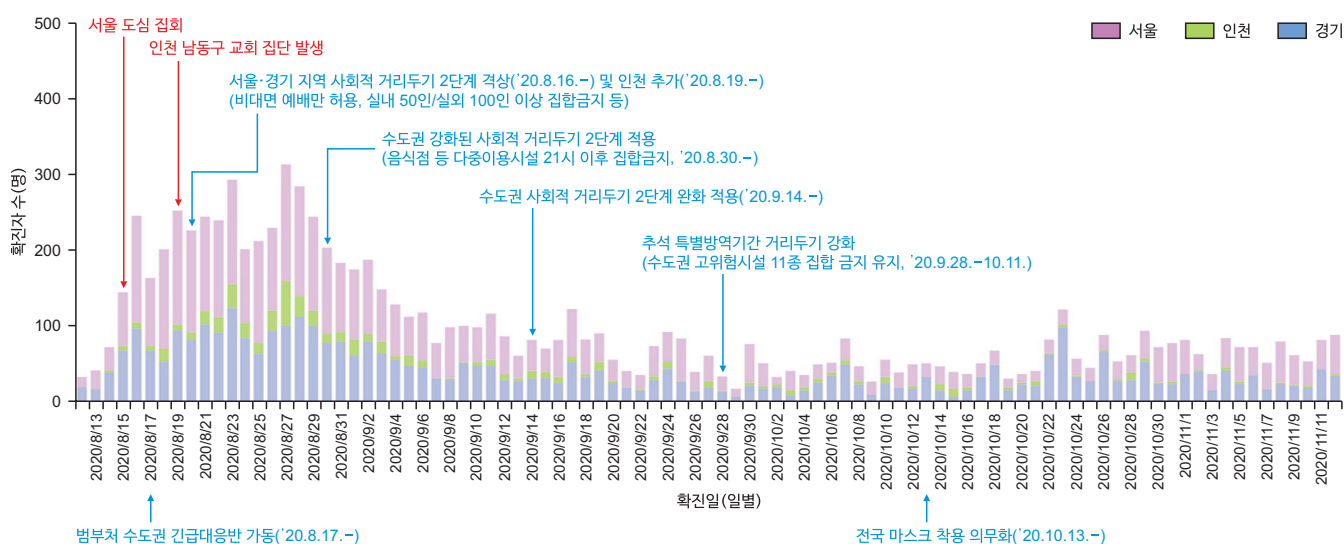


그림 3. 2차 유행 시기 수도권 코로나19 발생 현황 및 주요 조치사항

작으로 2021년 1월 말까지 약 1,200명의 대규모 확진자가 발생하였고, 경기 외국인 근로자 밀집 지역을 중심으로 수백 명의 확진자가 발생하기도 하였다.

수도권 확진자 증가에 따라 서울, 경기 지역에 사회적 거리두기 1.5단계가 시행(2020.11.19.-)된 후, 수도권 전역이 2단계로 상향(2020.11.24.-)되었다. 곧이어 수도권 전체가 2.5단계로 상향(2020.12.8.-)되었고, 2021년 2월까지 해당 조치가 유지되었다(2021년 2월 중순 수도권 2단계로 하향). 2021년 2월 26일부터 코로나19 예방접종이 고위험종사자 및 취약시설 입소자 등을 대상으로 시작되었다. 이후 수도권 특별방역대책기간을 지정하여(2021.3.15.-) 방역위반 집중점검, 외국인 근로자 검사 행정명령 등을 실시하였다. 외국인 노동자의 경우 함께 근무 및 생활공간을 공유하는 경우가 많아 방역 사각지대로 지적되었다. 이에 고용노동부에서는 ‘외국인 고용사업장 방역관리 특별점검’을 실시하였다(2021.3.4.-). 그 외 수도권 지역 내 유증상자에 대한 의사, 약사 검사 권고 시 진단검사를 실시하도록 행정명령을 시행하기도 하였다(인천, 2021.4.14.-/서울·경기, 2021.4.15.-)(그림 4, 표 2).

4. 4차 유행 시기(2021.7.7.-2022.1.29.) 수도권 발생 현황, 특성 및 주요 조치사항

4차 유행 시 수도권에는 총 455,137명(인구 10만 명당 1,749.0명)으로 전국 확진자의 71.7%가 수도권에서 발생하였다(표 1). 3차 유행에 비해 확진자는 5배 수준으로 증가하였으며 서울(213,785명, 인구 10만 명당 2,248.1명), 경기(199,981명, 인구 10만 명당 1,474.2명), 인천(41,371명, 인구 10만 명당 1,403.2명) 순으로 서울에서 가장 많은 확진자가 발생하였다(보충 표 4). 연령별 인구 10만 명당 발생률로는 18세 이하, 19-59세, 60세 이상의 순서로 발생, 18세 이하 학령기의 발생률이 가장 높은 것으로 나타났다. 확진자 중 59세 이하의 비율이 80% 수준으로 높아지면서 중증화율은 2.71%에서 1.49%로, 치명률은 1.18%에서 0.82%로 이전 시기보다 더욱 낮아졌다(표 1). 3차 유행 시기부터 문제가 되었던 외국인 확진자 비율은 더욱 높아진 8.7%로 나타났으며 특히, 외국인 고용률이 높은 소규모 제조업체 등이 다수 위치한 경기의 외국인 발생 비율(11.5%)이 높게 나타났다(보충 표 4).

이 시기에는 델타 변이 바이러스가 확산되면서 수도권 내 집단 발생뿐만 아니라 소규모 혹은 개별 접촉에 의한 감염이

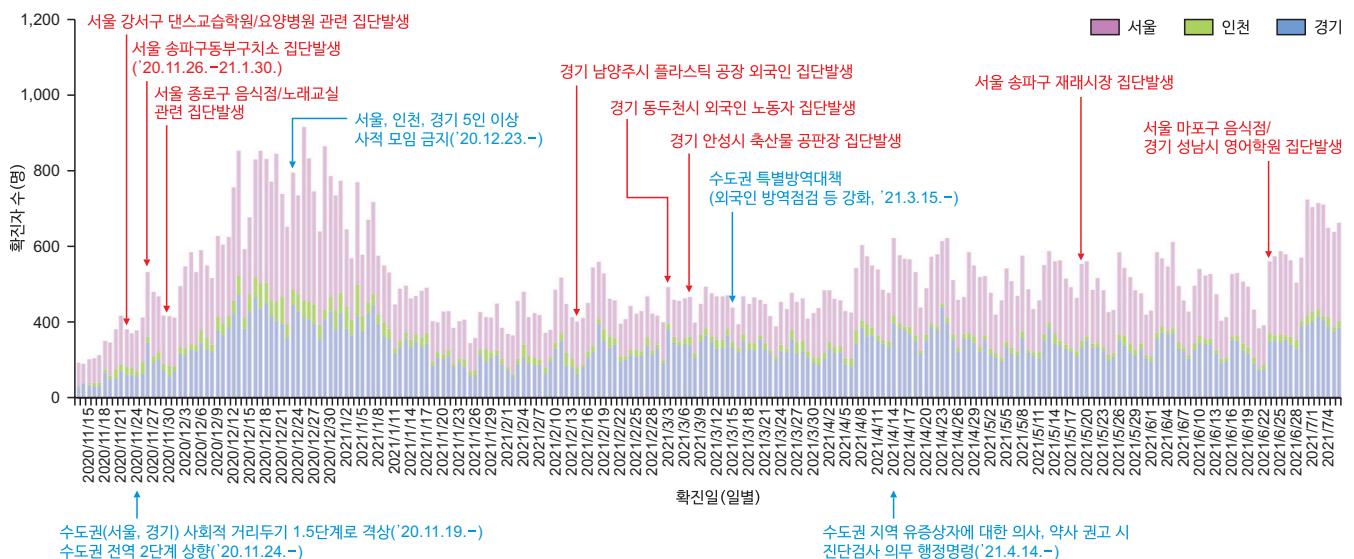


그림 4. 3차 유행 시기 일별 수도권 코로나19 발생 현황 및 주요 조치사항

증가하였다. 학령기 주요 이용 시설인 학원·교습소, 학교, 노래연습장 등 다중이용시설과 서울 및 경기지역 재래시장 등 일상적인 접촉이 많은 시설을 중심으로 확진자가 발생하였다. 경기 평택시 미군 부대 내에서 대규모 집단감염이 발생하기도 하였다. 2022년 1월 말부터는 오미크론 변이 바이러스가 우세종화(검출률 72%)되고, 감염재생산지수가 1 이상으로 커지며 확산이 증가하였다.

젊은 층을 중심으로 확진자가 증가하자 20, 30대의 진단 검사 강화, 고위험군의 선제검사를 강화하는 등 수도권 지역 방역 강화 조치가 시행되었다(2021.7.7.-). 일부 지자체에서는 1가구당 1인 검사받기 운동을 시행하기도 하였다. 2021년 7월 12일 이후에는 사회적 거리두기가 4단계 적용되어 사회적 모임은 18시 이전 4인까지, 18시 이후 2인까지만 허용하고 행사와 집회 금지 및 유흥시설 집합금지 등이 시행되었다. 또한, 외국인 근로자 등 확진자 증가로 범부처 합동 외국인 근로자 방역대책(2021.8.29.)이 마련되었다. 이후 2021년 11월 1일 단계적 일상 회복을 실시하였으나 확진자 증가에 따라 2021년 11월 5일에는 수도권 의료기관을 대상으로 코로나19 전담치료병상 확보를 위한 행정명령이 시행되었으며, 이후에는 코로나 기본치료 방침으로 재택치료가 적

용되었다(2021.11.26.-). 이어서 사적모임 제한, 다중이용 시설 운영 제한 등 사회적 거리두기 강화방안이 시행되었다(2021.12.18.-) (표 2). 오미크론 변이 바이러스가 점차 확산되기 시작하면서 변이 우세지역인 평택, 안성, 광주, 전남은 급증하는 환자를 대비하기 위한 검사체계 개편(고위험군 PCR 우선 적용, 그 외 자가검사키트 사용)이 우선 적용되었다(2022.1.26.-). 또한 재택치료자의 격리기간이 10일에서 7일로 단축(접종 미완료자는 3일간 자율 격리 추가)되기도 하였다(2022.1.26.-) (그림 5).

5. 5차 유행 시기(2022.1.30.-2022.6.25.) 수도권 발생 현황, 특성 및 주요 조치사항

5차 유행에서는 유행 시기 중 가장 많은 수인 9,144,856명(인구 10만 명당 35,141.1명)으로 전국의 52.3%의 확진자가 발생하였다. 이는 직전의 4차 유행과 비교해서는 20배, 1차 유행과 비교해서는 약 3천 2백배 증가한 수치이다(표 1). 시도별로는 경기(4,727,109명, 인구 10만 명당 34,846.7명), 서울(3,386,678명, 인구 10만 명당 35,613.8명), 인천(1,031,069명, 인구 10만 명당 34,970.8명) 순으로 많이 발생하였다(보충 표 5). 연령별 인구 10만 명당 발생률은 18세

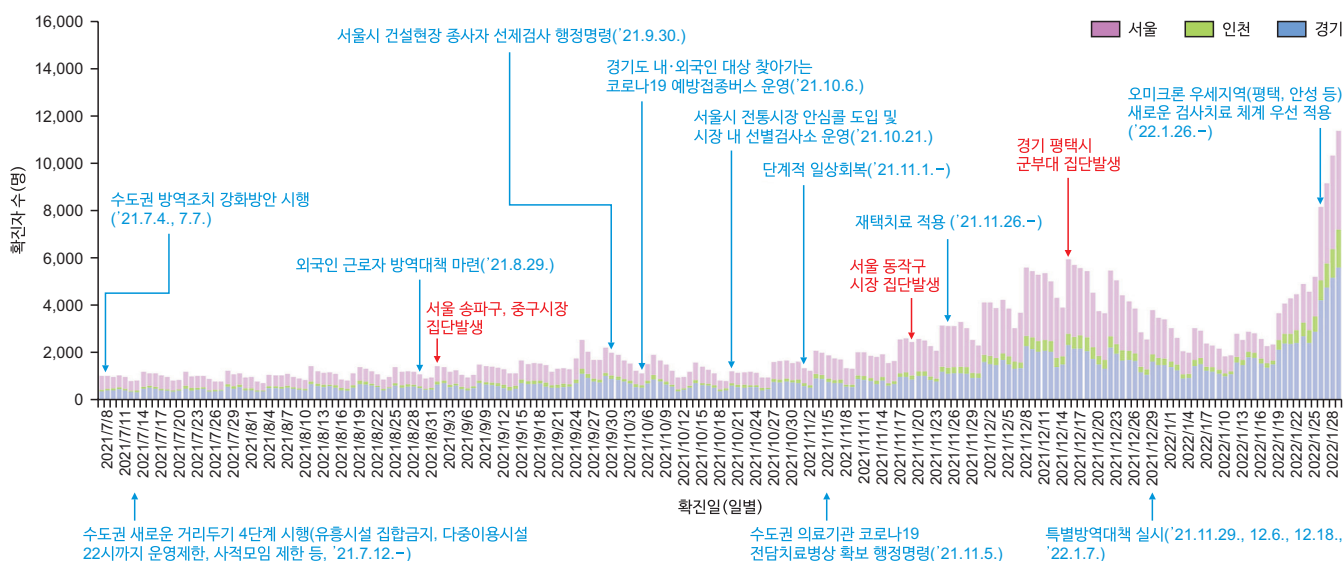


그림 5. 4차 유행 시기 일별 수도권 코로나19 발생 현황 및 주요 조치사항

이하, 19-59세, 60세 이상 순서로 많이 발생하여 4차와 동일하게 학령기 연령의 발생률이 가장 높았고, 특히 60세 미만 확진자는 점차 증가하여 전체 확진자의 84%를 차지하였다. 또한 바이러스의 특성, 고령층 확진 비율 감소, 백신, 치료제 등의 영향으로 그간의 유행 시기에 비해 중증화율과 치명률이 상당히 낮은 것으로 나타났다(중증화율 0.06%, 치명률 0.08%). 한편 외국인 확진자 수는 전체 확진자의 2.6% 수준으로 4차 유행 시기에 비해 감소하였다(표 1).

이 시기에는 오미크론이 확산되면서 전국적으로 환자 수가 큰 폭으로 증가하였다. 다만, 이전의 주요 변이였던 델타에 비해 중증화 및 치명률이 낮아, 오미크론 유행의 대응 방안은 주로 고위험군의 중증·사망 방지를 위한 치료제 처방, 의료 대응 역량 강화 등에 집중되었다.

이에 방역 조치는 그간의 거리두기 조치보다 급증하는 확진자에 효율적으로 대응하기 위해 2022년 2월 9일부터 코로나 확진자는 백신접종 여부와 관계없이 격리기간 7일로 통일되었으며 접촉자 격리도 동거인 중 접종 미완료자 또는 감염취약시설 내 밀접접촉자만 격리대상자로 축소되었다. 모든 시설에 대한 방역패스도 중단되었다(2022.3.1.-). 또한, 전문가용 신속항원검사서 양성 시 코로나 확진으로 인정하기 시작하였다(2022.3.14.-). 기존에 남아있던 거리두기 조치는 3

월 말 유행 규모가 감소세로 전환된 이후, 전면 해제되었으며(2022.4.18.-), 이후 2022년 4월 25일부터 실내 다중이용시설 내 취식이 허용되었고, 2022년 5월 2일부터는 실외 마스크 착용 의무가 해제되었다(50인 이상 집회 등은 착용 의무)(그림 6).

6. 6차 유행 시기(2022.6.26.-2022.8.31.) 수도권 발생 현황, 특성 및 주요 조치사항

6차 유행에서는 총 2,421,421명(인구 10만 명당 9,304.8명)의 확진자가 발생하여 전국의 49.4%의 확진자가 발생하였다(표 1). 1-5차 유행까지 지속적으로 확진자가 증가하였으나 6차에서는 5차 유행과 비교하여 3.7배 적은 수의 확진자가 발생하였고, 전국 대비 수도권의 발생 비율도 50% 미만으로 떨어졌다. 시도별로는 경기(1,266,845명, 인구 10만 명당 9,338.8명), 서울(903,343명, 인구 10만 명당 9,499.4명), 인천(251,233명, 인구 10만 명당 8,521.1명) 순으로 많이 발생하여, 경기의 확진자가 서울보다 많이 발생하였으며, 인구 10만 명당 발생률은 5차 유행과 마찬가지로 서울이 가장 높았다. 중증화율과 치명률 등은 각 시·도가 유사하였다(보충 표 6). 연령별 발생률은 18세 이하, 19-59세, 60세 이상 순서로 나타나 여전히 학령기 연령의 확진자가 많이 발생

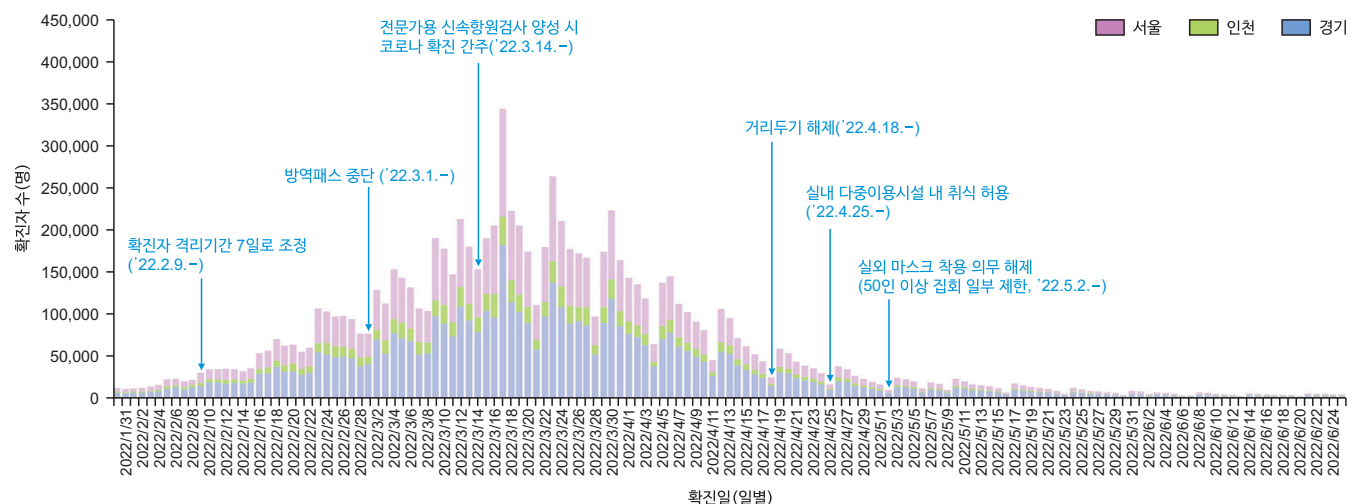


그림 6. 5차 유행 시기 일별 수도권 코로나19 발생 현황 및 주요 조치사항

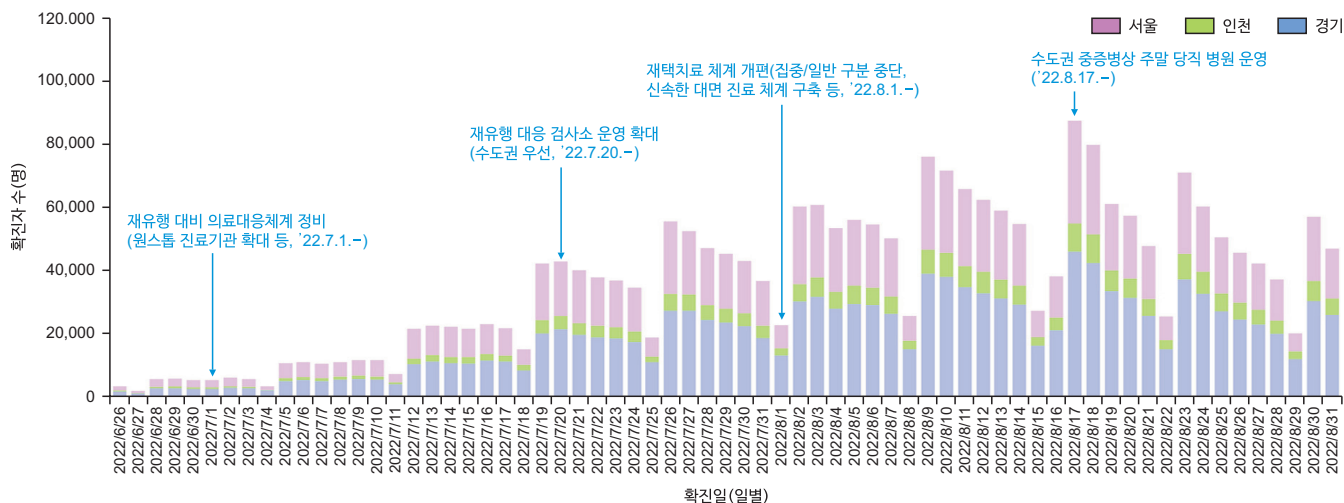


그림 7. 6차 유행 시기 일별 수도권 코로나19 발생 현황 및 주요 조치사항

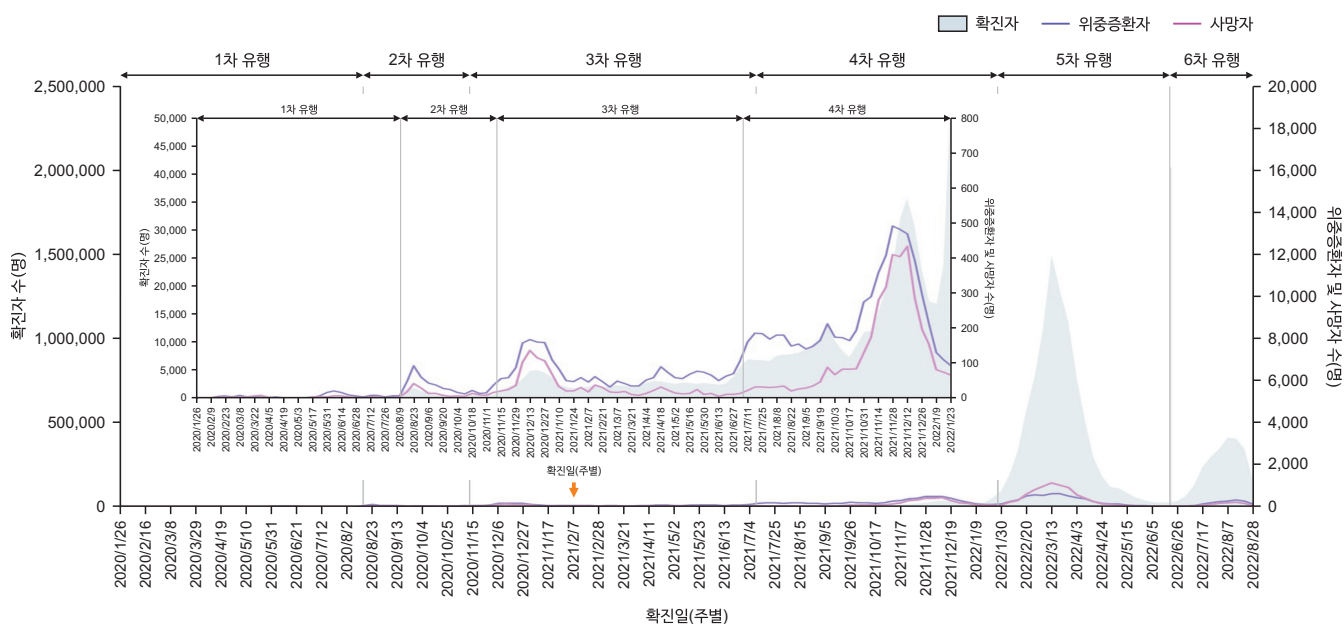


그림 8. 유행 시기별 수도권 코로나19 확진자, 위중증환자 및 사망자 발생 현황(주별)

하는 것으로 나타났다. 6차 유행의 중증화율은 5차에 비해 소폭 증가하였으나(5차 0.06%→6차 0.07%) 치명률은 감소하였다(5차 0.08%→6차 0.04%, 표 1).

6월 말 감염재생산지수가 1에 도달하고 다시 확진자 수가 증가하자 방역당국은 검사와 대면 진료 및 처방까지 모두 가능한 원스톱 진료기관을 운영하고 1만개소까지 확대하는 등 의료대응체계를 정비하였다(2022.7.1.). 특히, 이번 유행에

서는 의무적 거리두기가 아닌 자발적 거리두기를 적용할 계획을 밝혔다(2022.7.13.). 또한, 외국인 고용사업장 및 건설 현장 등 집중 방역조치(고용노동부 현장점검팀 구성 및 집중 방역점검, 2022.7.6.-7.29.), 확진자가 다수 발생하는 수도권에 우선적으로 검사소를 확대(2022.7.20.)하는 등 확진자 증가에 대비하였고, 재택치료자의 집중/일반관리 구분을 중단하고 증상이 있으면 신속히 대면진료를 받도록 재택치료

체계를 개편하였다(2022.8.1.) (그림 7). 그 외에도 군 훈련소 내 집단감염 예방을 위해 군입영자 대상 PCR 검사를 재개(2022.8.12.-)하였다[6].

결론

코로나19 유행 기간 동안 감염을 유발할 수 있는 상호작용의 기회를 줄이기 위해 사회적 거리두기와 모임 인원의 제한 등의 방역조치가 이루어졌고, 인구밀도는 이러한 상호작용의 대용지표가 될 수 있다[7]. 인구밀도가 높고 우리나라 인구의 절반 이상을 차지하는 수도권은 다른 지역보다 상호작용이 더 많아 전파력이 강한 감염병 발생 시에 영향이 클 수 있다.

이렇듯 6차례의 유행상황은 1차 유행을 제외하고 수도권이 전국 확진자 발생을 주도하는 양상이었다(그림 1, 그림 8). 발생 초기에는 집단 중심의 대규모 발생양상을 보였으나, 차수가 진행될수록 일상생활과 밀접한 시설, 소규모 집단 및 확진자 접촉에 의한 감염이 확산되었다. 이에 시설별 집합금지 명령, 선제검사 실시 및 방역 관리 강화 등을 조치하였고, 특히 수도권에 감염이 유행함에 따라 비수도권보다 강화된 거리두기, 수도권 특별방역기간 실시 등 방역 정책을 적용하였다. 5차 유행 이후부터는 오미크론이 확산되면서 지역, 감염경로 구분 없이 전국적으로 감염자 수가 폭증하였다. 이와 더불어 수도권 내 의료 역량 대응을 고려한 고위험군 중심, 국민 참여형 자발적 방역 정책이 주를 이루는 등 선제적·적극적으로 대응하였다.

본 원고에 기술된 사항으로 방역조치의 효과를 판단하기에는 제한적이나, 대규모 확산을 억제하는 데는 효과적이었음을 시사한다[8,9]. 앞으로 코로나19의 대응과 신종감염병 대유행에 대비하고 정부의 정책 방향을 결정하는 데 중요한 약물적, 비약물적 중재 효과에 대한 심도 있는 연구가 지속되어야 할 것이다.

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: JHH, JYL, SKP. Data curation: JHH, JYL. Formal analysis: JHH, JYL. Investigation: JHH, JYL. Methodology: JHH, JYL, SKP. Supervision: SKP. Visualization: JHH. Writing – original draft: JHH, JYL, SYC. Writing – review & editing: SKP.

Supplementary Materials

Supplementary data are available online.

References

1. COVID-19 weekly epidemiological update (Edition 107 published 31 August 2022) [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2022 Oct 30]. Available from: <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19---31-august-2022>
2. Coronavirus (COVID-19), Republic of Korea [Internet]. Ministry of Health and Welfare; [cited 2022 Oct 30]. Available from: <http://ncov.mohw.go.kr>
3. Yun GJ. Changes and tasks in Korea's Healthcare system in times of the Covid-19 pandemic. Health Welf Policy Forum 2020;290:34-49.
4. Seoul COVID-19 response diary [Internet]. Seoul Metropolitan Government; [cited 2022 Sep 28]. Available from: https://www.seoul.go.kr/coronaV/coronaStatus.do?menu_code=53
5. Gyeonggi COVID-19 health and medical sector response record [Internet]. Gyeonggi Province; 2022 [cited 2022 Sep 28]. Available from: http://ebook.gg.go.kr/20220701_112129/

6. Central Disaster Management Headquarters. Press Release. COVID-19 [Internet]. Ministry of Health and Welfare; 2022 [cited 2022 Oct 1]. Available from: https://ncov.kdca.go.kr/tcmBoardList.do?brdId=&brdGubun=&dataGubun=&ncvContSeq=&contSeq=&board_id=140&gubun=
7. Sutton J, Shahtahmassebi G, Ribeiro HV, Hanley QS. Population density and spreading of COVID-19 in England and Wales. *PLoS One* 2022;17:e0261725.
8. Prem K, Liu Y, Russell TW, et al. The effect of control strategies to reduce social mixing on outcomes of the COVID-19 epidemic in Wuhan, China: a modelling study. *Lancet Public Health* 2020;5:e261-70. Erratum in: *Lancet Public Health* 2020;5:e260.
9. Islam N, Sharp SJ, Chowell G, et al. Physical distancing interventions and incidence of coronavirus disease 2019: natural experiment in 149 countries. *BMJ* 2020;370:m2743.

COVID-19 Waves and Their Characteristics in the Seoul Metropolitan Area (Jan 20, 2020–Aug 31, 2022)

Jin Ho Ha, Ji Yeon Lee, So Young Choi, Sook Kyung Park*

Capital Regional Center for Disease Control and Prevention, Korea Disease Control and Prevention Agency, Seoul, Korea

ABSTRACT

The SARS-CoV-2 virus, first identified in China in December 2019, spread rapidly. In January 2020, the World Health Organization officially declared a Public Health Emergency of International Concern. Due to the highly transmittable coronavirus disease 19 (COVID-19), each country has implemented various policy such as testing, quarantine contacts and social distancing. In the Republic of Korea, there have also been a large number of cases and deaths due to COVID-19. From January 20, 2020 to August 31, 2022, a total of 12,122,122 cases occurred in the capital region (52.3% of the national outbreak). The largest number of cases occurred during the 5th wave when the omicron variant spread, and the severity rate and mortality rate were the highest during 2nd wave. Until the 4th wave, the social distancing stage was applied differently depending on the situation in cities, but from the 5th wave, when the number of cases surged nationwide, it was converted to a critical patient-centered response system. Vaccines and therapeutics have been developed and has lifted recommendations for non-drug quarantine measures, but the COVID-19 pandemic is not ended yet. Efforts to overcome COVID-19 should be continued by looking back on the outbreak and response of COVID-19 and finding what has been done well and what to complement.

Key words: COVID-19; Seoul metropolitan area; Social distancing

*Corresponding author: Sook Kyung Park, Tel: +82-2-361-5720, E-mail: monica23@korea.kr

Introduction

By the end of August 2022, approximately 600 million confirmed cases of coronavirus disease 2019 (COVID-19) and 6.5 million deaths from COVID-19 have been recorded [1]. Multiple COVID-19 waves have occurred in the Republic of Korea (ROK), resulting in approximately 23 million confirmed cases and 27,000 deaths [2]. In particular, approximately 50% of these cases and deaths occurred in the Seoul metropolitan

area (SMA; Seoul, Incheon, Gyeonggi), a densely populated area with more than 50% of the total population and comprises well-developed transportation systems and active inter-regional exchanges.

A system to halt the import, transmission, and spread of the virus and the establishment of health care measures to treat patients are the most fundamental and critical factors in COVID-19 response. In particular, stricter infection control measures have been enforced, and numerous health care

Key messages

① What is known previously?

Since the report of the index case of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Wuhan, Hubei Province, China on December 31, 2019, a total of 598,017,739 confirmed cases and 6,464,619 deaths due to COVID-19 have been recorded worldwide (fatality rate: 1.08%) as of August 2022. In the Republic of Korea (ROK), the first case of COVID-19 was confirmed on January 20, 2020, with a total of 23,246,051 confirmed cases and 27,209 deaths recorded during the same period (fatality rate: 0.12%).

② What new information is presented?

In the Seoul metropolitan area (SMA), a total of 12,122,122 confirmed cases (46,581.8 per 100,000 population, in the ROK) were recorded at the end of August 2022, which accounts for 52.3% of all confirmed cases in the ROK. The fatality rate in the SMA is 0.11%, which is similar to that of the entire country (0.12%). By region, there have been 6,237,424 cases in Gyeonggi (45,980 per 100,000 population), 4,554,462 cases in Seoul (47,894 per 100,000 population), and 1,330,236 cases (45,118 per 100,000 population). The present report highlights the trends of the COVID-19 waves and subsequent infection control measures in the SMA.

③ What are implications?

Collating data on the characteristics of the COVID-19 waves in the SMA compared with the rest of the country—particularly the infection control measures implemented in response to these waves—will provide useful data for the development of more effective response measures for future COVID-19 waves or outbreaks of other infectious diseases.

resources have been directed to the SMA compared to other non-metropolitan areas following a rapid spike in newly diagnosed patients due to concerns of a nationwide outbreak of the virus. Therefore, in this report, we sought to analyze the COVID-19 situations and characteristics of each wave in the

SMA and describe the infection control measures implemented during each period.

As COVID-19 has had a significant impact on the health care systems and economies of many countries worldwide, the major characteristics of each wave must be identified and any emerging issue must be resolved to proactively respond to future public health crises. The details of trends (by region and age), changes across waves, types of infection control measures implemented depending on the type of wave, timing of these measures, and any associated factors were examined to comprehensively review the situations and responses related to COVID-19.

Methods

In this report, the characteristics of the domestic outbreak and spread of COVID-19 in the SMA during each nationwide COVID-19 wave from January 20, 2020 (index case) to August 31, 2022, were described based on the data in the COVID-19 information management system.

Six waves were identified: Wave 1 - first imported case of COVID-19 and occurrence of the wave in Daegu, Gyeongbuk, and the SMA (January 20, 2020 to August 11, 2020); Wave 2 - rapid spread throughout the SMA, including mass outbreaks in mass gatherings in central Seoul on August 15, 2020, and mass outbreaks in religious organizations (August 12, 2020 to November 12, 2020); Wave 3 - nationwide spread of a new variant of the virus (November 13, 2020 to July 6, 2021); Wave 4 - spread of the Delta variant (July 7, 2021 to January 29, 2022); Wave 5 - explosive spike in confirmed cases nationwide due to the Omicron variant (January 30, 2022 to June 25, 2022); and Wave 6 - continued emergence of new variants,

including Omicron sub-variants (June 26, 2022 to August 31, 2022).

Results

From the detection of the first COVID-19 case in January 2020 to the end of August 2022, a total of 12,122,122 confirmed cases (46,581.8 per 100,000 population in the SMA) have been recorded in the SMA, which accounts for 52.3% of the total cases in the country. By wave, the confirmed cases in the SMA accounted for 23.5% of the nationwide cases during the first wave, which mainly occurred in Daegu and Gyeongbuk. Since then, approximately 70% of the cases were identified in the SMA until the fourth wave. Since the fifth wave, in which the Omicron variant became the dominant variant, the incidence of COVID-19 skyrocketed throughout the country, with 50% of cases recorded in the SMA (Figure 1). As depicted, the SMA is vulnerable to infectious disease outbreaks in the country and is heavily influenced by such

outbreaks. As a result, the local governments have promptly and flexibly adjusted and enforced infection control measures, such as social distancing, in response to the waves and increased the available infection control resources. Below, the trends of each wave in the SMA and the subsequent implemented measures are discussed.

1. First Wave (January 20, 2020 to August 11, 2020): Situations and Characteristics of the Wave and Major Infection Control Measures in the Seoul Metropolitan Area

During the first wave, a total of 2,844 cases (10.9 per 100,000 population) were confirmed in the SMA, accounting for 23.5% of the total cases in the country (Table 1). By region, the highest number of cases were recorded in Seoul (n=1,335; 14.0 per 100,000 population), followed by Gyeonggi (n=1,201; 8.9 per 100,000 population) and Incheon (n=308; 10.4 per 100,000 population). The rate of severe infection was highest in Seoul (n=67; 5.02%), while the fatality rate was

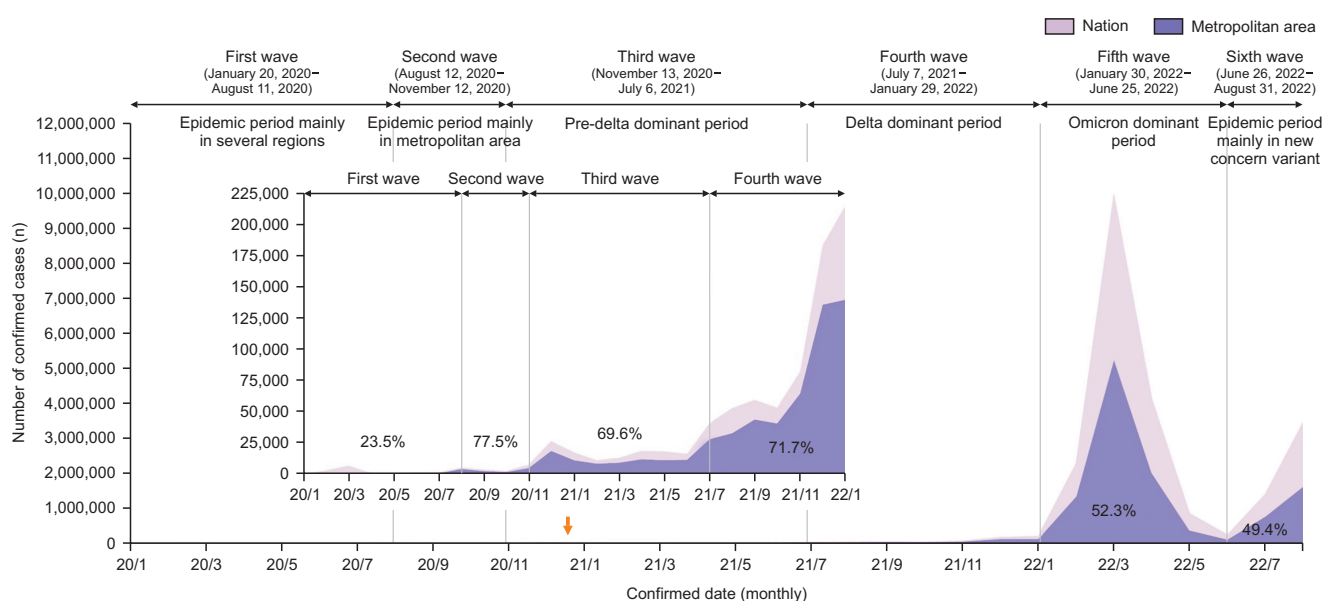


Figure 1. Daily confirmed cases of COVID-19 in Seoul metropolitan area by wave

Table 1. Epidemiological characteristics COVID-19 confirmed cases in Seoul metropolitan area by wave

Category	1st wave	2nd wave	3rd wave	4th wave	5th wave	6th wave
Confirmed cases	2,844 (100.0)	9,166 (100.0)	88,698 (100.0)	455,137 (100.0)	9,144,856 (100.0)	2,421,421 (100.0)
Daily average confirmed cases (n)	13.9	99.6	377.4	2,209.4	62,636.0	36,688.2
Incidence rate (per 100,000)	10.9	35.2	340.8	1,749.0	35,141.1	9,304.8
Severe/critical case ^{a)} (n)	124	432	2,405	6,786	5,716	1,655
Case severe rate (%)	4.36	4.71	2.71	1.49	0.06	0.07
Death cases (n)	50	172	1,047	3,729	7,658	1,007
Case fatality rate (%)	1.76	1.88	1.18	0.82	0.08	0.04
Sex						
Male	1,361 (47.9)	4,175 (45.5)	44,771 (50.5)	236,004 (51.9)	4,276,881 (46.8)	1,106,698 (45.7)
Female	1,483 (52.1)	4,991 (54.5)	43,927 (49.5)	219,133 (48.1)	4,867,975 (53.2)	1,314,723 (54.3)
Age group (yr)						
0–18	172 (6.0)	763 (8.3)	9,898 (11.2)	91,134 (20.0)	2,086,612 (22.8)	455,959 (18.8)
Incidence rate (per 100,000)	4.3	19.1	247.4	2,277.6	52,147.6	11,395.1
19–59	1,784 (62.7)	5,089 (55.5)	57,425 (64.7)	273,445 (60.1)	5,589,176 (61.1)	1,533,913 (63.3)
Incidence rate (per 100,000)	11.0	31.5	355.5	1,692.9	34,602.9	9,496.5
60≤	888 (31.2)	3,314 (36.2)	21,375 (24.1)	90,558 (19.9)	1,469,068 (16.1)	431,549 (17.8)
Incidence rate (per 100,000)	15.1	56.5	364.2	1,542.8	25,028.5	7,352.3
Nationality						
Korean	2,734 (96.1)	8,956 (97.7)	83,474 (94.1)	415,662 (91.3)	8,906,908 (97.4)	2,359,368 (97.4)
Foreigner	110 (3.9)	210 (2.3)	5,224 (5.9)	39,475 (8.7)	237,948 (2.6)	62,053 (2.6)

Unit: person (%). ^{a)}Severe/critical case: patient receiving isolated treatment through high flow therapy, respirator, ECMO (extracorporeal membrane oxygenation), and CRRT (continuous renal replacement therapy).

highest in Gyeonggi (n=32; 2.66%) (Supplementary Table 1). The incidence rate per 100,000 population was the highest for adults 60 years and older, with an incidence of 15.1 persons, followed by ages 19–59 years (11.0 persons) and ≤18 years (4.3 persons) (Table 1).

During this period, mass outbreaks occurred in Daegu and Gyeongbuk primarily via a specific religious organization (Shincheonji Daegu Church). Most cases in the SMA were due to mass outbreaks in a call center in Guro, Seoul, in March 2020, an adult entertainment facilities in the SMA in April 2020, and a logistic center in Gyeonggi in May. Multiple

sporadic occurrences of cases related to these mass outbreaks were reported throughout the SMA.

In response to the surge of confirmed cases, the delivery of messages stressing social distancing, including minimizing contact with others, began on February 29, 2020. As the infection spread, each city and province implemented additional measures, such as administrative orders to ban mass gathering in different facilities, mandatory screening, and stronger infection control measures [4,5]. On May 29, 2020, stricter infection control measures were implemented in the SMA, including temporary closure of public facilities and recommendations

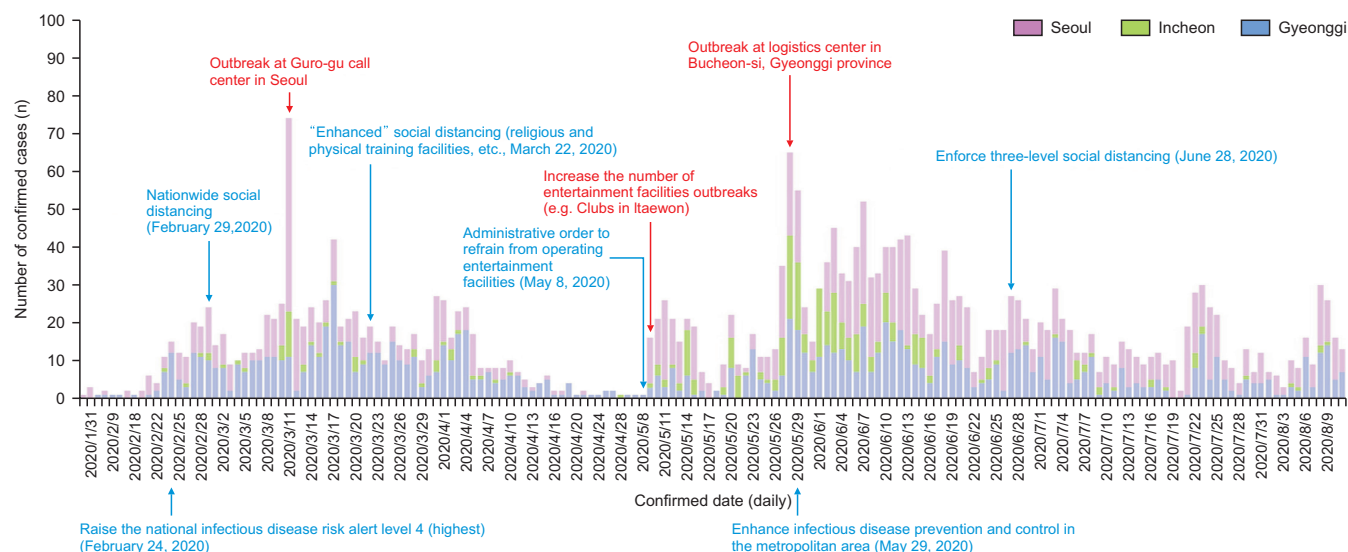


Figure 2. Daily confirmed cases of COVID-19 and mainly control measure in Seoul metropolitan area, first wave

to temporary close publicly used facilities. Furthermore, starting on June 28, 2020, the “social distancing” measures were divided into stages 1–3 and implemented according to the severity of the COVID-19 wave and level of infection control measures nationwide (Figure 2, Table 2).

2. Second Wave (August 12, 2020 to November 12, 2020): Situations and Characteristics of the Wave and Major Infection Control Measures in the Seoul Metropolitan Area

During the second wave, a total of 9,166 cases (35.2 per 100,000 population) were confirmed in the SMA, which was 3.2 times more than that in the first wave and accounted for 77.5% of the total cases in the country (Table 1). By region, the highest number of cases was confirmed in Seoul ($n=4,679$; 49.2 per 100,000 population), followed by Gyeonggi ($n=3,839$; 28.3 per 100,000 population) and Incheon ($n=648$; 22.0 per 100,000 population). The rate of severe infection was highest in Incheon (6.33%), and the fatality rate was highest in Gyeonggi (2.24%) (Supplementary Table 2). The incidence

rate per 100,000 population was the highest for adults aged 60 years and older (56.5 persons), followed by that for adults aged 19–59 years (31.5 persons) and individuals ≤ 18 years (19.1 persons). The percentage of adult patients aged 60 years and older increased from 31.2% in the first wave to 36.2% in the second wave. Owing to the increased number of older adult patients, the severe infection rate (4.36%→4.71%) and fatality rate (1.76%→1.88%) increased compared to those recorded in the first wave (Table 1).

During this period, most cases of COVID-19 in the ROK occurred in the SMA. Mass outbreaks occurred throughout the area owing to a mass gathering in August 2020, smaller-scale outbreaks through churches, door-to-door sales, traditional markets, and schools.

In response to the continued spread primarily throughout the SMA, stricter infection control measures were implemented in this area. The level of social distancing was increased to level 2 in Seoul and Gyeonggi from August 16, 2020, and Incheon from August 19, 2020, and the emergency response team was activated in the SMA (from August 17, 2020). From

Table 2. Key contents of social distancing in Seoul metropolitan area by wave

Period	Step	Date	Main contents
1st wave	Social distancing	February 29, 2020– March 21, 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Recommendations such as refraining from going out, minimizing contact with others, etc. • Close daycare center (Feb 27, 2020) and social welfare facilities (Feb 28, 2020), etc.
	Enhanced social distancing (1st)	March 22, 2020– April 5, 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Postponing or canceling non-essential outings or gatherings, returning home immediately after work, etc. • Suspend operating religious, sports, and entertainment facilities for 15 days, etc.
	Enhanced social distancing (2nd)	April 6, 2020– April 19, 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Additional measures <ul style="list-style-type: none"> - Strengthening infectious disease prevention and control of nursing/psychiatric hospitals and church (self-inspection by designation of a person in charge of quarantine, etc.)
	Mitigated social distancing	April 20, 2020– May 5, 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Some relaxation of existing measures <ul style="list-style-type: none"> - Recommend to resume operating outdoor facilities, Suspend operating high-risk facilities → Recommendation to refrain from operating
	Distancing in daily life	May 6, 2020–	<ul style="list-style-type: none"> • Transition of social distancing in daily life <ul style="list-style-type: none"> - Daily life is permitted in compliance with quarantine guidelines • Implement enhanced social distancing in metropolitan area (May 29, 2020–June 14, 2020) <ul style="list-style-type: none"> - Recommend to refrain from operating entertainment bar, karaoke, private institute, Suspend operating public facilities, etc.
	Social distancing level 1 (1/3)	June 28, 2020–	<ul style="list-style-type: none"> • Unification of names through social distancing, divided into three levels <ul style="list-style-type: none"> - Maintaining the ‘distancing in daily life’ stage for metropolitan area
	Social distancing level 2 (2/3)	August 16, 2020–	<ul style="list-style-type: none"> • Seoul and Gyeonggi province upgraded to the level 2 <ul style="list-style-type: none"> - Mandatory infectious disease prevention and control measures (restrict the number of users, movement within facilities, etc.), refrain from moving to other cities and provinces • Apply the “Level 2” to the entire metropolitan area and additional action <ul style="list-style-type: none"> - Prohibit gathering more than 50 people indoors/100 people outdoors, Only non-face-to-face worship allowed, etc.
2nd wave	Enhanced social distancing level 2 (2/3)	August 30, 2020– September 13, 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Only take-out and delivery allowed from 21-05:00 at restaurants and cafes • Indoor sports facilities, reading rooms, and study cafes are prohibited, etc. • Only non-face-to-face classes are allowed at private institutes, Ban visiting to nursing hospitals and facilities, etc.
	Social distancing level 2 (2/3)	September 14, 2020– October 11, 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Maintain the “Level 2” (mitigating some control measures) <ul style="list-style-type: none"> - Restaurants, cafes are allowed to operate after 9 o’clock, etc. - Lift of the ban on gatherings at indoor sports facilities, etc. (apply distancing rules between users, etc.)
	Social distancing level 1 (1/3)	October 12, 2020– November 6, 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Adjust the social distancing level 1 (partial maintained)
	Social distancing level 1 (1/5)	November 7, 2020– November 18, 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Apply reformed social distancing level 1 (1/1.5/2/2.5/3, total 5 stages in total) <ul style="list-style-type: none"> - Apply mandatory control rules for the events gathering of 500 or more people and 23 types of intensive and general management facilities, etc.

Table 2. Continued

Period	Step	Date	Main contents
3rd wave	Social distancing level 1.5 (2/5)	November 19, 2020–	<ul style="list-style-type: none"> Applied to Seoul and Gyeonggi province (Incheon will be applied from the 23rd) Add restriction on the number of users in major facilities and prohibition of eating and drinking, etc.
	Social distancing level 2 (3/5)	November 24, 2020– December 7, 2020	<ul style="list-style-type: none"> Prohibit gatherings entertainment facilities and expand restrictions on the number of users in general facilities, etc.
	Social distancing level 2.5 (4/5)	December 8, 2020– February 14, 2021	<ul style="list-style-type: none"> Cessation of operating movie theaters and department stores after 21:00, application of non-face-to-face principles such as worship services, etc. Strengthen the quarantine measures during the New Year holidays, prohibit gathering of 5 or more people (Dec 24, 2021)
	Social distancing level 2 (3/5)	February 15, 2021– July 11, 2021	<ul style="list-style-type: none"> Downgraded and maintained on level 2 Announce strengthen control measures in the metropolitan area (Jul 4, 2021) and implementation of additional measures (Jul 7, 2021) <ul style="list-style-type: none"> Reinforcement of diagnostic tests (install additional screening centers), Strengthen preemptive tests for high-risk groups, etc.
4th wave	Social distancing level 4 (4/4)	July 12, 2021– October 31, 2021	<ul style="list-style-type: none"> Apply reformed criteria (level 4) <ul style="list-style-type: none"> Allow private gatherings up to four people (until 18, after that, only 2 people are allowed) Prohibit events and gatherings, gatherings at entertainment facilities, operate public facilities until 10 p.m.
	Step-by-step daily recovery	November 1, 2021–	<ul style="list-style-type: none"> Transition to step-by-step daily recovery Strength measures for medical response in the metropolitan area (Nov 5, 2021) <ul style="list-style-type: none"> Secure the number of hospital beds, reinforce control at high risk facilities, etc.
	Enhanced social distancing	December 18, 2021– April 17, 2022	<ul style="list-style-type: none"> (Restrictions on private gatherings) 4 people → 6 people (Jan 17, 2022) → 8 people (Mar 21, 2022) → 10 people (Apr 4, 2022) (Operating time limit) Limited to 9 p.m. or 10 p.m. → 10 p.m. (Feb 19, 2022) → 11 p.m. (Mar 5, 2022) → 0 a.m. (Apr 4, 2022)
5th wave	The lifting of social distancing	April 18, 2022–	<ul style="list-style-type: none"> The lifting of social distancing
6th wave			

August 30, 2020, stricter infection control measures were enforced, including a ban on gathering after 21:00 in restaurants and cafe in the SMA. Further, during the special infection control period during Chuseok (September 28, 2020 to October 11, 2020), gathering was prohibited in 11 types of high-risk facilities in the SMA (Figure 3, Table 2).

3. Third Wave (November 13, 2020 to July 6, 2021): Situations and Characteristics of the Wave and Major Infection Control Measures in the Seoul Metropolitan Area

During the third wave, a total of 88,698 cases (340.8 per 100,000 population) were confirmed in the SMA, which was 9.7 times more than that confirmed in the second wave and accounted for 69.6% of the total cases in the country (Table 1).

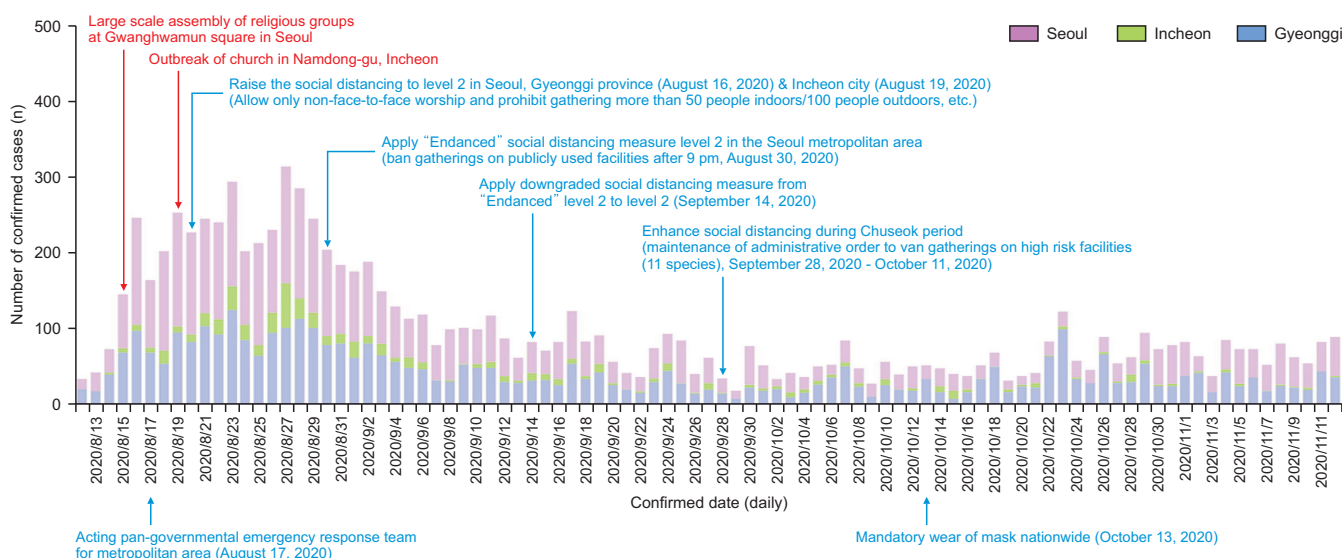


Figure 3. Daily confirmed cases of COVID-19 and mainly control measure in Seoul metropolitan area, second wave

By region, Seoul had the highest number of cases ($n=44,642$; 469.4 per 100,000 population), followed by Gyeonggi ($n=38,449$; 283.4 per 100,000 population) and Incheon ($n=5,607$; 190.2 per 100,000 population) (Supplementary Table 3). The incidence rate per 100,000 population was the highest for adults 60 years and older, followed by adults 19–59 years and individuals ≤ 18 years; however, the percentage of adult patients aged 60 years and older declined from 36.2% in the second wave to 24.1% in the second wave. As a result, the rate of severe infection (4.71%→2.71%) and fatality rate (1.88%→1.18%) decreased compared to those recorded in the second wave. The percentage of foreigners with COVID-19 increased to 6% (Table 1).

One prominent feature of this period was the continued emergence of major variants (Alpha in December 2020, Beta and Gamma in January 2021, Delta in April 2021) and their spread throughout the country. Numerous cases were increased confirmed in environments closely linked to people's daily lives, such as long-term care facilities and health care facilities, sports and leisure facilities, workplace, and social

gathering events with family and friends. Starting with a case confirmed on November 26, 2020 in the Seoul Dongbu Detention Center, the number of newly diagnosed cases skyrocketed to approximately 1,200 until the end of January 2021. Moreover, hundreds of cases were reported in areas with a high concentration of foreign workers in the Gyeonggi province.

In response to the surging COVID-19 cases in the SMA, the level of social distancing was first increased to 1.5 (from November 19, 2020) in Seoul and Gyeonggi and then to 2 throughout the SMA (from November 24, 2020). On December 8, 2020, the level of social distancing was increased to 2.5 throughout the entire SMA, and was maintained until February 2021 (Lowered to level 2 in SMA in February 2021). The COVID-19 vaccine rollout began on February 26, 2021, first with high-risk workers and residents of vulnerable facilities. A special infection control period was then established in the SMA (from March 15, 2020). During this period, administrative orders to carry out intensive inspections for violation of infection control measures and mandatory screening test for

foreign workers were enforced. Foreign workers were not subjected to the infection control measures because many share work and living spaces. Thus, the Ministry of Employment and Labor launched a “Special inspection of infection control status in workplaces hiring foreign workers” (from March 4, 2021). An administrative order to mandate diagnostic testing of symptomatic individuals per physician and pharmacist recommendation was implemented in the SMA (Incheon, from April 14, 2021; Seoul and Gyeonggi, from April 15, 2021) (Figure 4, Table 2).

4. Fourth Wave (July 7, 2021 to January 29, 2022): Situations and Characteristics of the Wave and Major Infection Control Measures in the Seoul Metropolitan Area

During the fourth wave, a total of 455,137 cases (1,749.0 per 100,000 population) were confirmed in the SMA, which was 5 times more than that confirmed in the third wave and accounted for 71.7% of the total cases in the country (Table 1). By region, the highest number of cases was confirmed in

Seoul (n=213,785; 2,248.1 per 100,000 population), followed by Gyeonggi (n=199,981; 1,474.2 per 100,000 population) and Incheon (n=41,371; 1,403.2 per 100,000 population) (Supplementary Table 4). The incidence rate per 100,000 population was the highest for individuals ≤18 years, followed by adults 19–59 years and adults 60 years and older. As the percentage of patients aged 59 years or younger increased to approximately 80%, the rate of severe infection (2.71%→1.49%) and fatality rate (1.18%→0.82%) decreased compared to those in the third wave (Table 1). The percentage of foreigners with COVID-19, which first arose as a problem in the second wave, increased to 8.7%. In fact, the incidence of COVID-19 among foreign workers was high (11.5%) in Gyeonggi, which has many small-sized manufacturers that employ a high percentage of foreign workers (Supplementary Table 4).

During this period, the transmission of the Delta variant was extensive, and smaller outbreaks or infection transmissions via individual contact increased in addition to mass outbreaks in the SMA. Infections primarily occurred in facilities mainly used by school-aged children, such as private institutes, study

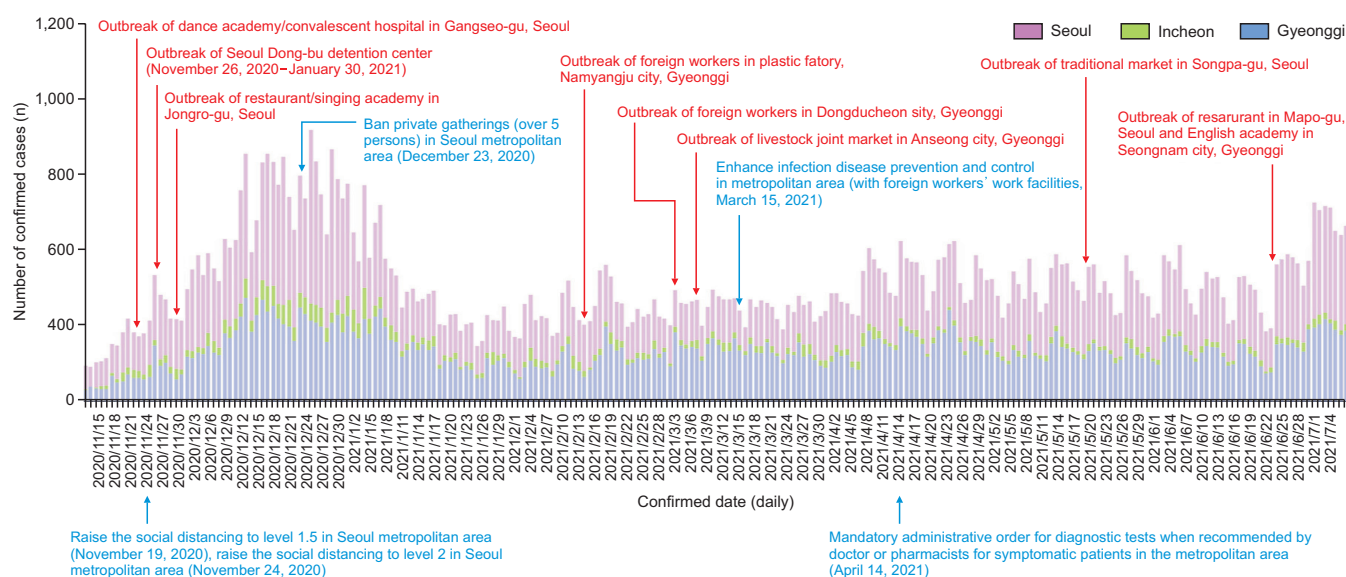


Figure 4. Daily confirmed cases of COVID-19 and mainly control measure in Seoul metropolitan area, third wave

facilities, and schools; publicly used facilities, such as karaoke rooms; and facilities enabling frequent contact, such as traditional markets in Seoul and Gyeonggi. A mass outbreak also occurred on the US military base in Pyeongtaek, Gyeonggi. At the end of January 2022, the Omicron variant became the dominant variant (detection rate: 72%), and the infection spread further, with the reproduction number exceeding 1.

In response to the increased spread among the younger generations, stricter infection control measures were implemented in the SMA, including more diagnostic testing for people in their 20s and 30s and screening test for high-risk groups (from July 7, 2021). Some local governments launched a campaign promoting at least one testing per household. From July 12, 2021, the level of social distancing was increased to 4, with private gatherings limited to four people until 18:00 and two people after 18:00, and a ban on public events, mass gatherings, and gatherings in adult entertainment facilities. In response to the increased number of cases, including among foreign workers, joint measures for infection control for foreign workers (August 29, 2021) were devised. On November

1, 2021, a transition to normalcy was attempted; however, because of another surge in COVID-19 cases, an administrative order was issued on November 5, 2021, to secure COVID-19 beds in health care facilities in the SMA. Thereafter, at-home treatment was established as the basic treatment plan for COVID-19 (from November 26, 2021). Stricter social distancing measures were then enforced, including limits on private gatherings and operations of publicly used facilities (December 18, 2021) (Table 2). As the Omicron variant began to spread more extensively, the testing system was restructured (PCR test prioritized for high-risk groups, self-test kits for all other groups) in preparation for a surge of patients in areas with the Omicron variant as the dominant variant, namely Pyeongtaek, Anseong, Gwangju, and Jeonnam (from January 26, 2022). Furthermore, the mandatory quarantine for patients treated at home was shortened from 10 days to 7 days (3 days of voluntary quarantine added for unvaccinated individuals) (from January 26, 2022) (Figure 5).

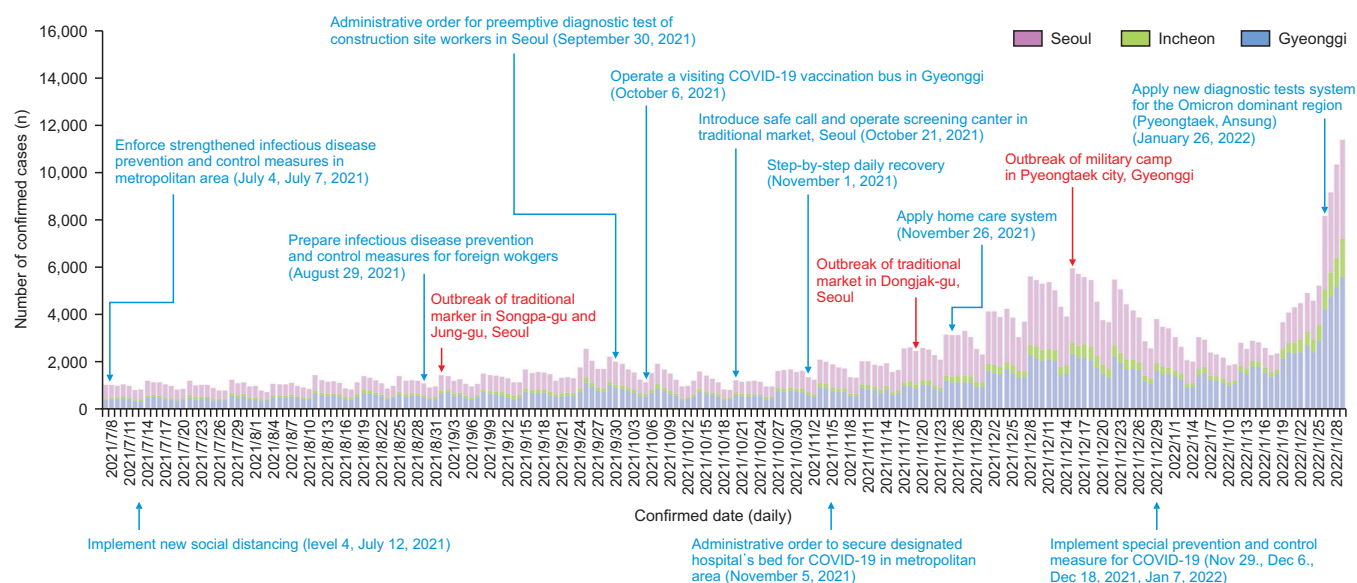


Figure 5. Daily confirmed cases of COVID-19 and mainly control measure in Seoul metropolitan area, fourth wave

5. Fifth Wave (January 30, 2022 to June 25, 2022): Situations and Characteristics of the Wave and Major Infection Control Measures in the Seoul Metropolitan Area

During the fifth wave, a total of 9,144,856 cases (35,141.1 per 100,000 population) were confirmed in the SMA, which was the highest of all the waves and accounted for 52.3% of the total cases in the country. The total case number was 20 times higher than that of the fourth wave and 3,200 times higher than that of the first wave (Table 1). By region, the highest number of cases was confirmed in Gyeonggi ($n=4,727,109$; 34,846.7 per 100,000 population), followed by Seoul ($n=3,386,678$; 35,613.8 per 100,000 population) and Incheon ($n=1,031,069$; 34,970.8 per 100,000 population) (Supplementary Table 5). The incidence rate per 100,000 population was the highest for individuals ≤ 18 years, followed by adults 19–59 years and adults aged 60 years and older. Similar to the fourth wave, the highest incidence was among school-aged individuals. In fact, the percentage of patients younger than 60 years gradually increased, accounting for 84% of the total cases. Owing to the characteristics of the virus, vaccine, and therapeutic agents, the rate of severe infection and fatality rate were markedly low compared to those of previous waves (severe infection rate 0.06%, fatality rate 0.08%). The percentage of foreigners with COVID-19 decreased to 2.6% compared to that recorded in the fourth wave (Table 1).

During this period, the Omicron variant spread quickly and resulted in a substantial increase in the number of infected patients nationwide. However, as the severe infection rate and fatality rate were lower than those associated with the previous dominant variant, Delta, response measures for the Omicron wave were focused on the prescription of drugs to prevent

severe infections and death in high-risk groups and enhancement of medical response capacities.

To more efficiently respond to the rapidly increasing number of COVID-19 cases, patients with COVID-19 were subjected to a mandatory quarantine of 7 days, regardless of their vaccination status. Mandatory quarantine for contacts was applied only to unvaccinated individuals who live with the patient or close contacts in vulnerable facilities. Anti-COVID-19 pass was suspended for all facilities (from March 1, 2022), and positive results on approved rapid antigen tests began to be accepted as the basis of COVID-19 diagnosis (March 14, 2022). Any remaining social distancing measures were lifted as the wave subsided at the end of March (from April 18, 2022). Dining in publicly used facilities has been allowed since April 25, 2022, and mandatory use of face mask outdoors was lifted on May 2, 2022 (mandatory mask for gatherings of 50 people or more) (Figure 6).

6. Sixth Wave (June 26, 2022 to August 31, 2022): Statistics and Characteristics of the Wave and Major Infection Control Measures in the Seoul Metropolitan Area

During the sixth wave, a total of 2,421,421 cases (9,304.8 per 100,000 population) were confirmed in the SMA, which was the second highest of all the waves and accounted for 49.4% of the total cases in the country (Table 1). Although the number of confirmed cases increased continuously from the first to the fifth wave, the number of patients in the sixth wave was 3.7 times lower than that during the fifth wave, and the cases in SMA accounted for less than 50% of the total cases in the country. By region, Gyeonggi had the highest number of cases ($n=1,266,845$; 9,338.8 per 100,000 population),

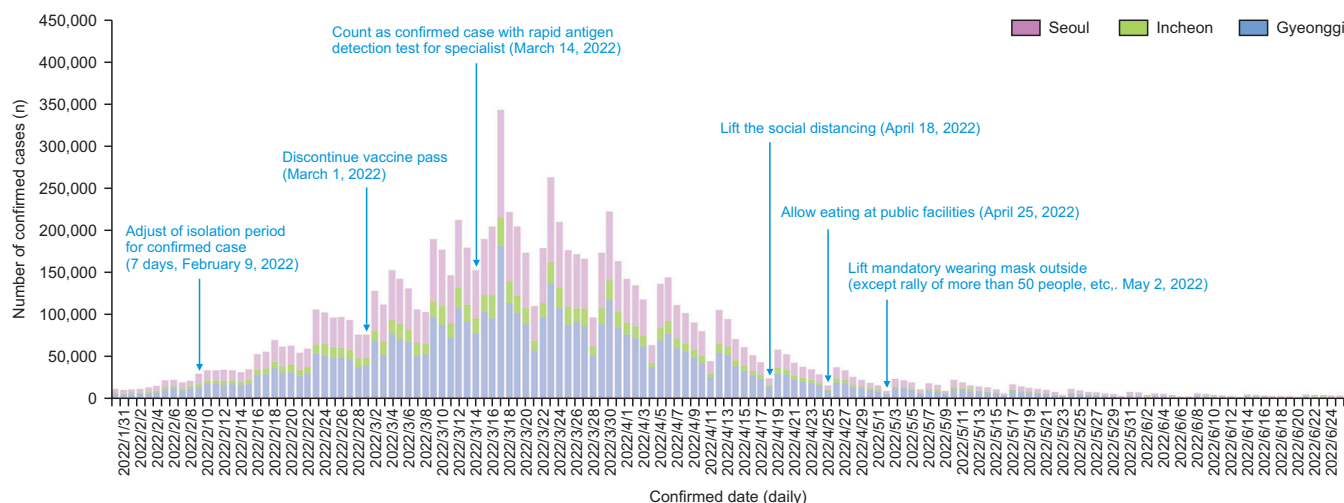


Figure 6. Daily confirmed cases of COVID-19 and mainly control measure in Seoul metropolitan area, fifth wave

followed by Seoul ($n=903,343$; 9,499.4 per 100,000 population) and Incheon ($n=251,233$; 8,521.1 per 100,000 population). The incidence rate per 100,000 population was still the highest in Seoul, similar to during the fifth wave. The rate of severe infection and fatality rate were similar across the cities and provinces (Supplementary Table 6). By age, the incidence per 100,000 population was the highest for individuals ≤ 18 years, followed by adults 19–59 years and adults 60 years and older, with a high incidence still observed among school-aged individuals. The rate of severe infection slightly increased from that in the fifth wave (0.06%→0.07%); however, the fatality rate decreased (0.08% in fifth→0.04% in sixth, Table 1).

By the end of June, the reproduction number reached 1, and the number of confirmed cases began to increase again. The infection control authorities restructured the medical response system by establishing an estimated 10,000 one-stop examination facility that can perform tests, provide in-person care, and prescribe medications (July 1, 2022). In particular, the authorities announced the enforcement of voluntary, as opposed to mandatory, social distancing measures (July 13, 2022). Measures were also taken in anticipation for an increase

in confirmed cases, including the implementation of intensive infection control measures at businesses hiring foreign workers and construction sites (Establishment of an on-site inspection team and intensive infection control inspection by the Ministry of Employment and Labor from July 6 to 29, 2022) and expansion of testing centers in the SMA, in which COVID-19 cases are concentrated (July 20, 2022). The at-home treatment system was also restructured by discontinuing the separation of intensive/general management for patients under home care and instructing patients who develop symptoms to immediately seek in-person medical care (August 1, 2022) (Figure 7). PCR testing for military conscripts was resumed to prevent mass outbreaks within training camps (from August 12, 2022) [6].

Conclusion

During the COVID-19 waves, measures, such as social distancing and restrictions on the size of gatherings, were implemented to reduce opportunities for the potential spread of infections. Population density can serve as an indicator of these

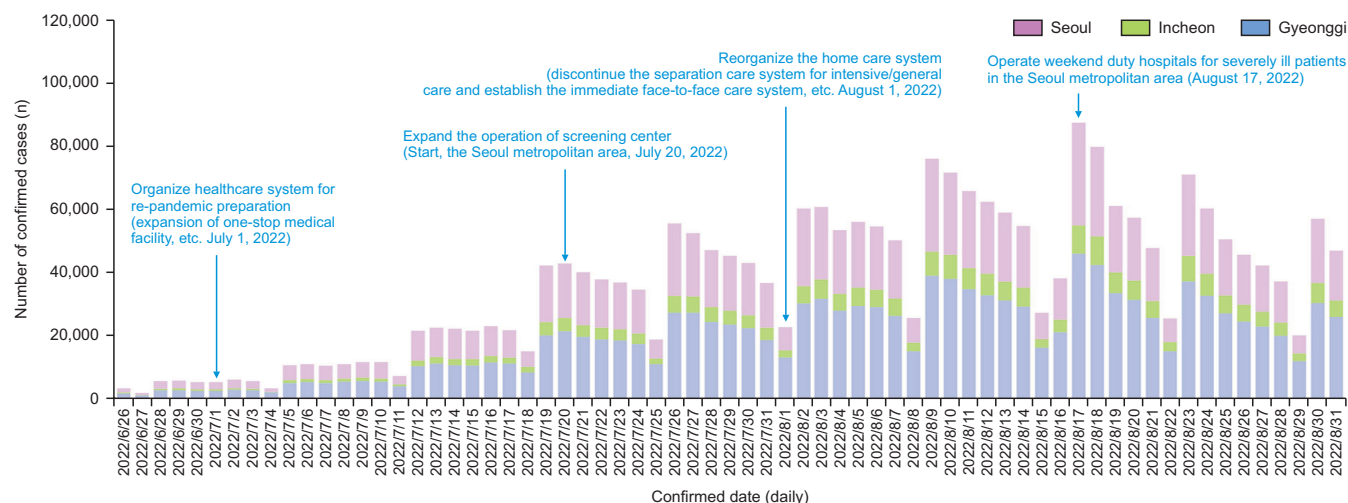


Figure 7. Daily confirmed cases of COVID-19 and mainly control measure in Seoul metropolitan area, sixth wave

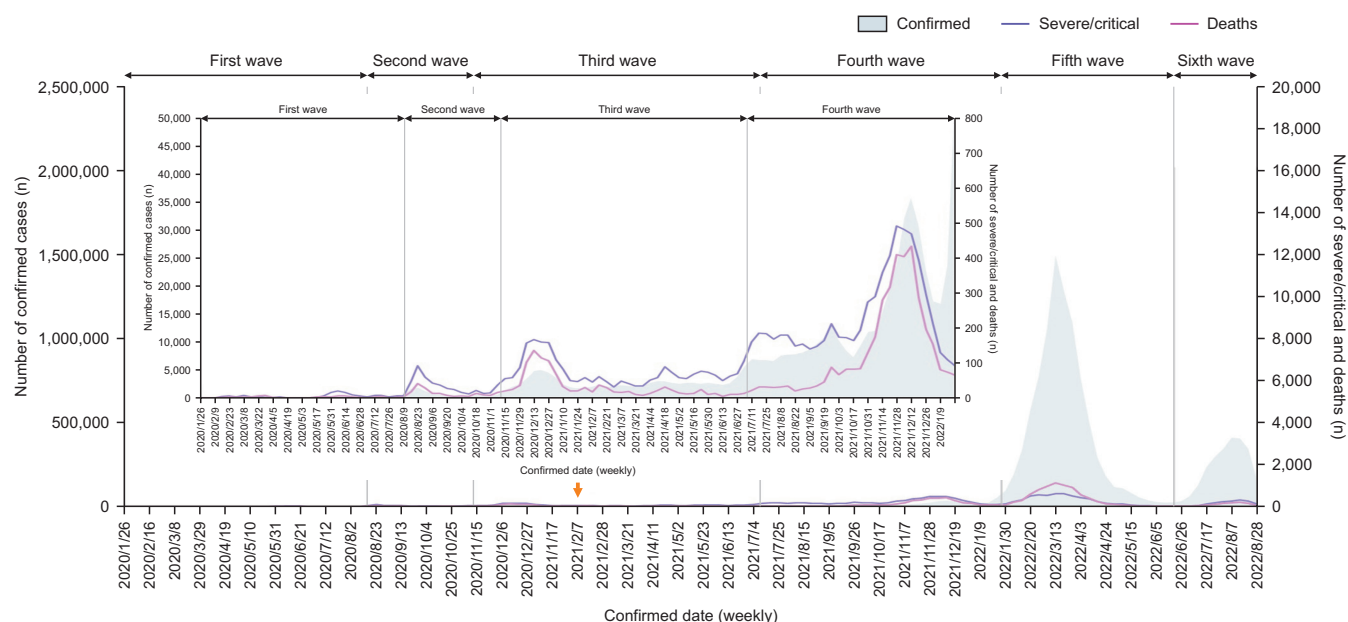


Figure 8. Weekly confirmed, severe/critical and death cases of COVID-19 in Seoul metropolitan area by wave

interactions [7]. The SMA is a densely populated region with more than half of the total Korean population. Accordingly, this area features more frequent interactions among people than other regions and may be more heavily affected by an outbreak of a highly transmissible infectious disease.

As revealed in this report, the six COVID-19 waves in the ROK mainly occurred in the SMA, except for the first wave (Figure 1, Figure 8). Since the first wave in Daegu and

Gyeongbuk, more than 70% of all COVID-19 cases in the country were concentrated in the SMA from the second to fourth waves. Although mass outbreaks were the triggers for the spread of the infection in the early stages, infections spread from facilities closely linked to people's daily lives, and through smaller outbreaks and person-to-person contact. In response, the infection control authorities prohibited gatherings in different facilities, mandated screening tests, and implemented

stricter infection control measures. In response to the spread of the infection throughout the SMA, stricter social distancing measures were implemented, along with special infection control periods designated for the SMA. From the fifth wave and onward, the Omicron variant served as the dominant variant, and the COVID-19 cases surged again nationwide regardless of region and route of infection. In response to this wave, more proactive and aggressive measures were implemented, such as concentrating the health care resources to high-risk groups in the SMA and encouraging people to participate in voluntary infection control measures.

Although the contents of this report do not suffice as evidence of the effectiveness of infection control measures, the measures were demonstrated to effectively prevent mass spread of the virus [8,9]. In-depth studies on the effects of pharmacological and non-pharmacological interventions will be necessary to facilitate COVID-19 responses, prepare for other pandemics, and determine the direction of the government's policies.

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: JHH, JYL, SKP. Data curation: JHH, JYL. Formal analysis: JHH, JYL. Investigation: JHH, JYL. Methodology: JHH, JYL, SKP. Supervision: SKP. Visualization: JHH. Writing – original draft: JHH, JYL, SYC. Writing – review & editing: SKP.

Supplementary Materials

Supplementary data are available online.

References

1. COVID-19 weekly epidemiological update (Edition 107 published 31 August 2022) [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2022 Oct 30]. Available from: <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19---31-august-2022>
2. Coronavirus (COVID-19), Republic of Korea [Internet]. Ministry of Health and Welfare; [cited 2022 Oct 30]. Available from: <http://ncov.mohw.go.kr>
3. Yun GJ. Changes and tasks in Korea's Healthcare system in times of the Covid-19 pandemic. Health Welf Policy Forum 2020;290:34-49.
4. Seoul COVID-19 response diary [Internet]. Seoul Metropolitan Government; [cited 2022 Sep 28]. Available from: https://www.seoul.go.kr/coronaV/coronaStatus.do?menu_code=53
5. Gyeonggi COVID-19 health and medical sector response record [Internet]. Gyeonggi Province; 2022 [cited 2022 Sep 28]. Available from: http://ebook.gg.go.kr/20220701_112129/
6. Central Disaster Management Headquarters. Press Release. COVID-19 [Internet]. Ministry of Health and Welfare; 2022 [cited 2022 Oct 1]. Available from: https://ncov.kdca.go.kr/tcmBoardList.do?brdId=&brdGubun=&dataGubun=&ncvContSeq=&contSeq=&board_id=140&gubun=
7. Sutton J, Shahtahmassebi G, Ribeiro HV, Hanley QS. Population density and spreading of COVID-19 in England and Wales. PLoS One 2022;17:e0261725.
8. Prem K, Liu Y, Russell TW, et al. The effect of control strategies to reduce social mixing on outcomes of the COVID-19 epidemic in Wuhan, China: a modelling study. Lancet Public Health 2020;5:e261-70. Erratum in: Lancet Public Health 2020;5:e260.
9. Islam N, Sharp SJ, Chowell G, et al. Physical distancing interventions and incidence of coronavirus disease 2019: natural experiment in 149 countries. BMJ 2020;370:m2743.

2016–2021년 5세 미만 결핵환자 감염원 조사 결과

김지은, 권윤형*

질병관리청 감염병정책국 결핵정책과

초 록

소아 결핵환자는 전염성 결핵환자의 최근 접촉으로 인한 감염의 가능성이 높아 5세 미만의 결핵환자가 신고되면 결핵균 (*Mycobacterium tuberculosis* complex)을 전파한 근원환자를 찾기 위한 조사를 시행한다. 2016–2021년, 「감염병의 진단기준」 고시에 따라 질병보건통합관리시스템에 결핵으로 신고된 만 5세(60개월) 미만 결핵환자의 신고서, 사례조사서 및 근원환자 조사 결과를 후향적으로 분석하였다. 총 88명의 환자 중 25명(28.4%)은 가족 중 근원환자가 있었고, 26명(29.5%)은 BCG (*Bacillus Calmette-Guérin*) 백신 접종 후 백신 균주인 *Mycobacterium bovis* BCG 감염이었고 37명(42.0%)은 감염원을 찾을 수 없었다. 감염원을 알 수 없는 소아 결핵환자 37명(42%)에 대해서 근원환자를 찾기 위해 가족접촉자 107명과 어린이집, 유치원 등 집단시설 접촉자 492명을 대상으로 흉부X선 검사를 시행하였음에도 근원환자를 발견하지 못했다. 어린 소아가 결핵으로 진단되면 최근 결핵 노출 가능성을 의심해야 하며, 소아에게 결핵균을 전파한 근원환자를 찾는 것은 지역사회 추가 전파 차단을 위해 매우 중요하다. 또한 *M. bovis* BCG 감염에 의한 결핵 사례는 BCG 예방접종 백신에 의한 이상반응이므로, 유전형 검사를 통해 이를 확인하고 신고대상에서 제외하는 것이 5세 미만 결핵환자의 정확한 현황파악을 위해 필요하다.

주요 검색어: 소아; 결핵; 근원환자 조사; *Mycobacterium bovis* Bacille Calmette Guerin (BCG)

서 론

결핵은 전염성 결핵환자의 기침이나 재채기를 통해 배출된 결핵균(*Mycobacterium tuberculosis* complex)이 호흡기를 통해 감염되는 공기 매개 감염병이다. 결핵균에 감염되었다고 해서 모두 발병하는 것이 아니라 감염된 사람의 일부에서만 균이 지속적으로 증식하여 결핵이 발생하고(초감염 결핵, primary tuberculosis) 대부분은 면역기전에 의해 결핵균이 억

제되어 잠복결핵감염 상태로 시간이 지난 뒤에 면역이 약해지면 억제되었던 결핵균이 다시 증식하여 결핵이 발생하게 된다(재활성화 결핵, reactivation tuberculosis) [1]. 2021년 우리나라 결핵 신환자 수는 18,335명(10만 명당 35.7명)으로 2011년 이후 10년간 53.6% 감소하였고 5세 미만의 결핵 신환자 수도 2011년 59명에서 2021년 4명(10만 명당 0.3명)으로 93.2% 감소하였다[2]. 소아의 결핵은 재감염 또는 잠복결핵 감염의 재활성화에 의해 발생하는 성인 결핵과 달리 초감염

Received December 13, 2022 Revised January 6, 2023 Accepted January 16, 2023

*Corresponding author: 권윤형, Tel: +82-43-719-7325, E-mail: yhhodori@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, 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?**

소아 결핵환자는 최근 감염의 가능성이 높아 5세 미만의 결핵환자가 신고되면 결핵균을 전파한 근원환자를 찾기 위한 조사를 시행한다. 소아에게 결핵균을 전파한 근원환자를 찾는 것은 지역사회 추가 전파 차단을 위해 매우 중요하다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2016년-2021년 사이 신고된 5세 미만 결핵환자는 총 88명이었다. 그중 25명(28.4%)은 가족 중 근원환자가 있었고, 26명(29.5%)은 BCG (*Bacillus Calmette-Guérin*) 백신 접종 후 백신 균주인 *Mycobacterium bovis* BCG 감염이었다. 나머지 37명(42.0%)은 감염원을 확인하지 못했다.

③ 시사점은?

신고된 5세 미만의 모든 소아 결핵환자의 감염원 조사를 강화하고, *M. bovis* BCG 감염 여부를 확인하는 것이 중요하다. *M. bovis* BCG 감염자는 신고대상에서 제외하여 5세 미만 결핵환자의 정확한 현황을 파악하는 것이 필요하다.

결핵이 잘 발생한다. 대부분의 소아는 전염성 결핵환자의 최근 접촉에 의해 감염되는 경우가 많아 특히 5세 미만 결핵환자는 소아에게 결핵균을 전파한 근원환자를 찾는 근원환자 조사(source case investigation)를 시행하여 추가적인 결핵 노출을 최소화하여야 한다[1,3,4]. 근원환자 조사는 지역사회 내 결핵의 추가 전파를 방지하기 위한 중요한 수단으로 질병관리청에서는 2016년부터 5세 미만 결핵환자 관리체계를 마련하고 보건소는 근원환자 조사를 시행하였다. 본 보고서는 그간 시행한 근원환자 조사결과를 분석하여 5세 미만 결핵환자의 감염원을 확인한 결과이다. 이를 5세 미만 결핵 환자 감소 전략 수립을 위한 근거로 활용하고 환자 발생 감시의 정책 개선을 제언하고자 한다.

방 법

2016년 1월 1일부터 2021년 12월 31일 사이 「감염병의 진단기준」 고시에 따라 의사가 결핵으로 진단하고 질병통합관리시스템에 신고한 만 5세(60개월) 미만 환자의 신고서 및 사례조사서를 후향적으로 분석하였다. 소아의 나이는 신고 당시 만 나이로 적용하였고 개월 단위로 구분하여 분석하였다. 근원환자 조사 결과는 질병보건통합관리시스템에 입력된 가족접촉자 검진 결과 및 5세 미만 결핵환자 근원환자 조사결과를 확인하였다. 국가결핵관리지침에 따라 5세 미만 결핵환자가 신고되면, 먼저 가족 중 결핵환자가 있는지 확인하기 위해 흉부X선 검사 등을 실시하였다. 가족접촉자 검진의 대상자는 치료시작일 이전 3개월부터 치료시작 2주까지 같은 공간에서 생활하거나 주기적으로 접촉한 가족 및 동거인 등으로 이는 산후도우미 또는 육아도우미 등도 포함하였다. 가족접촉자 중 결핵환자가 없는 경우 어린이집, 유치원 등 집단시설에서 밀접하게 접촉할 가능성이 있는 성인(보육교사, 통학버스 기사, 급식조리사 등)을 대상으로 흉부X선 검사를 시행하여 발견되지 않은 결핵환자가 있는지 확인하였다. 분석은 Microsoft Office Excel 2013 (Microsoft)을 사용하여 환자의 임상 및 역학적 정보에 대한 기술 통계 분석방법으로 분석하였다.

결 과**1. 5세 미만 결핵환자 현황**

2016년부터 2021년 사이 총 91명의 결핵환자가 신고되었고 이 중 3명은 오신고 사례로 확인되어 분석에서 제외하여 총 88명이 포함되었다. 환자의 중앙연령은 24.5개월이었고 24개월 미만의 환자가 48.9% (43명)로 절반가량을 차지하였으며, 남아가 51.1% (45명)였다. 폐결핵이 35.2% (31명), 폐외결핵 64.8% (57명)로 폐외결핵 부위로는 척추, 관절 및 뼈의 결핵이 25.0% (22명)로 가장 많았고, 림프절결핵이

표 1. 2016-2021년 5세 미만 결핵환자 현황

구분	계	2016	2017	2018	2019	2020	2021
계	88 (100.0)	15 (100.0)	16 (100.0)	26 (100.0)	18 (100.0)	9 (100.0)	4 (100.0)
연령별 나이							
0-11개월	23 (26.1)	5 (33.3)	4 (25.0)	3 (11.5)	5 (27.8)	5 (55.6)	1 (25.0)
12-23개월	20 (22.7)	2 (13.3)	3 (18.8)	6 (23.1)	6 (33.3)	1 (11.1)	2 (50.0)
24-35개월	13 (14.8)	3 (20.0)	4 (25.0)	2 (7.7)	4 (22.2)	-	-
36-47개월	17 (19.3)	3 (20.0)	3 (18.8)	7 (26.9)	1 (5.6)	2 (22.2)	1 (25.0)
48-59개월	15 (17.0)	2 (13.3)	2 (12.5)	8 (30.8)	2 (11.1)	1 (11.1)	-
성별							
남	45 (51.1)	8 (53.3)	8 (50.0)	12 (46.2)	10 (55.6)	4 (44.4)	3 (75.0)
여	43 (48.9)	7 (46.7)	8 (50.0)	14 (53.8)	8 (44.4)	5 (55.6)	1 (25.0)
국적							
내국인	80 (90.9)	14 (93.3)	15 (93.8)	23 (88.5)	18 (100.0)	6 (66.7)	4 (100.0)
외국인 ^{a)}	8 (9.1)	1 (6.7)	1 (6.2)	3 (11.5)	-	3 (33.3)	-
병변 위치별							
폐결핵	31 (35.2)	10 (66.7)	6 (37.5)	6 (23.1)	3 (16.7)	6 (66.7)	-
폐외결핵	57 (64.8)	5 (33.3)	10 (62.5)	20 (76.9)	15 (83.3)	3 (33.3)	4 (100.0)
BCG 접종력							
미접종	8 (9.1)	1 (6.7)	3 (18.8)	1 (3.8)	1 (5.6)	2 (22.2)	-
접종							
경피	39 (44.3)	5 (33.3)	5 (31.3)	13 (50.0)	10 (55.6)	3 (33.3)	3 (75.0)
피내	37 (42.0)	8 (53.3)	7 (43.8)	11 (42.3)	7 (38.9)	3 (33.3)	1 (25.0)
불분명	2 (2.3)	1 (6.7)	-	-	-	1 (11.1)	-
모름	2 (2.3)	-	1 (6.3)	1 (3.8)	-	-	-

단위: 명(%). ^{a)}국적: 우간다 2명, 아랍에미레이트, 카자흐스탄, 우즈베키스탄, 중국, 몽골, 러시아 각 1명.

17.0% (15명)로 확인되었다. 86.4% (76명)는 BCG¹⁾ (Bacillus Calmette-Guérin) 접종을 받았고 접종자 중 51.3% (39명)가 경피용 백신으로 접종받았다. BCG 접종을 받지 않은 8명 중 4명은 출생 시 선천결핵으로 진단받은 환자이고 3명은 BCG를 접종하지 않는 외국에서 태어난 환자였다. BCG 접종력이 확인되지 않은 4명은 모두 외국인으로 2명은 접종은 받았으나 백신종류를 모르는 환자였고 2명은 접종 여부가 확인되지 않았다(표 1).

2. 5세 미만 결핵환자의 근원환자 및 추정 감염원

2016년부터 2021년 사이 신고된 5세 미만 결핵환자 88

명 중 근원환자를 확인할 수 있었던 사례는 25명(28.4%)으로 모두 가족 구성원이었고, 26명(29.5%)의 환자는 BCG 접종 후 백신 균주인 *Mycobacterium bovis* BCG에 감염된 사례였으며 37명(42.0%)은 감염원을 찾을 수 없었다. 근원환자가 가족 구성원인 소아결핵환자 25명 중 10명(40.0%)이 12개월 미만 시기에 발병하였고, *M. bovis* BCG 감염된 환자 26명 중 20명(76.9%)이 24개월 미만 시기에 진단되었다(표 2).

1) 가족 구성원

가족 중에 근원환자가 있는 25명의 소아 환자 중 21명(84.0%)은 폐결핵 진단을 받았고 이 중 출생 직후 신생아 시

1) BCG는 소에서 분리한 *Mycobacterium bovis*를 계대 배양하여 독성을 약화시켜 만든 생백신으로 우리나라는 생후 4주 이내 접종, 백신 균주인 *M. bovis* BCG는 피라진아미드와 싸이클로세린에 내성이 있음.

표 2. 추정 감염원에 따른 5세 미만 결핵환자 현황

구분	총	감염원		
		가족구성원	<i>Mycobacterium bovis</i> BCG	불명
계	88 (100.0)	25 (28.4)	26 (29.5)	37 (42.0)
나이				
0-11개월	23 (26.1)	10 (40.0)	9 (34.6)	4 (10.8)
12-23개월	20 (22.7)	3 (12.0)	11 (42.3)	6 (16.2)
24-35개월	13 (14.8)	5 (20.0)	3 (11.5)	5 (13.5)
36-47개월	17 (19.3)	3 (12.0)	3 (11.5)	11 (29.7)
48-59개월	15 (17.0)	4 (16.0)	-	11 (29.7)
성별				
남	45 (51.1)	13 (52.0)	14 (53.8)	18 (48.6)
여	43 (48.9)	12 (48.0)	12 (46.2)	19 (51.4)
국적				
내국인	80 (90.9)	22 (88.0)	25 (96.2)	33 (89.2)
외국인	8 (9.1)	3 (12.0)	1 (3.8)	4 (10.8)
병변 위치별				
폐결핵	31 (35.2)	21 (84.0)	1 ^{a)} (3.8)	9 (24.3)
폐외결핵				
척추, 관절 및 뼈의 결핵	22 (25.0)	-	15 (57.7)	7 (18.9)
림프절결핵	15 (17.0)	2 (8.0)	3 (11.5)	10 (27.0)
기타 장기의 결핵	6 (6.8)	1 (4.0)	2 (7.7)	3 (8.1)
피부 및 피하 조직의 결핵	6 (6.8)	-	4 (15.4)	2 (5.4)
결핵성 뇌수막염	3 (3.4)	-	-	3 (8.1)
결핵성 흉막염	3 (3.4)	1 (4.0)	-	2 (5.4)
림프절결핵, 척추, 관절 및 뼈의 결핵	1 (1.1)	-	1 (3.8)	-
신경계 및 기타 장기의 결핵	1 (1.1)	-	-	1 (2.7)
검체 배양검사				
양성				
가래 또는 위세척액	12 (13.6)	9 (36.0)	-	3 (8.1)
객담 외 검체	15 (19.3)	-	13 (50.0)	2 (5.4)
음성	34 (38.6)	10 (40.0)	5 (19.2)	19 (51.4)
미검	25 (28.4)	6 (24.0)	8 (30.8)	13 (35.1)
BCG 접종력				
미접종	8 (9.1)	6 (24.0)	-	2 (5.4)
접종				
경피	39 (44.3)	5 (20.0)	17 (65.4)	17 (45.9)
피내	37 (42.0)	13 (52.0)	8 (30.8)	16 (43.2)
불분명	2 (2.3)	1 (4.0)	1 (3.8)	-
모름	2 (2.3)	-	-	2 (5.4)

단위: 명(%). ^{a)}폐결핵 및 림프절결핵.

기에 엄마와 함께 폐결핵을 진단받은 4명의 환자는 선천성 폐결핵이었다. 가래 또는 위세척액 검사를 시행한 19명 중 9명(47.4%)은 배양검사서 양성으로 확인되었고, 약제 감수성

결과 다제내성 결핵환자는 없었다. 가족이 먼저 결핵으로 진단받은 후 가족접촉자 검진으로 결핵 진단을 받은 소아가 22명(88.0%)으로 대부분이었고 진단 당시 8명은 결핵관련 증

상이 없었다. 반면, 소아가 증상이 있어 먼저 결핵 진단을 받은 후 가족접촉자 검진을 통해 근원환자 가족을 발견한 사례는 2명이 있었다. 또한 가족이 결핵을 진단받았으나 가족접촉자 검진을 받지 않은 소아가 증상이 생긴 후 결핵 진단을 받은 환자가 1명 있었다. 근원환자는 엄마 15명(60.0%), 아빠 6명(24.0%), 조부모 3명(12.0%), 형제자매 1명(4.0%) 순으로 확인되었다. 19명(76.0%)은 BCG를 접종 받았고, 미접종자 6명 중 4명은 선천 결핵으로 접종 대상이 아니며 2명은 신생아 시기에 외국에 거주하여 BCG 접종을 받지 않았다.

2) BCG 백신 균주(*M. bovis* BCG) 감염

BCG 백신 접종 이후 백신 균주인 *M. bovis* BCG에 감염된 사례는 26명으로 유전형 검사결과 *M. bovis* BCG로 확인된 사례 4건(15.4%), 결핵균 감수성검사 결과 피라진아미드와 싸이클로세린에 내성이 확인된 사례는 11건(42.3%), 균 검사결과는 없으나 사례조사서에 주치의 소견이 있는 사례는 11건(42.3%)이었다. 26명의 환자 중 폐외결핵이 25명이며 1명은 폐결핵과 림프절결핵이 동시에 진단되었다. 폐외결핵의 부위로는 척추, 관절 및 뼈의 결핵이 15명(57.7%), 피부 및 피하조직의 결핵 4명(15.4%), 림프절결핵 3명(11.5%)이었으며, 림프절결핵과 척추, 관절 및 뼈의 결핵이 같이 진단된 환자가 1명 있었다. BCG 접종 종류에 따라 경피용 접종자가 17명(65.4%)이었고 피내용 접종자는 8명(30.8%)이며 1명(3.8%)은 접종 종류가 확인되지 않았다.

3) 감염원 불명

감염원을 알 수 없는 소아 결핵환자 37명의 근원환자를 찾기 위해 환자가 다니고 있는 어린이집, 유치원 등 집단시설 접촉자 492명 및 환자의 가족접촉자 등 107명을 대상으로 흉부X선 검사를 시행하였으나 근원환자를 발견하지 못했다. 감염원 불명 환자의 75.7% (28명)는 폐외결핵이며 림프절결핵 10명(27.0%), 척추, 관절 및 뼈의 결핵이 7명(18.9%)이었고

결핵성 뇌수막염이 3명(8.1%) 있었다. 가래 또는 위세척액 배양검사에서 3명이 양성으로 확인되었고, 농양 등 객담 외 검체 배양검사 결과 2명이 양성으로 확인되었으며 약제감수성 검사 결과 모두 감수성 결핵이었다. 33명(89.2%)은 BCG 접종을 받았고 2명(5.4%)은 미접종자였으며 2명(5.4%)은 외국인으로 접촉력이 확인되지 않았다.

논 의

5세 미만의 어린 소아 결핵환자가 발견되면 접촉자를 대상으로 흉부X선 검사를 하는 것은 소아 결핵환자에게 결핵균을 전파한 근원환자를 찾는 것을 목적으로 한다. 일반적으로 잠복결핵감염 상태로 있다가 발병하는 성인 결핵환자의 감염원 및 감염경로를 찾는 조사는 노력에 비해 찾기가 어렵고 효과적이지 않다[4]. 따라서 최근 감염으로 발병하는 어린 소아, 특히 5세 미만의 결핵환자를 대상으로만 한정하고 있으며, 소아의 근원환자를 발견하는 경우도 평균 50% 이하이다[4].

우리나라에서 2016년부터 2021년 사이 신고된 5세 미만 결핵환자 88명 중 25명(28.4%)은 가족 중에 근원환자가 있었고 37명(42.0%)은 감염원을 찾을 수 없었으며 26명(29.5%)의 환자는 BCG 접종 후 백신 균주인 *M. bovis* BCG 감염된 사례였다.

5세 미만 결핵환자 중 가족으로부터 감염된 환자의 근원환자는 대부분 가장 밀접하게 접촉했던 부모였다. 가족 중에 근원환자가 확인되면 추가적인 조사는 시행하지 않는다. 결핵환자 발생 시, 가족접촉자 중 영유아가 있으면 반드시 검사 받아야 하며 잠복결핵감염으로 진단받은 경우 치료를 완료하면 결핵으로 발병하는 것을 예방할 수 있다.

감염원을 알 수 없는 소아결핵 환자의 가족 및 어린이집과 유치원 등 집단시설 접촉자를 대상으로 흉부X선 검사를 시행하였으나 근원환자를 발견하지 못했다. 우리나라 결핵환자 수가 감소하고 있으나 매년 2만여 명 이상의 환자가 결핵으로

치료를 받고 있어 일상에서 모르는 사이 결핵환자에게 노출될 가능성이 있다[2]. 또한 감염원이 불명인 환자 중 폐외결핵의 일부는 BCG 백신 균주인 *M. bovis* BCG 감염 가능성이 의심되나 확인을 위한 균검사를 하지 않았거나, 사례조사서에 주치의 소견이 기록되어 있지 않아 감염원이 확인되지 않은 사례도 있을 것으로 판단된다.

BCG 백신은 우형결핵균(*M. bovis*)을 약독화시켜 개발한 생백신으로 결핵 예방을 위해 사용되고 있다[1]. 우리나라는 생후 4주 이내 접종하는 필수예방접종으로 2021년 대상자의 98.5%가 접종을 받았다[5]. *M. bovis* BCG 감염은 예방접종에 의한 이상반응으로 드물게 나타나며, 국소적 이상반응인 림프절염은 면역이 정상인 접종자의 1% 미만에서 나타나고, 심한 이상반응인 골염의 경우 10만 명당 5명의 빈도로 발생한다[1]. *M. bovis* BCG 감염으로 인한 결핵 발병은 전염성 결핵환자 접촉으로 호흡기를 통해 감염된 후 결핵이 발병하는 것과는 다른 것으로 미국과 캐나다 등에서는 결핵 신고대상에서 *M. bovis* BCG 감염자를 제외하고 있다[6,7]. 현재 우리나라 「감염병의 진단기준 고시」에는 *M. bovis* BCG 감염으로 인한 환자를 결핵 신고 대상에서 제외하는 기준이 없어 신고를 하고 있고, 일부 의사는 BCG 접종에 의한 이상반응으로 보고, 신고하지 않는 경우도 있다. 이에 「감염병의 진단기준 고시」를 개정하여 *M. bovis* BCG 감염으로 인한 환자는 백신에 의한 이상반응이므로 신고 대상에서 제외하는 것과 소아 환자 중 *M. bovis* BCG 감염이 의심되는 경우 환자의 객담 및 객담의 검체에 대한 유전형 검사를 실시할 수 있는 체계 마련이 필요하다.

소아는 일반적인 성인 결핵과 달리 초감염 결핵이 많아 어린 소아가 결핵으로 진단받으면 최근 결핵 노출 가능성을 의심해봐야 한다. 따라서 확인되지 않은 근원환자와 감염경로를 파악하는 것은 지역사회 내에서 추가 전파를 차단하기 위해 매우 중요하다. 이에 신고된 5세 미만의 모든 소아 결핵환자의 감염원 조사를 강화하고, BCG 접종에 의한 *M. bovis* BCG

감염 사례는 신고대상에서 제외하여 5세 미만 결핵환자의 정확한 현황을 파악하는 것이 필요하다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: We would like to express our gratitude to the Korea Tuberculosis Epidemic Intelligence Service (KTEIS) team, KDCA.

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

Author Contributions: Conceptualization: JK, YK. Data curation: JK. Formal analysis: JK. Methodology: JK, YK. Project administration: YK. Writing – original draft: JK. Writing – review & editing: JK, YK.

References

1. Joint Committee for the Revision of Korean Guidelines for Tuberculosis. Korean guidelines for tuberculosis. 4th ed. Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2020.
2. Korea Disease Control and Prevention Agency. Annual report on the notified tuberculosis in Korea, 2021. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2022.
3. Dwilow R, Hui C, Kakkar F, Kitai I. Chapter 9: pediatric tuberculosis. Can J Respir Crit Care Sleep Med 2022;6 Suppl 1:129-48.
4. 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.
5. Korea Disease Control and Prevention Agency. National childhood vaccination coverage among children aged 1-3 and 6 years in Korea, 2021. Korea Disease Control and Pre-

vention Agency; 2022.

6. Centers for Disease Control and Prevention. 2020 Report of verified case of tuberculosis (RVCT) instruction manual. Centers for Disease Control and Prevention; 2021.

7. Mounchili A, Perera R, Lee RS, Njoo H, Brooks J. Chapter 1: epidemiology of tuberculosis in Canada. Can J Respir Crit Care Sleep Med 2022;6 Suppl 1:8-21.

Source Case Investigation Results for Children Under the Age of 5 Years with Tuberculosis in the Republic of Korea, 2016–2021

Jieun Kim, Yunhyung Kwon*

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

ABSTRACT

Children with tuberculosis (TB) are highly likely to be infected by recent contact with a contagious patient with TB. When a patient with TB under the age of 5 is reported, an investigation is conducted to find the TB source. From 2016 to 2021, reports of patients with TB under the age of 5 reported according to the notice of diagnostic criteria for infectious diseases, case reports, and source case investigation results were retrospectively analyzed. A total of 88 patients with TB under the age of 5 were reported between 2016 and 2021. Of these, 25 (28.4%) were infected through household contacts. Twenty-six (29.5%) cases were infected with *Mycobacterium bovis* Bacillus Calmette–Guérin (BCG), a vaccine strain with BCG, after vaccination, and the source of the infection was not identified in 37 (42.0%) cases. Chest X-rays were performed on 107 household contacts of children with TB and 492 contacts in congregate settings such as daycare centers and kindergartens to find the source of infection of 37 pediatric patients with TB of unknown source; however, the source cases were not found. If a young child is diagnosed with TB, the possibility of recent exposure should be suspected, and finding the source is crucial to prevent further transmission in the community. *M. bovis* BCG infection is an adverse reaction caused by BCG vaccination; therefore, it is necessary to confirm these cases through genotype testing and exclude these from TB reporting to accurately understand the status of patients with TB under the age of 5.

Key words: Children; Tuberculosis; Source case investigation; *Mycobacterium bovis* Bacille Calmette Guerin (BCG)

*Corresponding author: Yunhyung Kwon, Tel: +82-43-719-7325, E-mail: yhhodori@korea.kr

Introduction

Tuberculosis is an airborne, infectious disease of the respiratory tract caused by the *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*) complex released by contagious tuberculosis patients through coughing or sneezing. Only a small percentage of individuals infected with the *M. tuberculosis* complex

develop tuberculosis. The bacterium continues to proliferate in some infected individuals and may eventually cause primary tuberculosis. In most cases, the bacterium is suppressed by the immune system, resulting in latent tuberculosis infection, while the suppressed bacterium proliferates and causes tuberculosis when the immune system of the host is weakened [1]. In 2021, there were 18,335 new tuberculosis patients in the Republic

Key messages

① What is known previously?

Children with tuberculosis (TB) are highly likely to be infected by recent contact with a contagious patient with TB. If a young child is diagnosed with TB, it is essential to find the source case to prevent further transmission in the community.

② What new information is presented?

A total of 88 patients with TB under the age of 5 were reported between 2016 and 2021. Of these, 25 (28.4%) were infected through household contacts. Twenty-six (29.5%) cases were infected with *Mycobacterium bovis* Bacillus Calmette-Guérin (BCG), a vaccine strain with BCG, after vaccination, and the source of the infection was not found in 37 (42.0%) cases.

③ What are implications?

It is vital to strengthen the investigation for identifying source cases of patients under the age of 5. *M. bovis* BCG infection is an adverse reaction caused by BCG vaccination; therefore, it is necessary to confirm these cases through genotype testing and exclude these from TB reporting to accurately understand the status of patients with TB under the age of 5.

of Korea (ROK) (35.7 per 100,000). From 2011 to 2021, the number of new tuberculosis patients decreased by 53.6%, and those under the age of 5 also decreased by 93.2% (from 59 in 2011 to 4 in 2021, or 0.3 per 100,000) [2]. Unlike tuberculosis in adults, which is caused by reinfection or reactivation of latent tuberculosis infection, tuberculosis in children is mostly caused by primary infection. Most children are infected through recent contact with contagious tuberculosis patients. In particular, tuberculosis patients under the age of 5 must undergo a source case investigation to identify the source of transmission and minimize additional exposure [1,3,4].

Source case investigation is an important means to prevent additional transmission of tuberculosis within local communities. In 2016, the Korea Disease Control and Prevention Agency established a tuberculosis patient management system for children under the age of 5 years, and since then, public health centers have been conducting source case investigations. This study reports the results of source case investigations to identify sources of tuberculosis infection in patients under the age of 5 years. The findings of this study are intended to serve as a basis for establishing strategies to reduce the number of tuberculosis cases under the age of 5 and suggesting policy improvements for patient monitoring.

Methods

Reporting forms and case reports of patients under the age of 5 years (60 months) who were diagnosed with tuberculosis by a physician and whose cases were reported to the Korea National Tuberculosis Surveillance System in accordance with Case Definitions for National Notifiable Infectious Diseases between January 2016 and December 31, 2021, were collected. Secondly, the data of the patients were retrospectively analyzed. The age of patients at the time of reporting was used and analyzed in months. The results of source case investigations in tuberculosis patients under the age of 5 years and household contact investigations, which were entered into the Korea National Tuberculosis Surveillance System, were analyzed. In accordance with the national tuberculosis contact investigation guidelines, tuberculosis patients under the age of 5 years whose cases were reported underwent chest X-rays to confirm tuberculosis infection. The subjects of household contact investigation were family members and cohabitants who lived in

the same residence or were in regular contact from 3 months before the start of treatment to 2 weeks after the start of treatment, including postpartum caretakers and babysitters. If no tuberculosis patient was observed among household contacts, any adults who were likely to have had close contacts in congregate settings, such as daycare centers and kindergartens, including daycare teachers, school bus drivers, and school cafeteria staff, underwent chest X-rays to identify potential tuberculosis patients. Microsoft Office Excel 2013 (Microsoft) was used to conduct descriptive statistical analysis of clinical and epidemiological information about patients.

Results

1. Status of Tuberculosis Patients Under the Age of 5 Years

A total of 91 tuberculosis patients under the age of 5 were reported between 2016 and 2021. Of the 91 patients, three were confirmed as non-tuberculosis cases and excluded. Therefore, a total of 88 patients were included in the final analysis. The median age of the patients was 24.5 months. Approximately half of the patients, at 48.9%, were <24 months old, and similarly, 51.1% of the patients (n=45) were boys. Of the 88 patients, 31 (35.2%) and 57 (64.8%) had pulmonary tuberculosis and extrapulmonary tuberculosis, respectively. The most common extrapulmonary tuberculosis sites were the spine, joint, and bone joint in 22 patients (25.0%), and 15 (17.0%) had lymph node tuberculosis. Of the 76 patients (86.4%) who received the BCG¹⁾ (Bacillus Calmette-Guérin) vaccine, 39 (51.3%) were percutaneously vaccinated. Of the eight patients who did not receive the BCG vaccine, four were

diagnosed with congenital tuberculosis, and three were born in other countries that do not administer the BCG vaccine. All four patients who were not vaccinated with BCG were foreigners, and of these, two patients were vaccinated without knowledge of the vaccine type, while the other two patients had unknown vaccination histories (Table 1).

2. Source Case and Presumed Infection Source in Tuberculosis Patients Under the Age of 5 Years

Of the 88 tuberculosis patients under the age of 5 years reported between 2016 and 2021, 25 patients had confirmed source cases, all of which were family members, and 26 patients (29.5%) were infected after vaccination with the vaccine strain *Mycobacterium bovis* BCG. In 37 patients (42.0%), the infection source could not be identified. Of the 25 patients whose source cases were family members, 10 (40.0%) had tuberculosis onset at <12 months of age. Of the 26 patients infected with *M. bovis* BCG, 20 (76.9%) were diagnosed at <24 months of age (Table 2).

1) Family members

Of the 25 patients with family members as the source cases, 21 (84.0%) were diagnosed with pulmonary tuberculosis. Of these, four patients, who were diagnosed with pulmonary tuberculosis with their mothers during the neonatal period, had congenital pulmonary tuberculosis. Of the 19 patients who underwent a sputum or gastric lavage fluid culture test, nine (47.4%) tested positive, and the drug sensitivity test showed no cases of multidrug-resistant tuberculosis. A total of 22 patients (88.0%) were diagnosed with tuberculosis through household

1) BCG was originally developed from *Mycobacterium bovis*, which isolated in cattle. While toxicity has been weakened, it is still live. In the Republic of Korea, it is vaccinated within 4 weeks of birth. The vaccine strain, *M. bovis* BCG, is resistant to pyrazinamide and cycloserine.

Table 1. Tuberculosis (TB) cases under the age of 5 years, 2016–2021

Classification	Total	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total	88 (100.0)	15 (100.0)	16 (100.0)	26 (100.0)	18 (100.0)	9 (100.0)	4 (100.0)
Age							
0–11 month of age	23 (26.1)	5 (33.3)	4 (25.0)	3 (11.5)	5 (27.8)	5 (55.6)	1 (25.0)
12–23 month of age	20 (22.7)	2 (13.3)	3 (18.8)	6 (23.1)	6 (33.3)	1 (11.1)	2 (50.0)
24–35 month of age	13 (14.8)	3 (20.0)	4 (25.0)	2 (7.7)	4 (22.2)	-	-
36–47 month of age	17 (19.3)	3 (20.0)	3 (18.8)	7 (26.9)	1 (5.6)	2 (22.2)	1 (25.0)
48–59 month of age	15 (17.0)	2 (13.3)	2 (12.5)	8 (30.8)	2 (11.1)	1 (11.1)	-
Sex							
Male	45 (51.1)	8 (53.3)	8 (50.0)	12 (46.2)	10 (55.6)	4 (44.4)	3 (75.0)
Female	43 (48.9)	7 (46.7)	8 (50.0)	14 (53.8)	8 (44.4)	5 (55.6)	1 (25.0)
Ethnicity							
Korean	80 (90.9)	14 (93.3)	15 (93.8)	23 (88.5)	18 (100.0)	6 (66.7)	4 (100.0)
Non-Korean ^{a)}	8 (9.1)	1 (6.7)	1 (6.2)	3 (11.5)	-	3 (33.3)	-
Type of TB							
PTB	31 (35.2)	10 (66.7)	6 (37.5)	6 (23.1)	3 (16.7)	6 (66.7)	-
EPTB	57 (64.8)	5 (33.3)	10 (62.5)	20 (76.9)	15 (83.3)	3 (33.3)	4 (100.0)
BCG vaccination							
Unvaccinated	8 (9.1)	1 (6.7)	3 (18.8)	1 (3.8)	1 (5.6)	2 (22.2)	-
Vaccinated							
Percutaneous	39 (44.3)	5 (33.3)	5 (31.3)	13 (50.0)	10 (55.6)	3 (33.3)	3 (75.0)
Intradermal	37 (42.0)	8 (53.3)	7 (43.8)	11 (42.3)	7 (38.9)	3 (33.3)	1 (25.0)
Unclear	2 (2.3)	1 (6.7)	-	-	-	1 (11.1)	-
Unknown	2 (2.3)	-	1 (6.3)	1 (3.8)	-	-	-

Unit: person (%). PTB=pulmonary tuberculosis; EPTB=extra-pulmonary tuberculosis. ^{a)}Uganda 2, United Arab Emirates 1, Kazakhstan 1, Uzbekistan 1, China 1, Mongolia 1, Russia 1.

contact investigation after a family member had been diagnosed with the disease, including eight patients with no tuberculosis-related symptoms. Similarly, there were two cases in which the child was first diagnosed with tuberculosis after showing symptoms, and the source family member was identified through household contact investigation. Additionally, in one case, a family member was diagnosed with tuberculosis, and the child, who was not screened for potential infection at that time, developed symptoms and was diagnosed with tuberculosis. The most common family source was the mother in 15 cases (60.0%), followed by the father in six cases (24.0%), the grandparents in three cases (12.0%), and siblings in one case

(4.0%). Of the 25 patients with family members as the source, 19 (76.0%) were vaccinated with BCG. Of the six unvaccinated patients, four had congenital tuberculosis, and hence they were not eligible for vaccination, while the two remaining cases resided abroad during their neonatal period and were unvaccinated.

2) BCG vaccine strain (*M. bovis* BCG) infection

A total of 26 patients were infected with *M. bovis* BCG, a vaccine strain, after vaccination. Molecular typing showed four patients (15.4%) with confirmed *M. bovis* BCG infection, 11 (42.3%) with resistance to pyrazinamide and cycloserine on

Table 2. Tuberculosis (TB) cases under the age of 5 years by source of infection

Classification	Total	Source of infection		
		Household contacts	<i>Mycobacterium bovis</i> BCG	Unknown
Total	88 (100.0)	25 (28.4)	26 (29.5)	37 (42.0)
Age group				
the age of 0-11 months	23 (26.1)	10 (40.0)	9 (34.6)	4 (10.8)
the age of 12-23 months	20 (22.7)	3 (12.0)	11 (42.3)	6 (16.2)
the age of 24-35 months	13 (14.8)	5 (20.0)	3 (11.5)	5 (13.5)
the age of 36-47 months	17 (19.3)	3 (12.0)	3 (11.5)	11 (29.7)
the age of 48-59 months	15 (17.0)	4 (16.0)	-	11 (29.7)
Sex				
Male	45 (51.1)	13 (52.0)	14 (53.8)	18 (48.6)
Female	43 (48.9)	12 (48.0)	12 (46.2)	19 (51.4)
Ethnicity				
Korean	80 (90.9)	22 (88.0)	25 (96.2)	33 (89.2)
Non-Korean	8 (9.1)	3 (12.0)	1 (3.8)	4 (10.8)
Type of TB				
PTB	31 (35.2)	21 (84.0)	1 ^a (3.8)	9 (24.3)
EPTB				
Bone and joint TB	22 (25.0)	-	15 (57.7)	7 (18.9)
Lymph node TB	15 (17.0)	2 (8.0)	3 (11.5)	10 (27.0)
Other organ TB	6 (6.8)	1 (4.0)	2 (7.7)	3 (8.1)
Skin and cutaneous TB	6 (6.8)	-	4 (15.4)	2 (5.4)
TB meningitis	3 (3.4)	-	-	3 (8.1)
TB pleurisy	3 (3.4)	1 (4.0)	-	2 (5.4)
Lymph node, bone and joint TB	1 (1.1)	-	1 (3.8)	-
TB of the nervous system and other organ TB	1 (1.1)	-	-	1 (2.7)
Culture result				
Positive				
sputum or gastric juice	12 (13.6)	9 (36.0)	-	3 (8.1)
Specimens other than sputum or gastric juice	15 (19.3)	-	13 (50.0)	2 (5.4)
Negative	34 (38.6)	10 (40.0)	5 (19.2)	19 (51.4)
None	25 (28.4)	6 (24.0)	8 (30.8)	13 (35.1)
BCG vaccination				
Unvaccinated	8 (9.1)	6 (24.0)	-	2 (5.4)
Vaccinated				
Percutaneous	39 (44.3)	5 (20.0)	17 (65.4)	17 (45.9)
Intradermal	37 (42.0)	13 (52.0)	8 (30.8)	16 (43.2)
Unclear	2 (2.3)	1 (4.0)	1 (3.8)	-
Unknown	2 (2.3)	-	-	2 (5.4)

Unit: person (%). PTB=pulmonary tuberculosis; EPTB=extra-pulmonary tuberculosis. ^aPTB+Lymph node TB.

the tuberculosis susceptibility test, and 11 (42.3%) with no test results but presumed *M. bovis* BCG infection based on the opinion of the attending physician. Of the 26 patients, 25 had extrapulmonary tuberculosis, and one patient was simultaneously diagnosed with pulmonary tuberculosis and lymph node tuberculosis. The sites of extrapulmonary tuberculosis were the spine, joints, and bones in 15 patients (57.7%), the skin and subcutaneous tissue in four patients (15.4%), and the lymph nodes in three patients (11.5%), with one patient having a simultaneous diagnosis of lymph node, spine, joint, and bone tuberculosis. BCG vaccination type was as follows: 17 patients (65.4%) with percutaneous vaccination, eight patients (30.8%) with intradermal vaccination, and one patient (3.8%) with an unknown vaccination type.

3) An unknown infection source

To find the source of infection in 37 patients with unknown infection sources, chest X-rays were performed on 492 contacts in congregate settings, such as daycare centers and kindergartens, and 107 household contacts. However, the source case could still not be identified. Of the patients with an unknown infection source, 28 (75.7%) had extrapulmonary tuberculosis, including 10 (27.0%) and 7 (18.9%) patients with spine, joint, and bone tuberculosis and tuberculous meningitis, respectively. Three patients tested positive for sputum or gastric lavage fluid culture tests, and two patients tested positive for abscess and other excretion culture tests. The results of the drug sensitivity test showed susceptible tuberculosis in all the cases. Of the 37 patients with unknown infection sources, 33 patients (89.2%) were vaccinated with BCG, and two patients (5.4%) were unvaccinated. The vaccination history was unknown for the two remaining patients (5.4%), who were

foreigners.

Discussion

A chest X-ray is performed to find the source of infection in tuberculosis patients under the age of 5 years. In general, source case investigation is difficult and ineffective in adults who develop tuberculosis after latent tuberculosis infection [4]. Therefore, source case investigation is limited to young children under the age of 5 who develop tuberculosis. The identification of source cases was achieved in <50% of the cases in this study [4].

Of the 88 patients with tuberculosis under the age of 5 years reported between 2016 and 2021 in the ROK, 25 (28.4%) had a family source case, 37 (42.0%) had an unknown infection source, and 26 (29.5%) were infected with *M. bovis* BCG after BCG vaccination.

In cases where the infection is from a family member, the most common source is the parent, who has the closest contact with the child. When the source case was identified in the family, no further investigation was implemented. When a tuberculosis patient is identified, the infants in the contacts' families must be tested for potential infection. If latent tuberculosis infection is diagnosed, proper completion of treatment can prevent the development of tuberculosis.

For patients with an unknown infection source, chest X-rays were performed for household contacts and other close contacts in congregate settings, such as daycare centers and kindergartens; however, the source case could still not be identified. Although the number of tuberculosis patients is decreasing in the ROK, >20,000 patients are currently undergoing treatment, and there are risks of potential exposure

to tuberculosis patients without knowledge of daily life [2]. In addition, among cases with an unknown source, some cases of extrapulmonary tuberculosis were suspected to be through *M. bovis* BCG infection, and bacterial tests may not have been carried out for confirmation. In other cases, the opinion of the attending physician was not recorded in the case reports, and hence, the infection source may not have been identified.

The BCG vaccine is a live vaccine against tuberculosis developed by attenuating *M. bovis* [1]. In the ROK, BCG vaccination must be provided within 4 weeks of birth, and in 2021, 98.5% of children were vaccinated [5]. *M. bovis* BCG infection is a rare adverse event of vaccination. Lymphadenitis, a local adverse reaction, is observed in <1% of vaccinated individuals with a normal immune system, and osteitis, which is a severe adverse reaction, occurs in only five per 100,000 vaccinated individuals [1]. Tuberculosis caused by *M. bovis* BCG infection is different from that caused by respiratory tract infection through contact with a contagious patient. In the U.S. and Canada, those infected with *M. bovis* BCG are not subject to respective tuberculosis reporting systems [6,7]. Currently, the Case Definitions for National Notifiable Infectious Diseases in the ROK do not state any standards for excluding tuberculosis cases caused by *M. bovis* BCG infection from cases reported to the tuberculosis management system. In some cases, physicians consider *M. bovis* BCG infection as an adverse event caused by BCG vaccination and do not report such cases. Therefore, the Case Definitions for National Notifiable Infectious Diseases should be amended to consider *M. bovis* BCG infection as an adverse reaction of vaccination and exclude related cases from reports made to the tuberculosis management system. Furthermore, systems must be prepared to perform molecular typing of sputum and non-sputum samples of pediatric

patients with suspected *M. bovis* BCG infection.

Unlike normal adult tuberculosis infections, primary tuberculosis infection is common in children, and hence, young children diagnosed with tuberculosis must be suspected of possible recent exposure to the bacterium. Therefore, source case investigation is fundamental for the prevention of further transmission within local communities and must be strengthened for all reported children with tuberculosis under the age of 5 years. Additionally, *M. bovis* BCG infection caused by BCG vaccination must be excluded from cases reported to the tuberculosis management system to accurately assess the current status of tuberculosis cases in children under the age of 5 years.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: We would like to express our gratitude to the Korea Tuberculosis Epidemic Intelligence Service (KTEIS) team, KDCA.

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

Author Contributions: Conceptualization: JK, YK. Data curation: JK. Formal analysis: JK. Methodology: JK, YK. Project administration: YK. Writing – original draft: JK. Writing – review & editing: JK, YK.

References

1. Joint Committee for the Revision of Korean Guidelines for Tuberculosis. Korean guidelines for tuberculosis. 4th ed. Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2020.
2. Korea Disease Control and Prevention Agency. Annual re-

- port on the notified tuberculosis in Korea, 2021. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2022.
3. Dwilow R, Hui C, Kakkar F, Kitai I. Chapter 9: pediatric tuberculosis. *Can J Respir Crit Care Sleep Med* 2022;6 Suppl 1:129-48.
 4. 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.
 5. Korea Disease Control and Prevention Agency. National childhood vaccination coverage among children aged 1-3 and 6 years in Korea, 2021. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2022.
 6. Centers for Disease Control and Prevention. 2020 Report of verified case of tuberculosis (RVCT) instruction manual. Centers for Disease Control and Prevention; 2021.
 7. Mounchili A, Perera R, Lee RS, Njoo H, Brooks J. Chapter 1: epidemiology of tuberculosis in Canada. *Can J Respir Crit Care Sleep Med* 2022;6 Suppl 1:8-21.

스트레스 인지율 추이, 2012-2021년

스트레스를 ‘대단히 많이’ 또는 ‘많이’ 느끼는 성인은 2021년 기준 28.7%로 2020년 대비 감소하였다(그림 1). 연령별로는 30대, 40대 순으로 스트레스 인지율이 높았다(그림 2).

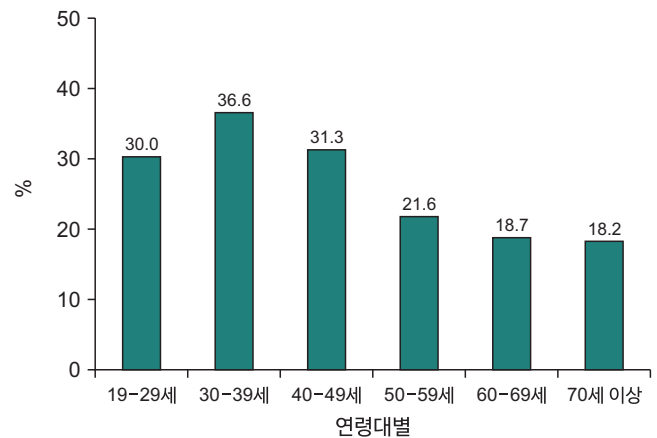
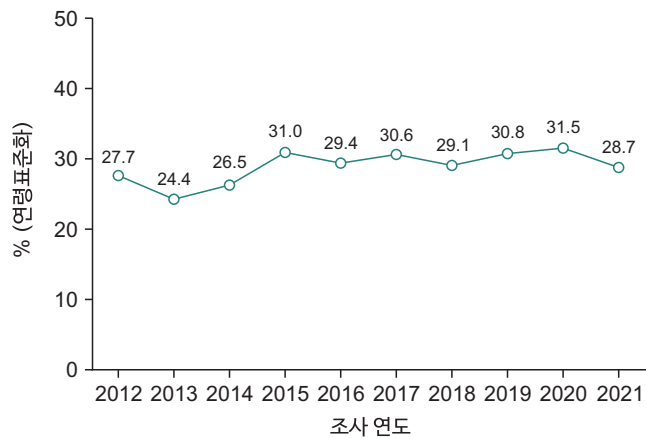


그림 1. 스트레스 인지율 추이, 2012-2021년

*스트레스 인지율 : 평소 일상생활 중에 스트레스를 ‘대단히 많이’ 또는 ‘많이’ 느끼는 분율, 만 19세 이상

†그림 1의 연도별 지표값은 2005년 추계인구로 연령표준화

그림 2. 연령대별 스트레스 인지율, 2021년

출처: 2021 국민건강통계, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

작성부서: 질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과

QuickStats

Trends in the Prevalence of Perceived Stress, 2012–2021

The number of adults who perceived “extreme” or “high” stress decreased slightly from 31.5% in 2020 to 28.7% in 2021 (Figure 1). The percentage of individuals in their 30s followed by 40s was relatively the highest than those of other age groups (Figure 2).

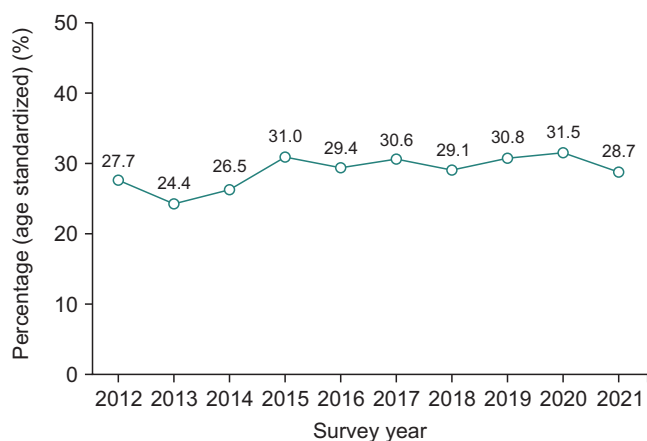


Figure 1. Trends in the prevalence of perceived stress, 2012–2021

*Prevalence of perceived stress: percentage of those aged 19 years and over who feel extremely or very stressed in their daily lives.

†The mean in Figure 1 was calculated using the direct standardization method based on a 2005 population projection.

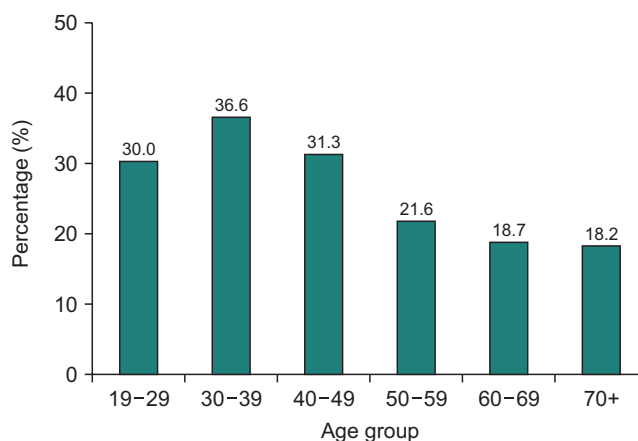


Figure 2. Prevalence of perceived stress by age group in 2021

Source: Korea Health Statistics 2021, Korea National Health and Nutrition Examination Survey, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

Reported by: Division of Health and Nutrition Survey and Analysis, Bureau of Chronic Disease Prevention and Control, Korea Disease Control and Prevention Agency