



주간 건강과 질병

PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 16, No. 31, August 10, 2023

Content

연구 논문

- 1069 2022 FIFA 카타르 월드컵에 대비한 중동 호흡기 증후군
대응 체계의 효과 분석
1082 2022년 일반촬영 및 유방촬영의 국가 진단참고수준 마련

조사/감시 보고

- 1101 2022년 경북권(대구, 경북) 코로나19 발생 및 대응

질병 통계

- 1117 청소년 주관적 건강인지율 추이, 2012-2022년

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(연 50주) 발행되는 개방형 정보열람(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 8월 10일

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

안운진

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

김하정

질병관리청

이희재

질병관리청

박희빈

질병관리청

안은숙

질병관리청

원고편집인

하현주

(주)메드랑

2022 FIFA 카타르 월드컵에 대비한 중동 호흡기 증후군 대응 체계의 효과 분석

손은철^{1,2†}, 심지우^{1†}, 박유진¹, 홍가슬¹, 허인실¹, 이휘원^{1*}

¹서울특별시청 시민건강국 감염병관리과, ²울산대학교 의과대학 약리학교실

초 록

중동 호흡기 증후군(Middle East Respiratory Syndrome, MERS)은 2012년 처음 보고된 이후 전 세계적으로 2,600명이 넘게 발병하였으며 치사율이 36%에 육박하는 호흡기 감염병이다. 대부분의 환자가 사우디아라비아를 비롯한 중동국가에서 발생하고 있다. 하지만, 2022년 12월에는 2022 FIFA 카타르 월드컵이 개최되어, 중동 방문자가 급증할 것으로 예측되었다. 이에 따라 서울시와 질병관리청 수도권질병대응센터는 MERS 의심환자 신고 시부터 신고 여부 및 신고 접수 과정에서 얻은 정보를 공유하는 체계를 만들었다. 그리고 보건소와 함께 MERS 의심환자 발생 시 대응하는 교육 및 훈련을 진행하였다. 2022년 12월 MERS 의심환자 신고 건수는 35건으로 이전 11개월간 발생한 31건보다 많았다. 하지만, 서울시의 MERS 대응시간은 오히려 짧아졌으며 35건 중 30건을 10분 이내에 처리하였다. 또한, 검사대상 의심환자의 경우, 카타르에서 낙타 접촉이 있는 환자의 증가로 12월에만 이전 11개월보다 2배 많은 6명이 발생하여 이에 대응하였다. 결과적으로 2022 FIFA 카타르 월드컵을 대비하여 서울시, 질병관리청 수도권질병대응센터 및 보건소의 대응 체계 개선 및 대비 훈련 등을 통해 MERS 의심환자 신고에 대해 효과적으로 대응할 수 있었다.

주요 검색어: 중동 호흡기 증후군; 감염병 관리; 역학; 감시; 대한민국

서 론

중동 호흡기 증후군(Middle East Respiratory Syndrome, MERS)은 중동 호흡기 증후군 코로나바이러스(MERS-coronavirus)에 의해 발생하는 호흡기 감염병이다[1]. 2012년 4월 요르단에서 처음 발생이 보고된 이후 2022년 12월까지 총

2,603명의 환자가 발생하였으며, 이 중 935명이 사망하여 치사율이 약 36%에 달한다. 전체 환자 중 2,194명(84.3%)은 사우디아라비아에서 발생하였으며, 그 외 12개국의 중동국가에서 MERS 환자가 발생하였다[2]. 우리나라에서는 2015년 185명의 MERS 환자가 발생하였으며, 이후 2018년 국외 발생 1건의 환자가 발생하여 총 186명의 환자가 발생하였다. 이

Received May 22, 2023 Revised June 27, 2023 Accepted June 28, 2023

*Corresponding author: 이휘원, Tel: +82-2-2133-7675, E-mail: hwiwon@seoul.go.kr

†These authors contributed equally to this study as co-first authors.

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?**

중동 호흡기 증후군(Middle East Respiratory Syndrome, MERS)은 중동국가에서 주로 발생하는 호흡기 감염병이다.

② 새로이 알게 된 내용은?

MERS 의심환자 신고가 접수되면 서울시와 질병관리청 수도권질병대응센터가 정보를 공유하는 신속한 대응 체계를 구축하였다.

③ 시사점은?

월드컵에 대비한 MERS 대응 체계 수정 및 대비 훈련은 MERS 의심환자 및 검사대상 의심환자가 증가하였음에도 효과적으로 대응할 수 있었다.

중 38명이 사망하여 국내 MERS 치사율은 20.4%를 기록하였다[3].

MERS의 감염 경로는 크게 2가지가 있다. 첫번째는 낙타에서 사람으로 감염되는 것이고, 두번째는 사람에서 사람으로 감염되는 것이다[4,5]. 이 때 낙타는 주로 단봉낙타이다. 쌍봉낙타에서 사람으로 MERS가 전파된 케이스는 현재까지 보고되지는 않았으나, 쌍봉낙타도 MERS를 전파시킬 가능성이 있다는 보고가 있다[6]. 2022년 중동 지역에서 MERS 환자는 총 8명이 발생하였으며, 이 중 사우디아라비아에서 5명, 카타르에서 2명, 오만에서 1명이 발생하였다. 사우디아라비아에서 발생한 5명의 환자 모두 사람 간 전파가 아닌 일차감염으로 판단되고 있으며, 카타르와 오만에서 발생한 3명의 환자의 경우 역시 낙타와의 접촉력이 있었다[2,7,8].

2022 FIFA 카타르 월드컵은 2022년 11월 20일에 개최 경기를 시작으로 12월 18일 월드컵 결승 경기로 마무리되었다. 2022년에 MERS 환자가 발생한 카타르이기에 월드컵에 대비한 MERS 대응 준비 및 체계 점검이 필수적이었다. 이에 따라 서울시는 2022년 11월 24일에 자치구 감염병 대응 담당자 및 유관기관 담당자와 함께 신종감염병 대응 훈련 계획

에 따라 MERS 의심신고가 들어올 때부터 MERS 환자 발생 시 대응까지 구체적인 훈련을 진행하였다. 12월 1일에는 서울시에서 자치구 역학조사반을 대상으로 MERS 상황회의를 개최하였다.

추가적으로 서울시와 질병관리청 수도권질병대응센터는 MERS 대응 체계를 수정하였다. 기존에는 MERS 의심환자가 1339를 통해 신고를 하면, 1339는 신고 사실을 보건소와 질병관리청에 전달하였다. 이후 보건소는 역학조사를 시행하여 서울시에 사례 분류를 요청하고, 서울시에서는 역학조사서를 토대로 MERS 검사가 필요한 대상인지 아닌지를 판단하여 보건소에 회신하였다. 회신 온 결과를 바탕으로 보건소는 해당 결과를 질병관리청에 알리는 체계였다. 하지만, 11월 14일부터 1339에서 MERS 의심환자 신고가 접수되면, 질병관리청 수도권질병대응센터에서도 서울시에 신고 접수 사항을 알렸으며, 12월 2일부터는 신고 당시 수집한 정보를 포함하여 서울시에 제공하여 보건소에서 역학조사 결과를 받기 전에 MERS 신고에 대한 준비를 할 수 있었다(그림 1).

이번 연구를 통해 서울시와 질병관리청 수도권질병대응센터가 수정한 MERS 대응 체계의 효과를 분석하고자 하였다. 또한 2022 FIFA 카타르 월드컵 이후 MERS 의심환자의 역학적 특성을 분석하여, 월드컵이 MERS 의심환자 발생에 어떠한 영향을 미쳤는지 알아보하고자 하였다.

방 법**1. 조사 대상**

2022년 1년간 서울시에서 MERS 의심환자로 신고 접수를 받은 66명을 대상으로 조사하였다.

2. 자료 수집

2022년 1월 1일 이후 신고된 MERS 의심환자를 대상으로 보건소에서 조사한 MERS 의심환자 역학조사서를 사용하였다.

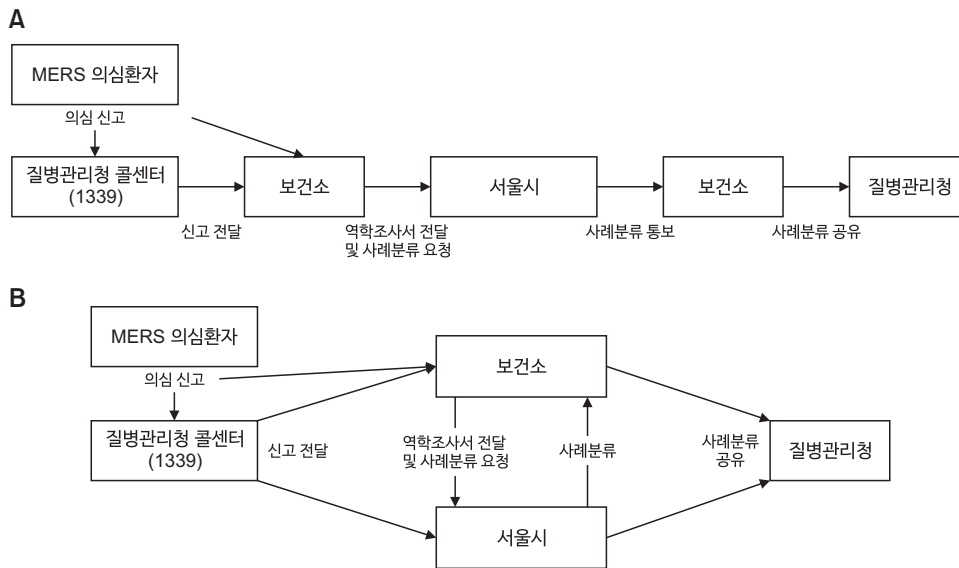


그림 1. Middle East Respiratory Syndrome (MERS) 대응 방법 개정 전(A)과 후(B)의 MERS 의심환자 사례 분류 알고리즘 변화

3. 수정된 MERS 대응 체계의 효과 분석

수정된 MERS 대응체계가 확립된 2022년 12월 2일 기점을 전후로 보건소에서 역학조사 결과를 서울시에 보고한 시점부터 서울시에서 답변한 시간의 차이를 분석하였다. 하지만, 12월 1일에는 MERS 의심환자 신고가 없어 12월로 표기하였다.

4. 통계

통계는 unpaired Student's t-test 및 Fisher's Exact test를 사용하였으며, 각각 Microsoft Office 15 Excel (Microsoft)과 R (Posit)을 사용하였다.

결 과

2022년 12월 총 35건의 MERS 의심환자가 발생하였다.

2022년 12월 첫째주 MERS 의심환자 수는 13건으로 가장 많았으며 2번째 주에도 11건으로 2주간 총 24건의 의심환자가 발생하였다. 이후에도 11건이 발생하여 총 35건의 MERS 의심환자가 있었다(그림 2). 결과적으로 하루 평균 1회 이상의 MERS 의심환자가 발생하였으며, 이는 이전 1월부터 11월까지 총 31건의 MERS 의심환자 신고가 접수된 것보다

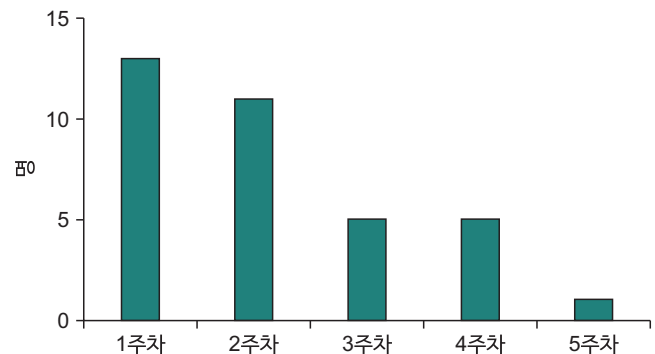
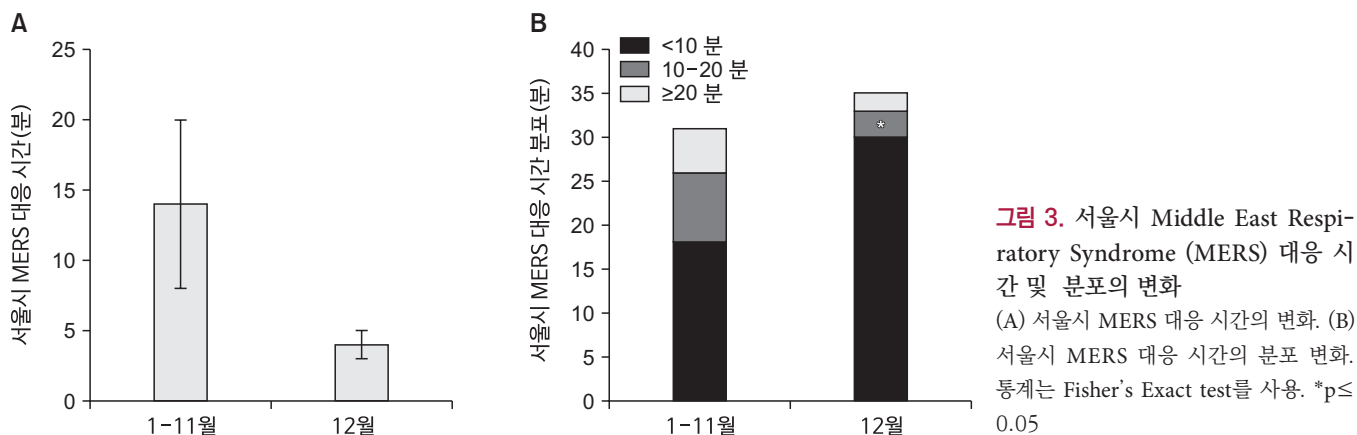


그림 2. 12월 주차별 Middle East Respiratory Syndrome 의심환자 수

많았다(data not shown).

MERS 대응체계가 변화된 후부터 서울시에서 보건소 역학조사 결과 접수 후 10분 이내에 대응하는 비중이 유의미하게 증가하였다.

서울시에서 보건소로부터 역학조사 결과를 접수 받은 후 답변하는 데까지 걸리는 평균 시간은 1월부터 11월까지 평균 14분, 12월에는 평균 4분이 소요되었다. 이 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 결과 접수 후 답변까지의 소요 시간의 분포를 살펴보면 1-11월에 접수된 31건 중 18건이 10분 이하로 소요되었고, 12월은 35건 중 30건이 10분 이하로 소요되었다(그림 3).



논 의

2022 FIFA 카타르 월드컵이 펼쳐진 2022년 12월에는 MERS 의심환자로 신고된 수가 대폭 증가하였다. 2022년 1월부터 11월까지 총 31건의 MERS 의심환자 신고가 접수되었으나, 12월 한달 동안 35건의 신고가 접수되었다(그림 2). 서울시에서는 MERS 의심환자가 폭증할 것을 예상하여 선제적으로 대응할 준비를 하였으며 이러한 내용을 질병관리청 수도권질병대응센터와 공유함으로써 MERS 신고에 대한 대응 방법을 개편하였다. 그 결과, MERS 의심환자 신고 수가 폭증했음에도 불구하고 빠른 사례 분류가 가능하였다.

기존의 MERS 신고 대응 방법은 서울시에서는 MERS 신고 여부를 미리 확인할 수 없어서 보건소에서 MERS 역학조사서를 받은 후 사례 분류를 진행하였다. 기존 방법의 가장 큰 단점은 MERS 담당 역학조사관이 다른 업무 등으로 인해 신속한 사례 분류가 어려운 경우, 사례 분류가 지체될 수 있다는 것이다. 실제로 1월부터 11월까지 접수된 31건의 MERS 의심 신고 중 5건에서 20분 이상 사례 분류가 지체되었으며, 약 3시간 이상 지체된 경우도(1건) 있었다. 하지만, MERS 신고에 대한 대응 방법을 개편한 이후, 서울시는 질병관리청 수도권질병대응센터로부터 신고가 접수된 사실과 신고 과정에서 얻은 정보를 토대로 보건소의 역학조사 결과를 기다리며 대응할 수 있게 되었다. 결과적으로 서울시에서는 2022년 12월

MERS 의심환자 신고 총 35건 중 30건을 10분 이내에, 33건을 20분 이내에 사례 분류를 하여 신속한 대응을 하였다(그림 3). 또한, 질병관리청 수도권질병대응센터에서 제공한 정보를 토대로 사례 분류에 대한 일차 판단이 가능해져, 한 명의 역학조사관에 의지하던 MERS 사례 분류 업무를 다른 서울시 역학조사관과 분담할 수 있었다. 대응 시간의 경우 MERS에 대비해야 한다는 인식에 의해서 어느 정도 감소하였을 가능성이 있다. 하지만, 실제로 한 건의 MERS 의심환자 신고의 경우, MERS 담당 역학조사관이 연락을 받을 수 없는 상황이었으나, 다른 역학조사관에 의해 신속하게 사례 분류가 이루어졌다. 결과적으로, MERS 신고 후 대응체계의 변화는 한 사람에게 의존하는 불안정한 과거의 방법을 더 안정적이고 신속한 사례 분류가 가능하게 바꾸었다.

2022년 전 세계에서 발생한 MERS 환자가 모두 1차 감염으로 판단되거나 낙타 접촉력이 있었던 만큼, '낙타 접촉'은 MERS 발생과의 강한 역학적 연관성으로 판단되어야 한다. 2022년 12월에 발생한 MERS 의심환자 중 20명이 카타르를 방문하였는데, 이 중 4명이 낙타 접촉력이 있었다. 결과적으로, 검사 대상 의심환자의 수가 증가하여 검사대상 의심환자의 병상 배정 및 검체 이송 등 추가적인 대응이 필요하였다. 대응 체계 변경 전에는 보건소에서 역학조사서를 서울시 MERS 담당 역학조사관에게 보내주기 전까지 의심환자의 낙타 접촉 여부를 확인할 수 없어 미리 병상 배정이나 보건소에

역학조사를 빨리 해 줄 것을 요구하는 등의 적극적인 행정이 불가능하였다. 하지만, 대응 체계가 변경된 이후, 1339 신고 과정에서 MERS 의심환자가 낙타 접촉 여부에 대해서 진술을 하였다면, 해당 내용이 서울시 MERS 담당 역학조사관에게 전해 신속한 사례 분류를 위한 준비가 이루어졌을 뿐만 아니라, 사례 분류가 이루어지기 전에도 미리 이후의 상기 언급한 대응과정들을 준비할 수 있었다.

서울시 및 서울시 보건소에서 월드컵 이전에 신종감염병 대응 훈련 및 상황 회의를 진행하여 대비하였다. 질병관리청에서 발간한 제1급감염병 중등 호흡기 증후군 대응지침을 숙지하기 위한 시나리오 훈련을 진행하여, 신고 접수부터, 역학조사 방법, 사례 분류 및 병상 배정 요청 방법, 보호복을 입는 과정 및 환자 이송 방법에 대해 다시 점검하였다. 이후 2022년 12월 1일에 화상회의를 통해 MERS 역학조사 방법, 사례 분류 및 병상 요청에 대한 방법을 다시 숙지하였다. 이런 훈련 및 회의 역시 MERS 의심환자 신고가 많이 증가하였음에도 불구하고 큰 어려움 없이 대처하는 데 큰 도움이 되었을 것으로 판단된다.

2022 FIFA 카타르 월드컵 이후 예상했던 것처럼 MERS 의심 환자 신고 수가 폭증하였으나 서울시 25개 자치구 보건소, 서울특별시청, 그리고 질병관리청 수도권질병대응센터가 미리 대비하여 준비하고 협력할 결과로 신속하고 효과적으로 MERS 의심환자 신고 사례에 대응할 수 있었다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: We would like to extend our profound gratitude to the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention of the Korea Disease Control and Prevention Agency for their invaluable assistance in modifying the

MERS response protocol, which enabled a prompt and effective investigation. Additionally, we would like to express our deepest appreciation to all the staffs at the 25 public health centers in Seoul who participated in the epidemiological investigations and subsequent response despite the significant increase in suspected cases of MERS. Their dedication and professionalism deserve the highest commendation.

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

Author Contributions: Conceptualization: ES, JWS, HWL. Data curation: ES. Formal analysis: ES, JWS. Investigation: ES. Methodology: ES, JWS, ISH, YP, GH. Project administration: ES, JWS. Resources – software: ES, JWS, HWL. Supervision: ES, HWL. Validation: ES, JWS. Visualization: ES, JWS, HWL. Writing – original draft: ES, JWS, HWL. Writing – review & editing: JWS, HWL.

References

1. Raj VS, Osterhaus AD, Fouchier RA, Haagmans BL. MERS: emergence of a novel human coronavirus. *Curr Opin Virol* 2014;5:58-62.
2. World Health Organization. MERS situation update [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2023 Jan 3]. Available from: <http://applications.emro.who.int/docs/WHOEMCSR630E-eng.pdf?ua=1>
3. Ha KM. A lesson learned from the MERS outbreak in South Korea in 2015. *J Hosp Infect* 2016;92:232-4.
4. Azhar EI, El-Kafrawy SA, Farraj SA, et al. Evidence for camel-to-human transmission of MERS coronavirus. *N Engl J Med* 2014;370:2499-505.
5. Park JE, Jung S, Kim A, Park JE. MERS transmission and risk factors: a systematic review. *BMC Public Health* 2018; 18:574.
6. Adney DR, Letko M, Ragan IK, et al. Bactrian camels shed large quantities of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) after experimental infection.

Emerg Microbes Infect 2019;8:717-23.

7. World Health Organization. Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) - Qatar [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2023 Jan 3]. Available from: <http://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON370>
8. World Health Organization. Middle East respiratory syndrome coronavirus - Oman [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2023 Jan 3]. Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON380>

Analysis of the Effectiveness of the Middle East Respiratory Syndrome Response System in Preparation for the FIFA World Cup Qatar 2022

Euncheol Son^{1,2†}, JiWoo Sim^{1†}, Yoojin Park¹, Gasil Hong¹, In Sil Huh¹, Hwi-Won Lee^{1*}

¹Infectious Disease Control Division, Citizens' Health Bureau, Seoul Metropolitan Government, Seoul, Korea,

²Department of Pharmacology, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Middle East Respiratory Syndrome (MERS) is a respiratory disease with a 36% case fatality rate. More than 2,600 cases have occurred since its first report in 2012, with most patients having been identified in Saudi Arabia and other Middle Eastern countries. We anticipated a surge in number of visitors to the Middle East around December 2022 for the FIFA World Cup Qatar 2022. Accordingly, the Seoul Metropolitan Government and the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention of the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) established a system for sharing information obtained during surveillance of suspected MERS cases. We hosted training programs on response protocols in cooperation with 25 public health centers in Seoul. The number of suspected MERS reports was 35 in December 2022, which was more than the total number that was reported during the first 11 months that year. Still, the response time to suspected MERS cases decreased significantly: 30 out of 35 cases were processed within 10 minutes. Moreover, the number of suspected cases required for laboratory testing also surged with the increase in contact with camels in Qatar. In December 2022, six cases were submitted for laboratory diagnosis, which was twice as many cases as other months combined. In preparation for the FIFA World Cup, we responded effectively to suspected MERS cases through training and improved response protocol via collaborative efforts by the Seoul Metropolitan Government, the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention of KDCA, and public health centers in Seoul.

Key words: Middle East Respiratory Syndrome; infectious disease control; Epidemiology; Surveillance; Republic of Korea

*Corresponding author: Hwi-Won Lee, Tel: +82-2-2133-7675, E-mail: hwiwon@seoul.go.kr

†These authors contributed equally to this study as co-first authors.

Introduction

Middle East Respiratory Syndrome (MERS) is a respiratory illness caused by the MERS-coronavirus [1]. Since the first report of MERS in Jordan in April 2012, a total of 2,603 cases

have been reported until December 2022. Thus far, 935 deaths due to MERS have been reported, resulting in a fatality rate of approximately 36%. Among the reported cases, a majority of 2,194 (84.3%) occurred in Saudi Arabia; the illness has also been reported in 12 other Middle Eastern countries [2]. In the

Key messages

① What is known previously?

Middle East Respiratory Syndrome (MERS) is a respiratory infectious disease that occurs predominantly in Middle Eastern nations.

② What new information is presented?

Immediately following reports of suspected MERS cases, the Seoul Metropolitan Government and the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention of the Korea Disease Control and Prevention Agency engaged in information sharing, enabling a swift response.

③ What are implications?

We were able to respond effectively to potential MERS cases via improved training and response protocol, despite the increased number of suspected cases after the FIFA World Cup Qatar 2022.

Republic of Korea, 185 MERS cases were reported in 2015 followed by an additional overseas case in 2018, resulting in a total of 186 cases; among these, 38 fatalities were recorded, indicating a MERS fatality rate of 20.4% in the country [3].

There are two main routes of MERS transmission: The first transmission route is from camels to humans, and the second is from humans to humans [4,5]. Regarding the former, the primary transmission sources are dromedary camels. Although no case of MERS transmission from Bactrian camels to humans has been reported, there are indications that Bactrian camels may also transmit MERS [6]. A total of eight MERS cases were reported in the Middle East in 2022, of which five were reported in Saudi Arabia, two in Qatar, and one in Oman. All five cases in Saudi Arabia are considered primary infections, rather than human-to-human transmission, while three patients in Qatar and Oman had contact with camels as well

[2,7,8].

The FIFA World Cup 2022 was held in Qatar from November 20 to December 18, 2022. The global celebration attracted many people from around the world to the Middle Eastern host nation. Qatar is also where MERS cases have been reported in 2022. Consequently, we took caution to prepare and review the existing MERS response system in the Republic of Korea in anticipation of the event. On November 24, the Seoul Metropolitan Government conducted an extensive training program to respond to the emerging infectious disease. The program included processing reports of suspected MERS cases to implementing countermeasures upon confirmation of MERS diagnosis. This was conducted in collaboration with individuals in charge of the infectious disease response from autonomous districts and related agencies. Subsequently on December 1, the Seoul Metropolitan Government hosted a MERS situation meeting for epidemiological investigation officers from 25 public health centers in autonomous districts.

Additionally, the Seoul Metropolitan Government and the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention of the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) revised the MERS response system. Previously, when a suspected MERS patient reported through the 1339 hotline, the information was relayed to respective public health centers and the KDCA. Thereafter, officers from public health centers would conduct primary epidemiological investigation before referring to the Seoul Metropolitan Government for case classification. Based on the primary report, the public health center subsequently notified the KDCA of the results. As of November 14, 2022, the notification protocol was revised so that the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention of KDCA can also notify the Seoul Metropolitan Government

of a suspected MERS case detected through the 1339 hotline. Starting December 2, 2022, information collected at the time of initial reporting is transmitted directly to the Seoul Metropolitan Government. This enables prompt preparation and response by the city's epidemiological investigation team in time for the arrival of epidemiological reports investigated by the public health center personnel (Figure 1).

The objective of this study was to analyze the effectiveness of the revised MERS response system conducted by the Seoul Metropolitan Government and the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention of the KDCA. We also aimed to determine the effect of the global sports event on the occurrence of suspected MERS cases by analyzing the epidemiological characteristics of suspected MERS cases following the FIFA World Cup Qatar 2022.

Methods

1. Study Subjects

A total of 66 individuals who were reported as suspected

MERS cases in the city of Seoul during the year 2022 were included in the analysis.

2. Data Collection

We collected epidemiological investigation reports by public health centers on suspected MERS cases from January 1, 2022 and onward.

3. Analysis of the Revised MERS Response System

We evaluated the difference in response time to health center reports by the Seoul Metropolitan Government before and after the revision of the MERS response system on December 2, 2022. We defined before as 'January to November' and after as 'December,' and no reports of suspected MERS cases were received on December 1, 2022.

4. Statistics

The unpaired Student's t-test and Fisher's exact test were used to test the time difference between before and after the

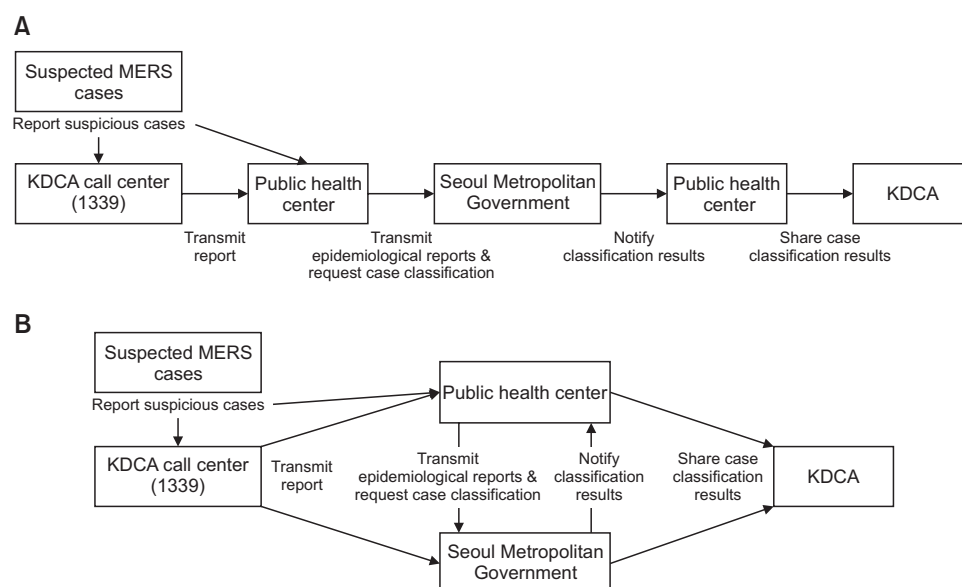


Figure 1. Before (A) and after (B) revision of suspected MERS case classification algorithm
MERS=Middle East Respiratory Syndrome; KDCA=Korea Disease Control and Prevention Agency.

revision of the MERS response protocol. All analyses were performed using Microsoft Office 15 Excel (Microsoft) and R (Posit), respectively.

Results

A total of 35 suspected MERS cases were reported in December 2022. The number of suspected cases was the highest in the first week of December 2022, in which 13 cases were reported, followed by 11 cases in the second week; a total of 24 suspected cases were reported over a two-week period. Thereafter, an additional 11 cases were reported, bringing the total number of suspected MERS cases to 35 (Figure 2). Consequently, more than one suspected MERS case was reported per day, on average, which is more than 31 suspected

MERS cases reported from January to November 2022 (data not shown).

After the MERS response system was revised, the proportion of immediate response (within ten minutes) after the receipt of epidemiological investigation reports by public health centers in Seoul increased significantly. The average response time by the Seoul Metropolitan Government, after receiving epidemiological investigation results from public health centers, decreased from an average of 14 minutes from January to November to an average of 4 minutes in December. The difference between the average response times was not significant. However, an analysis of the distribution of response times revealed that among 31 MERS reports received from January to November, 13 were responded to within 10 minutes or less, while 30 out of 35 cases in December were responded to within 10 minutes or less (Figure 3).

Discussion

In December 2022, during the FIFA World Cup Qatar 2022, the number of reports of suspected MERS cases increased substantially. A total of 31 suspected MERS cases were reported from January to November, while 35 cases were reported in December alone (Figure 2). Despite the surge in

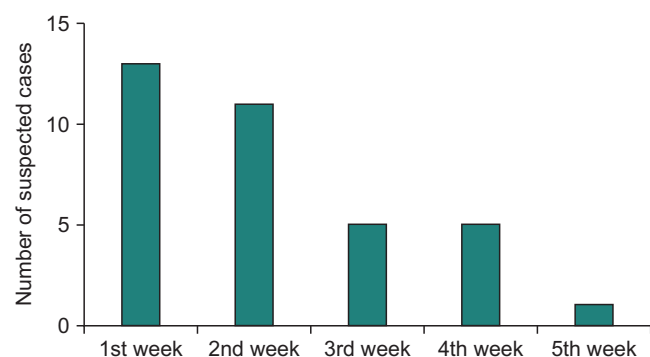


Figure 2. The weekly number of suspected Middle East Respiratory Syndrome cases in December 2022

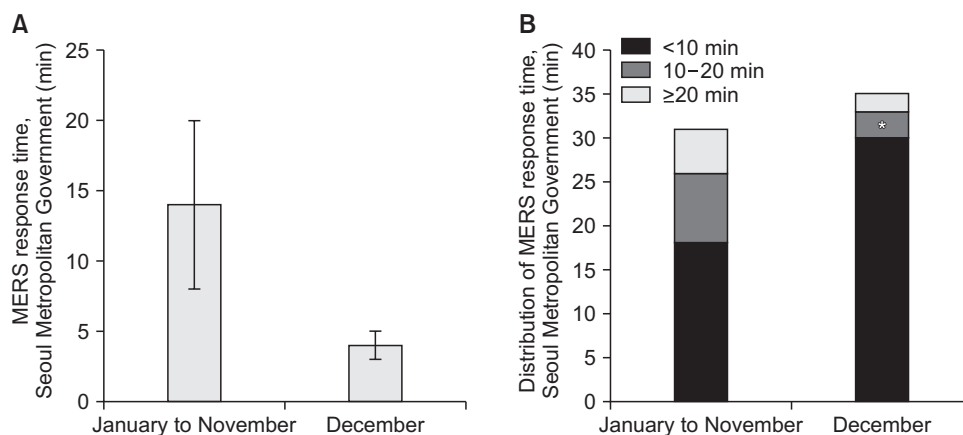


Figure 3. Changes in response time and the distribution of Middle East Respiratory Syndrome (MERS) response by the Seoul Metropolitan Government (A) The change in average response time of MERS by the Seoul Metropolitan Government. (B) The change in distribution response time of MERS by the Seoul Metropolitan Government. Statistical analysis was performed using Fisher's Exact test. * $p \leq 0.05$.

the number of suspected MERS cases in December, the Seoul Metropolitan Government was prepared to promptly engage in MERS response. The city government also collaborated with the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention of the KDCA to revise the response protocol for a more rapid case classification.

Before the revision of the MERS response protocol, epidemiological investigation officers at the Seoul Metropolitan Government faced difficulties in identifying the status of epidemiological investigation conducted by public health center personnel. As a result, city investigators would have to perform case classification haphazardly following the sudden receipt of suspected MERS case reports. The biggest disadvantage of this method was potential delay in case classification, especially if the MERS epidemiological investigation officer faced challenges in promptly classifying cases due to performing other duties. In fact, among the 31 suspected MERS reports received from January to November, case classification was delayed by more than 20 minutes in five cases, and by approximately 3 hours in one case. However, through the reorganization of the method for responding to MERS reports, the Seoul Metropolitan Government has successfully improved their response time by taking into account the reports received from the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention of the KDCA and the information obtained during the reporting process while waiting for the epidemiological investigation results from public health centers. Therefore, the Seoul Metropolitan Government responded promptly by classifying 30 cases within 10 minutes and 33 cases within 20 minutes, among 35 suspected MERS cases in December 2022 (Figure 3). In addition, since the primary assessments for case classification became possible based on the information provided by the Capital

Regional Center for Disease Control and Prevention of the KDCA, it became more feasible to distribute cases among city investigators. Hence, MERS case classification duties were allocated among the epidemiological investigation officers at the Seoul Metropolitan Government rather than relying solely on one officer. The response time may have been reduced to some extent due to the awareness of the need to prepare for MERS. Furthermore, in one particular case of a suspected MERS report, the designated MERS epidemiological investigation officer was unreachable; however, another epidemiological investigation officer was able to promptly classify the case. This confirms how the revision of the MERS response protocol transformed the overall system from being less reliable to a more stable and rapid process.

In 2022, all MERS cases reported worldwide were identified as primary infections or attributable to contact with camels. This establishes “contact with a camel” as a strong epidemiological association with the occurrence of MERS. Among individuals reported as suspected MERS cases in December 2022, 20 individuals had visited Qatar, and four of these individuals identified as having had contact with a camel. Therefore, the number of suspected cases to be tested increased, requiring additional responses, such as bed allocation and sample transportation. Before the change in the response system, history of contact with camels was unknown until the public health center sent an epidemiological investigation report to the MERS epidemiological investigation officer in Seoul. Hence, proactive administrative measures, such as expedited bed allocation and requesting the public health center to conduct epidemiological investigation without delay were not feasible. However, after the revision of the response protocol, if a suspected MERS patient mentioned camel contact in the

process of reporting through the 1339 hotline, this information would be delivered directly to the epidemiological investigation officer in Seoul, enabling them to prepare for quick case classification and aforementioned measures.

The Seoul Metropolitan Government and public health centers in Seoul prepared for the global soccer event by conducting response training and situation meetings. Scenario-based training sessions developed by the KDCA were used to familiarize epidemiological investigation officers with the response guidelines for Class I Infectious Diseases such as MERS. It involved a review of the entire process from initial reporting to epidemiological investigation method, case classification, hospital bed allocation, personal protective equipments, and patient transfer strategies. During subsequent video conferences in December 2022 and January 2023, training sessions involving MERS epidemiological investigation methods, case classification, and hospital bed allocations were revisited. These sessions and meetings greatly facilitated effective response to the increased number of MERS suspected cases, ensuring smooth operation despite the challenges.

As expected, the number of reports of suspected MERS cases surged after the FIFA World Cup Qatar 2022. However, the 25 public health centers in Seoul, the Seoul Metropolitan Government, and the the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention of the KDCA were able to respond promptly and effectively to these cases as a result of proactive preparation and cooperation between these agencies.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: We would like to extend our profound gratitude to the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention of the Korea Disease Control and Prevention Agency for their invaluable assistance in modifying the MERS response protocol, which enabled a prompt and effective investigation. Additionally, we would like to express our deepest appreciation to all the staffs at the 25 public health centers in Seoul who participated in the epidemiological investigations and subsequent response despite the significant increase in suspected cases of MERS. Their dedication and professionalism deserve the highest commendation.

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

Author Contributions: Conceptualization: ES, JWS, HWL. Data curation: ES. Formal analysis: ES, JWS. Investigation: ES. Methodology: ES, JWS, ISH, YP, GH. Project administration: ES, JWS. Resources – software: ES, JWS, HWL. Supervision: ES, HWL. Validation: ES, JWS. Visualization: ES, JWS, HWL. Writing – original draft: ES, JWS, HWL. Writing – review & editing: JWS, HWL.

References

1. Raj VS, Osterhaus AD, Fouchier RA, Haagmans BL. MERS: emergence of a novel human coronavirus. *Curr Opin Virol* 2014;5:58-62.
2. World Health Organization. MERS situation update [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2023 Jan 3]. Available from: <http://applications.emro.who.int/docs/WHOEMCSR630E-eng.pdf?ua=1>
3. Ha KM. A lesson learned from the MERS outbreak in South Korea in 2015. *J Hosp Infect* 2016;92:232-4.
4. Azhar EI, El-Kafrawy SA, Farraj SA, et al. Evidence for camel-to-human transmission of MERS coronavirus. *N Engl J Med* 2014;370:2499-505.
5. Park JE, Jung S, Kim A, Park JE. MERS transmission and

- risk factors: a systematic review. BMC Public Health 2018; 18:574.
6. Adney DR, Letko M, Ragan IK, et al. Bactrian camels shed large quantities of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) after experimental infection. Emerg Microbes Infect 2019;8:717-23.
 7. World Health Organization. Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) - Qatar [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2023 Jan 3]. Available from: <http://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON370>
 8. World Health Organization. Middle East respiratory syndrome coronavirus - Oman [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2023 Jan 3]. Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON380>

2022년 일반촬영 및 유방촬영의 국가 진단참고수준 마련

윤용수¹, 박혜민², 원종훈³, 송승기³, 길종원³, 이병영^{3*}¹동서대학교 방사선학과, ²마산대학교 방사선과, ³질병관리청 의료안전예방국 의료방사선과

초 록

의료방사선에서 환자선량은 한도를 두지 않으나, 최적화를 달성해야 하며 이를 위해 사용되는 도구로 진단참고수준(diagnostic reference level, DRL)이 있다. DRL은 국가, 지역 또는 기관 단위로 설정할 수 있으며 주기적으로 개정하는 것이 권고된다. 우리나라는 질병관리청을 통해 국가 차원의 DRL이 제공되고 있으며, 본 연구는 2022년에 전국 조사를 통해 일반촬영 및 유방촬영의 새로운 국가 DRL을 마련하고자 수행되었다. 본 연구에서는 DRL 마련을 위해 진단용 방사선 발생장치 검사기관에서 각 촬영종류별 검사조건 및 그에 대한 선량측정 데이터를 수집하고 본 연구팀에서 데이터 정리 및 분석을 실시하여 국가 DRL을 도출하는 방식으로 연구 방법을 설계하였다. 질병관리청에 등록된 검사기관 중 4개 검사기관에서 진단용 방사선 발생장치 검사를 실시할 때 해당 장치에 대해 DRL 도출을 위한 데이터를 수집하였다. 그 결과 이전 연구들 보다 많은 수의 의료기관 및 장치에 대한 데이터를 확보할 수 있었으며, 특히 병·의원의 데이터가 많이 포함되어 실질적인 현실 반영이 이루어진 DRL을 도출할 수 있었다. 본 연구 이후 도래되는 DRL 전국 조사 시에 더욱 원활하고 다양한 조사가 이뤄질 수 있을 것이라 기대된다.

주요 검색어: 일반촬영; 유방촬영; 진단참고수준; 환자선량; 최적화

서 론

질병의 진단과 치료를 위해서 의료피폭인 환자선량은 한도를 두지 않으나, “합리적으로 달성 가능한 한 낮게(as low as reasonably achievable, ALARA)”의 원칙을 세우고 환자에게 방사선을 조사하고 있다. ALARA를 달성하기 위해 정당화(justification)와 최적화(optimization)의 절차를 거치는 것이 일반적이다[1]. 정당화는 주로 의사에 의해서 이루어지며, 환자의 질병진단 및 치료를 위하여 방사선 검사가 필수불가결

하다는 판단을 내리는 과정이다[1]. 환자선량은 조사되는 방사선의 검사조건(관전압, 관전류, 조사시간 등)에 의해 결정된다. 따라서, 정당화 절차 후 촬영 종류별로 검사조건 최적화 과정을 거쳐야 하는데 이때 가장 널리 활용되는 것이 진단참고수준(diagnostic reference level, DRL)이다[2].

DRL은 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection) 및 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency)가 의료피폭의 최적화를 달성하기 위한 도구로서 권장하고 있는 개념이다[2]. 이미 세계의 많은 국

Received June 7, 2023 Revised June 21, 2023 Accepted July 3, 2023

*Corresponding author: 이병영, Tel: +82-43-719-7511, E-mail: lkd@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?

“As low as reasonably achievable” 원칙에 따라 의료 방사선에서 환자선량은 최적화되어야 한다. 이를 위해 국가 차원에서 진단참고수준(diagnostic reference level, DRL)을 설정하고 있다. 국제적으로 DRL은 주기적으로 개정될 것이 권고된다.

② 새로이 알게 된 내용은?

본 연구에서는 기존 연구와 달리 DRL 조사 방법을 개선하여 장치 검사기관과 함께 일반촬영장치 및 유방촬영장치 총 517대의 많은 표본 데이터를 수집했다. 이를 통해 국가 DRL을 도출하기 위한 통계 분석의 신뢰도를 높였다.

③ 시사점은?

의료기관에서 적극적으로 환자선량 최적화를 달성할 수 있도록 국가 DRL을 통한 지속적인 홍보 및 교육이 필요하다.

가와 지역에서 설문 조사 및 실제 선량 측정 조사를 통해 일정 주기를 가지고 보고되고 있다.

각 촬영 종류별 DRL은 조사 결과에서 3사분위값(75%)의 선량으로 표시하는 것이 일반적이다. DRL은 개인의 방사선 방호를 위해 초과해서는 안 되는 선량한도나 선원중심 평가를 통해 개인의 피폭을 예방적 차원으로 제한하는 선량제약치와 같이 제한의 개념이 아니다. DRL은 진단 및 치료를 위해 의료 피폭에 한도를 설정할 수 없는 대신 최적화를 달성하기 위해 적용되는 “참고치”라는 것을 반드시 유념해야 한다[2].

DRL을 초과하는 선량으로 촬영하고 있는 시설은 선량의 최적화를 검토하는 것이 요구된다. 한편, DRL보다 너무 낮은 선량으로 검사가 실시되고 있는 시설은 진단에 유용한 정보를 제공할 수 있는 화질이 담보되고 있는지 확인할 필요가 있다.

방사선의학에 관련된 의료진 및 관련 연구자들에게 DRL의 개념 및 활용 방법, 국민보건의 향상을 위한 방사선진료의 정당화와 그 사용 선량의 최적화 정보를 주기적으로 제공할 필요가 있다.

이에 따라 세계 많은 국가에서 자국의 DRL을 설정하여 국가 차원의 환자선량 최적화 방안을 마련하고 있다. 우리나라의 경우 2007년에 성인 흉부 및 유방촬영에 대한 DRL 설정을 시작으로 점차 여러 촬영 종류로 확대되어 국가 DRL이 마련되었다[3,4]. 이후, 2017년과 2018년 두 해에 걸쳐 소아 및 성인의 일반촬영 및 유방촬영의 국가 DRL 마련을 위한 연구가 수행되었으며, 2019년에 질병관리청을 통해 진단참고수준 가이드라인이 발간되었다. 이때 일반촬영의 종류는 두부, 흉부, 복부, 척추, 골반, 사지 부위를 포함한다[3,4].

본 연구는 일반촬영 및 유방촬영의 새로운 국가 DRL 마련을 목표로 2022년에 국내 의료기관의 환자선량 데이터를 조사 및 정리하였으며 이를 토대로 의료기관에서 검사조건 및 환자선량의 최적화에 참고할 수 있는 DRL을 제시하였다.

특히, 본 연구에서는 이전에 수행된 DRL 수립 연구에서 시도되지 않은 방법을 통해 DRL을 조사하였다. 보다 많은 데이터 수집을 통해 도출된 DRL의 신뢰성을 높이기 위해, 기존의 DRL 수립을 위한 모든 과정을 단일 연구팀에서 수행한 것과 달리 본 연구에서는 DRL 조사 방법의 수립 및 데이터 분석 팀과 실제 현장 측정팀으로 분리하였다. 이에 본 원고를 통해 새롭게 시도된 국가 DRL 조사 방법을 소개하고자 한다.

방 법

1. 진단용 방사선 발생장치 검사절차와 DRL 조사 과정

의료법 제37조에 따른 보건복지부령인 [진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙]은 의료기관에서 설치 및 운영하는 진단용 방사선 발생장치(이하 ‘진방장치’)를 안전하게 관리함으로써 환자 및 방사선 관계 종사자가 방사선으로 인하여 피해를 입는 것을 방지하고 진료의 적정을 도모하기 위하여 필요한 사항을 규정하는 것을 목적으로 한다[5].

해당 규칙에 따르면, 의료기관 개설자 또는 관리자는 진방장치를 사용하기 전, 그리고 매 3년마다 검사기관을 통해 장

치 검사를 받아야 한다[5,6]. 이때 검사를 수행하는 검사기관은 질병관리청에 등록된 기관으로 현재 표 1과 같이 총 5개 기관이 등록되어 운영 중에 있다. 이 중, 육군 제2879 부대를 제외한 네 개 기관에서 전국에 지부를 두고 진방장치를 사용하는 모든 의료기관을 대상으로 검사를 수행하고 있다[7,8].

진방장치의 검사를 받고자 하는 의료기관 개설자 또는 관리자는 검사신청서를 검사기관의 장에게 제출한다. 신청을 받은 검사기관은 검사를 시행한 후 검사성적서를 신청인에게 발급하여야 하며, 검사 또는 측정된 날부터 1개월 이내에 검사 결과를 질병관리청장에게 제출하여야 한다[5,8].

본 정책연구는 국가 DRL의 정확성과 데이터 수집 효율성을 높이기 위해 검사기관에서 진방장치 검사를 수행할 때 더불어 선량 측정을 수행하여 DRL 조사가 이뤄지도록 설계되었다. 자체검사를 실시하는 기관을 제외한 나머지 네 개 검사기관에서 본 연구에 함께 참여하여 DRL의 현장조사를 수행하였다.

DRL 조사과정은 그림 1과 같다. 의료기관 개설자 또는 관리자가 진방장치 검사를 신청하면, 검사기관에서 DRL 연구 협조를 요청하고 이를 의료기관에서 수락하면 진방장치 검사 후 DRL 조사를 추가로 실시하였다. 이후 검사기관에서는 본 연구팀에 수집된 데이터를 전달하고, 본 연구팀은 해당 데이터를 바탕으로 일반촬영의 촬영종류별 및 유방촬영에 대한 새로운 국가 DRL을 도출하였다. 또한, 조사에 참여한 의료기관에 피드백이 제공될 수 있도록 도출된 DRL과 각 의료기관의 측정값의 비교를 담은 개별 의료기관 피드백 자료를 생성하였다.

표 1. 진단용 방사선 발생장치 검사기관 현황(2022.11.17. 기준)

등록번호	기관명	소재지
검사 22-1호	육군 제2879 부대 (자체검사)	-
검사 22-2호	(재)한국의료기기기술원	서울특별시 중랑구
검사 22-3호	(재)한국의료기기평가원	경기도 성남시 분당구
검사 20-1호	(재)한국의료기기검사원 부설 방사선안전검사원	경기도 성남시 분당구
검사 20-2호	(주)중앙기술검사원	대구광역시 북구

2. DRL 데이터 수집을 위한 조사지 개발

실제 조사를 수행하는 검사기관과의 논의를 통해 새로운 국가 DRL 도출을 위한 데이터 수집 조사지를 개발하였다. 조사지는 크게 의료기관 정보, 방사선발생장치 정보, 영상처리장치 정보, 그리고 검사항목별 촬영정보의 4가지 부분으로 구성된다(그림 2).

의료기관정보의 경우 ① 지역, ② 의료기관 종, ③ 의료기관 자체 선량 관리 시스템 유무, ④ 일반촬영장치 측정 대수, ⑤ 유방촬영장치 측정 대수, 그리고 ⑥ 영상처리장치 측정 대수를 기입하도록 하였다. 지역은 서울, 인천, 경기도, 강원도, 충청도, 전라도, 경상도, 그리고 제주도로 구분되며, 의료기관 종은 상급종합병원, 종합병원, 그리고 병·의원으로 구분된다. 의료기관 자체 선량관리 시스템 유무의 경우 유 또는 무로 구분되며, 영상처리장치의 경우 Film/Screen, computed radiography (CR) system, 그리고 digital radiography (DR) system으로 구분된다.

장치정보는 일반촬영장치의 경우 ① 제조사, ② 모델명, ③ 제조일자, ④ 고전압발생장치 형식, ⑤ 고유여과, ⑥ 최근 장치검사결과, 그리고 ⑦ 면적선량(dose area product, DAP) 부착유무가 기입되어야 한다. 여기서 고전압발생장치 형식은 단상, 삼상 그리고 인버터로 구분되며, 고유여과는 mm 단위로 알루미늄(aluminum, Al) 또는 구리(copper, Cu) 등 조사 대상 장치의 고유여과 물질을 기입한다. 최근 장치 검사 결과는 합격 또는 불합격으로 기입하여, 불합격일 경우 불합격 항목을 기입하도록 하였다. 이는 검사항목 중 선량의 재현성 항목이 적합이라는 것을 토대로 본 연구에서 수집된 데이터의

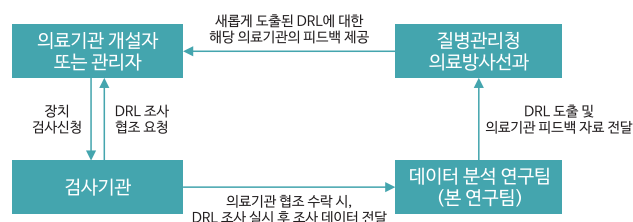


그림 1. 본 연구에서 설계한 국가 diagnostic reference level (DRL) 조사 흐름도

의료기관정보						
① 지역	② 의료기관 중	③ 의료기관 자체 선량 관리 시스템 유무	④ 일반촬영장치 측정대수	⑤ 유방촬영장치 측정대수	⑥ 영상처리장치 측정대수	
					Film/Screen	
					CR system	
					DR system	

1) 일반촬영장치 정보						
① 제조사	② 모델명	③ 제조일자	④ 고전압발생장치 형식	⑤ 고유여과	⑥ 최근 장치검사결과	⑦ DAP 부착여부

1) 유방촬영장치 정보						
① 제조사	② 모델명	③ 제조일자	④ 고전압발생장치 형식	⑤ Target	⑥ 고유여과	⑦ 최근 장치검사결과

2) 영상처리장치 정보			
① 형식	② 제조사	③ 모델명	④ 선량정보 표시

3) 검사항목별 촬영정보															
영역	검사항목	관전압 (kVp)	관전류 (mA)	조사시간(msec)	mAs	촬영조건				AEC 적용유무	부가필터	선량정보			
						조사아	SID(cm)	그리드 비율	표기값			측정값	ESD (mGy)	DAP (mGy·cm ²)	ESD (mGy)
5세	Skull	AP													
	Chest	PA													
		LAT													
	Abdomen	AP													
	Pelvis	AP													
	Shoulder	AP													
	Humerus	AP													
	Elbow	AP													
	Wrist	PA													
	Hip Joint	AP													
	Femur	AP													
	Knee	AP													
	Ankle	AP													
	10세	Skull	AP												
Chest		PA													
		LAT													
Abdomen		AP													
Pelvis		AP													
Shoulder		AP													
Humerus		AP													
Elbow		AP													
Wrist		PA													
Hip Joint		AP													

3) 검사항목별 촬영정보															
검사항목	관전압 (kVp)	관전류 (mA)	조사시간(msec)	mAs	촬영조건				AEC 적용유무	부가필터	선량정보(촬영촬영 시)				
					조사아	SID(cm)	그리드 비율	표기값			측정값	ESD (mGy)	AGD (mGy)	ESD (mGy)	조사시간(msec)
상하방향 (C)	Mo (mm)	Rh (mm)	Al (mm)	Cu (mm)	기타 (mm)	ESD (mGy)	AGD (mGy)	ESD (mGy)	조사시간(msec)	HVL (mmAl)	AGD (mGy)				

그림 2. Diagnostic reference level 측정을 위해 개발된 조사지

(A) 의료기관 정보 기입항목. (B) 일반촬영 및 유방촬영장치 정보 기입항목. (C) 영상처리장치 정보 기입항목. (D) 일반촬영 및 유방촬영의 검사항목별 촬영조건과 선량정보 기입항목. CR=computed radiography; DR=digital radiography; DAP=dose area product; DRL=diagnostic reference level; ESD=entrance surface dose; AP=anterior-posterior; PA=posterior-anterior; LAT=lateral; SID=source to image receptor distance; AEC=automatic exposure control system; Mo=molybdenum; Rh=rhodium; Al=aluminum; Cu=copper; AGD=average glandular dose; HVL=half value layer; mAs, milli ampere second.

신뢰성을 확보하고자 함이다[5,6]. DAP 부착유무는 유 또는 무로 구분되며, DAP가 부착되어 있으면 DAP에서 측정된 값도 같이 기입하며, DAP가 부착되어 있지 않으면서 DAP값이 콘솔에 표시되는 경우도 마찬가지로 표기된 값을 같이 기입하여 해당 값이 실제 측정값인지 제조사에서 계산에 의해 도출된 값을 제공하는 것인지를 구분하는데 사용되는 항목이다.

유방촬영장치의 경우 ① 제조사, ② 모델명, ③ 제조일자, ④ 고전압발생장치 형식, ⑤ 타겟(target), ⑥ 고유여과, ⑦ 최근 장치검사결과, 그리고 ⑧ 선량계 부착여부가 기입되어야

한다. 고전압발생장치 형식은 단상, 삼상 그리고 인버터로 구분되며, 타겟은 몰리브덴(molybdenum, Mo), 로듐(rhodium, Rh), 텅스텐(tungsten, W), 그리고 기타로 구분된다. 고유여과는 mm 단위로 Al, 베릴륨(beryllium), W, Mo, Rh, Cu, 그리고 기타로 구분된다.

영상처리장치의 정보는 일반촬영과 유방촬영이 동일하며, ① 형식, ② 제조사, ③ 모델명, 그리고 ④ 선량정보 표시가 기입되어야 한다. 형식은 Film/Screen, CR system, 그리고 DR system으로 구분된다. 선량정보 표시의 경우 촬영 시 콘솔에

표시되는 값으로 일반촬영의 경우 없음, DAP, 입사표면선량(entrance surface dose, ESD), 그리고 노출지수(exposure index, EI)로 구분되며, 유방촬영의 경우 없음, ESD, 입사표면노출(entrance surface exposure, ESE), 평균유선선량(average glandular dose, AGD), 그리고 EI로 구분된다. 표기되는 선량정보값이 여러 가지일 경우 복수로 기입한다.

검사항목별 촬영정보는 일반촬영 및 유방촬영 모두 ① 관전압, ② 관전류, ③ 조사시간, ④ milli ampere second, ⑤ 조사야(가로, 세로 각각), ⑥ source to image receptor distance, ⑦ 그리드 비율, ⑧ 자동노출제어시스템(automatic exposure control system, AEC) 적용유무, ⑨ 부가필터, 그리고 ⑩ 선량정보가 기입되어야 한다. ①-⑩의 항목은 각 검사항목별로 실제 해당 의료기관에서 사용되고 있는 내용을 작성하는 것이며, 해당 조건으로 조사했을 때 검사기관의 선량계로 측정되는 값을 선량정보에 기입한다. 만일 선량정보가 표기되는 장치일 경우 측정값과 동시에 표기되는 값(일반촬영: DAP, ESD, 또는 EI/유방촬영: ESD, ESE, AGD, 또는 EI) 또한 작성한다. 일반촬영의 경우 AEC가 적용되는 검사항목에 대해서는 검사기관이 보유하고 있는 물팬텀($20 \times 20 \times 20 \text{ cm}^3$)을 사용하여 측정을 진행하며, 유방촬영의 경우 American College of Radiology (ACR) 팬텀을 사용하여 측정을 진행한다. 유방촬영에서 AGD 측정값은 측정된 ESD값에 조사시간, 반가층(half value layer) 등을 고려하여 계산에 의해 도출한다.

일반촬영은 소아(5세 및 10세)와 성인으로 구분하여 조사하였다. 소아의 경우 skull anterior-posterior (AP), chest posterior-anterior (PA), chest lateral (LAT) 등 13개 검사종류에 대해 조사하였으며, 성인의 경우 소아 검사항목에 cervical spine AP, LAT, thoracic spine AP, LAT, lumbar spine (L-Spine) AP, LAT의 6개 항목을 더하여 총 19개 검사종류에 대해 조사하였다.

3. DRL 데이터 수집 및 분석

검사기관에서 DRL 연구 협조를 수락한 의료기관에 방문하여 DRL 조사지를 바탕으로 해당 의료기관의 정보, 장치 정보 및 각 촬영 종류별 검사조건과 그에 따른 측정 선량값을 기입한다. 본 연구팀에서는 현장의 애로사항 확인 및 일관성 있는 데이터 확보를 위해 주기적인 현장 방문을 그림 3과 같이 진행하였다.

검사기관을 통해 수집된 DRL 데이터의 값은 이상치(outlier) 제외 등과 같은 데이터 보정이 이루어지지 않은 원시(raw) 데이터로 정확한 DRL 통계 결과를 얻기 위해 통계 분석 전문가와 데이터 통계 및 비교분석을 진행하였다. 각 촬영 종류별로 측정된 선량값 분포에서 최소, 최대, 평균, 중간, 3사분위값을 도출하였으며, 이중 3사분위 값을 해당 촬영 종류에 대한 DRL로 선정하였다[2]. 더하여 조사지에 기입된 의료기관에 대한 정보, 장치에 대한 정보 및 촬영조건에 대한 정보 등에 따른 선량 비교를 실시하였다.

결 과

일반촬영 및 유방촬영의 국가 DRL을 마련하기 위해 수행된 본 조사 연구에서는 총 454개 의료기관으로부터 일반촬영 장치 382대, 유방촬영장치 135대에 대한 데이터가 수집되었다. 조사된 의료기관의 종별 분포는 일반촬영장치의 경우 상급종합병원이 7%, 종합병원이 17%, 병·의원이 76%, 유방촬영장치의 경우 상급종합병원이 10%, 종합병원이 26%, 병·의원이 64%이다.

수집된 데이터를 분석한 결과, 표 2 및 표 3과 같이 일반촬영 및 유방촬영의 각 검사종류별 국가 DRL이 도출되었다. 일반촬영의 소아 5세에서 Ankle AP 검사의 ESD가 0.16 mGy로 가장 낮은 값을 나타냈으며, abdomen AP 검사가 1.40 mGy로 가장 높은 값을 나타냈다. 소아 10세의 경우 hand PA 검사의 ESD가 0.18 mGy로 가장 낮은 값을,

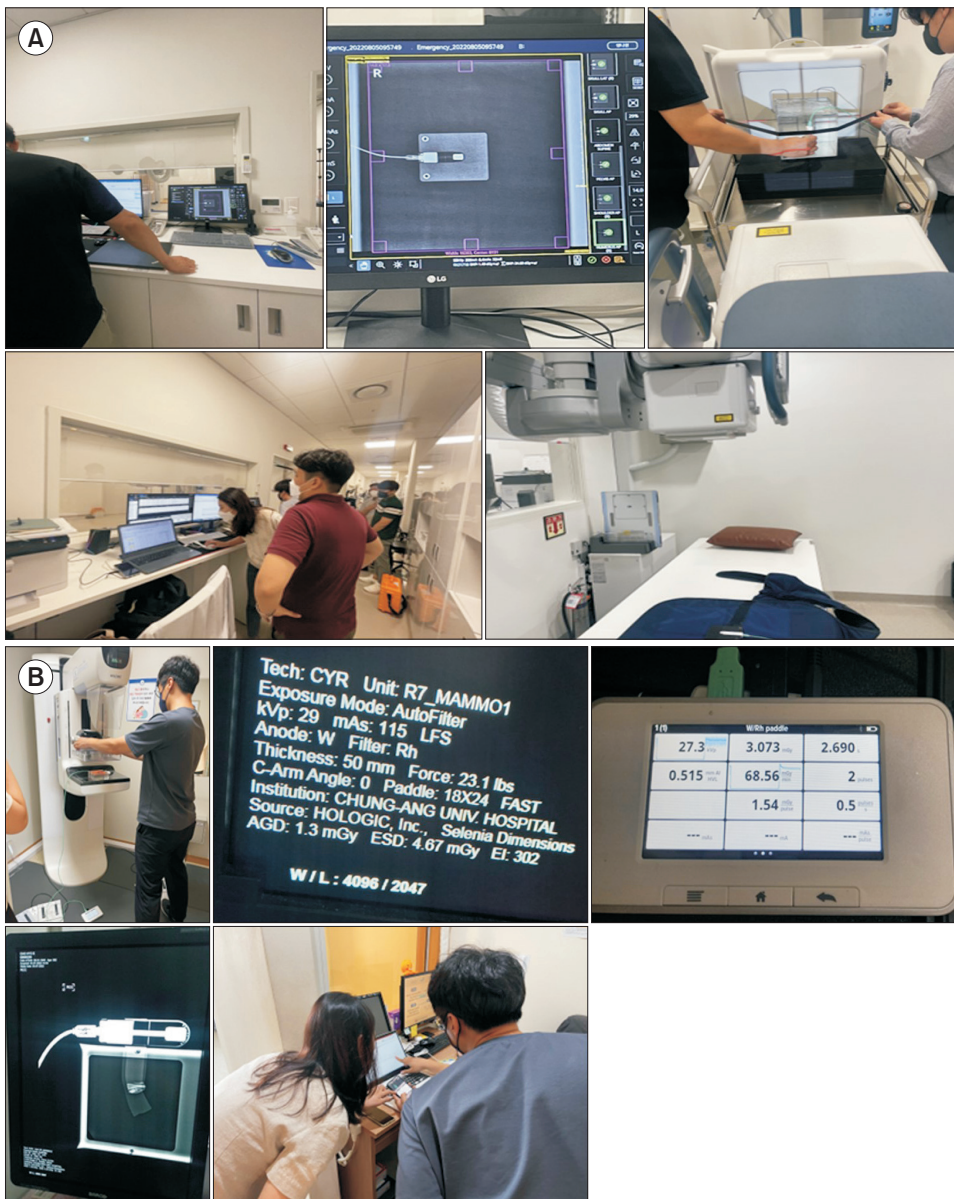


그림 3. 검사기관의 diagnostic reference level (DRL) 조사 모습
(A) 일반촬영장치의 DRL 조사 모습. (B) 유방촬영장치의 DRL 조사 모습

abdomen AP가 2.28 mGy로 가장 높은 값을 나타냈다. 그리고 성인의 경우 hand PA 검사의 ESD가 0.27 mGy로 가장 낮은 값을, L-Spine LAT이 8.49 mGy로 가장 높은 값을 나타냈다. 유방촬영의 경우 ESD 8.40 mGy, AGD 1.56 mGy의 결과가 도출되었다.

조사된 의료기관 종별로 선량분포를 비교한 결과, 일반촬영의 경우 소아와 성인 모두에서 모든 촬영 종류에 대해 병·의원이 가장 높은 값을 나타냈으며, 종합병원, 상급종합병원 순으로 낮아지는 경향을 나타냈다. 유방촬영 역시 일반촬영과

동일한 경향을 나타냈다.

논 의

본 정책연구에서는 일반촬영과 유방촬영에 대한 환자의 연령에 따른 촬영종류별 DRL 마련을 위하여, 의료기관에서 사용하고 있는 환자선량 데이터를 수집하고 이를 토대로 의료기관에서 검사조건 및 환자선량의 최적화에 활용할 수 있는 국가 DRL을 제시함으로써 의료방사선 안전관리에 관한 정책

표 2. 일반촬영의 연령 및 검사종류별 DRL

검사종류	ESD (mGy)	DAP (mGy·cm ²)
5세		
Skull AP	1.01	515.30
Chest PA	0.32	405.82
Chest LAT	0.75	912.41
Abdomen AP	1.40	1,552.78
Pelvis AP	1.17	1,305.59
Shoulder AP	0.59	365.58
Humerus AP	0.39	526.63
Elbow AP	0.19	73.30
Hand PA	0.20	47.48
Hip Joint AP	1.07	1,163.78
Femur AP	0.60	733.31
Knee AP	0.26	162.67
Ankle AP	0.16	63.40
10세		
Skull AP	1.59	803.52
Chest PA	0.47	613.36
Chest LAT	1.06	1,231.84
Abdomen AP	2.28	2,418.43
Pelvis AP	2.08	2,208.59
Shoulder AP	0.83	485.89
Humerus AP	0.66	881.18
Elbow AP	0.27	103.67
Hand PA	0.18	69.79
Hip Joint AP	1.90	1,961.77
Femur AP	0.97	1,152.94
Knee AP	0.42	256.08
Ankle AP	0.26	102.62
성인		
Skull AP	2.55	1,226.26
Chest PA	0.68	769.23
Chest LAT	1.55	1,592.29
Abdomen AP	3.80	3,645.52
Pelvis AP	3.70	3,337.34
C-Spine AP	1.36	588.44
C-Spine LAT	1.22	527.47
T-Spine AP	3.70	3,551.99
T-Spine LAT	5.86	5,574.46
L-Spine AP	4.83	4,653.46
L-Spine LAT	8.49	8,213.78
Shoulder AP	1.55	636.23
Humerus AP	0.93	912.15
Elbow AP	0.42	134.99
Hand PA	0.27	91.61
Hip Joint AP	3.22	2,079.74
Femur AP	1.88	1,489.55
Knee AP	0.73	314.57
Ankle AP	0.50	147.21

DRL=diagnostic reference level; ESD=entrance surface dose; DAP=dose area product; AP=anterior-posterior; PA=posterior-anterior; LAT=lateral; C-Spine=cervical spine; L-Spine=lumbar spine; T-Spine=thoracic spine.

에 반영될 수 있는 데이터 구축을 목적으로 하였다.

기존 질병관리청(구 식약처 및 질병관리본부)에서 주기적으로 갱신해오던 DRL 수립 연구와 이번 연구의 가장 큰 차이점은 DRL 조사 방법에 있다고 할 수 있다. 기존의 연구는 DRL의 제시 항목(검사 프로토콜) 설정 및 대상 장치 및 지역, 병원 종별 비율 설정과 선량 측정을 단일 연구팀에서 실시하였으나, 본 연구에서는 DRL 마련을 위한 조사 항목 검토부터 측정 방법 수립은 본 연구팀에서 시행하고 실제 의료기관에서의 측정은 진방장치 검사기관이 본 연구팀의 현장지도 하에 수행하였으며, 측정이 완료된 후 데이터를 제공 받아 본 연구팀에서 최종적으로 통계 분석하여 국가 DRL을 도출하였다.

기존의 연구 방법과 비교하여 본 연구의 가장 큰 특징으로는, 측정 건수를 큰 폭으로 증가시켰으로써(전국 조사 의료기관 수: 454 기관, 측정된 일반촬영장치 및 유방촬영장치 대수: 517대) 보다 많은 표본의 데이터를 획득하였고, 이를 통해 통계 분석의 신뢰도를 향상시킬 수 있었다는 점을 들 수 있다. 또한, 측정에 사용된 진방장치는 규정에 따른 검사기준을 충족하였으므로 장치의 정도관리 수준에 따른 측정 결과의 부정확성을 줄였다고 할 수 있다. 그러나 장치검사 의뢰, 접수 및 수행 절차상 DRL 조사를 위해 사전에 의료기관의 협조를 획득하는 데에는 어려움이 있으며, DRL에 대한 사전 지식이 전무한 경우도 다반사였다. 그럼에도 불구하고 그동안 종합병원 이상급으로 편중되어 있던 환자선량 최적화를 위한 노력 및 DRL에 대한 정보들이 본 연구 수행을 통해 전국의 다양한 종별의 의료기관에 널리 전파될 수 있을 것이라 생각된다. 따라서 본 연구 이후 도래되는 DRL 전국 조사 시에 더욱 원활하고 다양한 조사가 이뤄질 수 있을 것이라 기대된다.

국내에서 2017년 및 2018년에 조사된 국가 DRL과 본 연구로 도출된 DRL을 비교해보았을 때, 전반적으로 DRL이 상승하는 경향을 나타냈다[3,4]. 이는 측정 방법의 차이에서 기인한 것으로 보이며, 본 연구는 측정 건수를 대폭 향상시켰으로써 비교적 더 높은 대표성을 가진다는 점에 의의가 있다. 본

표 3. 유방촬영의 diagnostic reference level

검사종류	팬텀(두께/유선)	3사분위 ESD (mGy)	3사분위 AGD (mGy)
CC	ACR phantom (4.2 cm/50%)	8.40	1.56

CC=craniocaudal; ACR=American College of Radiology; ESD=entrance surface dose; AGD=average glandular dose.

연구 결과 조사된 지역 및 의료기관 종에 따른 일반촬영장치와 유방촬영장치의 분포 현황은, 일반촬영장치의 경우 상급종합병원이 27개소(7%), 종합병원이 66개소(17%), 병·의원이 289개소(76%), 유방촬영장치의 경우 상급종합병원이 14개소(10%), 종합병원이 35개소(26%), 병·의원이 86개소(64%)이다. 국내 2019년 연구에서는 일반촬영의 경우 상급종합병원이 23개소(22%), 종합병원이 51개소(50%), 병·의원이 29개소(28%), 유방촬영장치의 경우 상급종합병원이 29개소(16%), 종합병원이 97개소(56%), 병·의원이 50개소(28%)를 대상으로 측정이 이뤄졌다[3,4]. 상급종합병원과 종합병원급의 의료기관에서는 의료방사선사용의 정당화 및 최적화 과정에 대한 의료진들의 인식이 상대적으로 병·의원급의 의료기관에 비해 높을 것으로 예상되며, 방사선 피폭선량 모니터링 시스템 도입 및 영상품질을 바탕으로 한 검사 조건의 주기적인 검토 또한 병·의원급에 비해 높은 빈도로 실시되고 있을 것으로 생각된다.

국내 이전 DRL 연구에서는 일반촬영의 경우 상급종합병원과 종합병원을 합한 비율이 72%이며[3], 유방촬영의 경우는 그 비율이 84%인 반면[4], 본 연구에서는 일반촬영의 경우 27%, 유방촬영의 경우 36%로 병·의원급에서의 측정 비율이 훨씬 더 높아졌다. 연구 초반에 측정대상 의료기관의 종별 비율을 설정할 당시에는 선행 연구와 유사한 비율을 목표로 하였다. 그러나 본 연구의 측정대상 기관을 검사기관에 장치 검사를 의뢰한 의료기관으로 하다 보니, 측정을 실시할 의료기관의 종별을 미리 확인하기 어려운 점이 있었다. 또한, 의료기관에서 검사의뢰가 들어온 이후에 해당 기관의 동의를 얻어 DRL 조사를 실시할 수밖에 없는 현실이었다. 이에 따라 선행 연구와 측정대상 의료기관 종별 비율에 차이가 발생했

며, 선행연구보다 상대적으로 병·의원급의 데이터가 많이 포함되었다. 전반적으로 국내 이전 DRL과 비교하여 본 연구 결과에서 증가 양상을 보인 것은, 상대적으로 병·의원급의 의료기관에서 의료방사선사용의 정당화/최적화에 대한 인식이 부족한 경향이 반영되었을 것으로 생각된다. 따라서 추후 정책적으로 이들 기관에 대한 의료방사선 사용의 정당화 및 최적화, DRL의 활용방안과 관련한 홍보 및 교육이 반드시 필요할 것으로 보인다.

추후 DRL을 갱신함에 있어서는 실제 임상 환경을 보다 현실적으로 반영하는 것이 중요하다. 미국에서는 ACR Dose index registry라는 국가선량저장소를 운영하고 있으며, 컴퓨터 단층촬영(computed tomography)에서 의료용 디지털 영상 통신 표준(Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM) Dose Structured Report를 기반으로 선량정보값을 자동으로 추출하여 데이터베이스화 하고 있다[9]. 일반촬영 및 유방촬영에 있어서는 영상의 DICOM Header에 검사조건, 조사야 면적, 조사선량값 등이 이미 기록되고 있다[9]. 따라서 미국의 경우와 같이 국내에서도 국가 DRL을 조사하는 데 있어 실제 측정과 병행하여 국가선량저장소가 운영될 수 있도록 대응체제를 갖추어야 할 것이라고 생각된다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: Korea Disease Control and Prevention Agency, Policy research service project (20220407A2B-00).

Acknowledgments: We would like to thank all the inspection attendants of the inspection agency who conducted the

DRL investigation on site and the medical institution officials who responded to the investigation.

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

Author Contributions: Conceptualization: YSY, JWG, BYL. Data curation: YSY, HMP. Formal analysis: YSY, HMP. Funding acquisition: YSY. Investigation: YSY, HMP. Methodology: YSY, HMP. Project administration: JHW, SKS, JWG. Resources: YSY, HMP. Software: JHW, SKS. Supervision: JWG, BYL. Validation: YSY. Visualization: HMP. Writing – original draft: HMP. Writing – review & editing: YSY, JHW, JWG.

References

1. International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. International Commission on Radiological Protection; 2007.
2. Vaño E, Miller DL, Martin CJ, et al. Diagnostic reference levels in medical imaging. International Commission on Radiological Protection; 2017.
3. Korea Disease Control and Prevention Agency. Guideline for diagnostic reference levels: general radiography. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2019.
4. Korea Disease Control and Prevention Agency. Guideline for diagnostic reference levels: mammography. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2019.
5. Ministry of Health and Welfare. Ordinance of Ministry of Health and Welfare No. 924, Rules on the Safety Management of Diagnostic Radiation Generator [Internet]. Ministry of Health and Welfare; 2022 [cited 2023 Feb 5]. Available from: <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%A7%84%EB%8B%A8%EC%9A%A9%EB%B0%A9%EC%82%AC%EC%84%A0%EB%B0%9C%EC%83%9D%EC%9E%A5%EC%B9%98%EC%9D%98%EC%95%88%EC%A0%84%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EA%B7%9C%EC%B9%99>
6. Park HM. Study on future oriented medical radiation safety management [dissertation]. Korea University; 2021.
7. Kim HJ, Gil JW, Lee BY, Lee HK. Status of diagnostic X-ray equipment in the Republic of Korea, 2020. Public Health Wkly Rep 2021;14:3329-36.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency. Medical radiation safety management manual in 2021. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2021.
9. Yoon SW. Expanding of establishment of national dose management system for CT examination. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023 Feb. Report No.: 11-1790387-000738-01.

Korean Diagnostic Reference Level for General Radiography and Mammography in 2022

YongSu Yoon¹, HyeMin Park², JongHun Won³, SeungKi Song³, JongWon Gil³, ByeongYoung Lee^{3*}

¹Department of Radiological Science, Dongseo University, Busan, Korea,

²Department of Radiology, Masan University, Changwon, Korea,

³Division of Medical Radiation, Bureau of Healthcare Safety and Immunization,
Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

There are no specific limits on patient dose for medical radiation. However, optimizing patient dosage is crucial, and diagnostic reference levels (DRLs) serve as valuable tools for this purpose. DRLs can be set at the national, regional, or institutional level, and regular revisions are recommended. In the Republic of Korea, the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) provides national DRLs. This study aimed to derive updated national DRLs for general radiography and mammography through a nationwide survey conducted in 2022. To derive this, a research method was designed to collect data from diagnostic radiation generator inspection institutions. The research team organized and analyzed these data. Data for DRL derivation were collected from four inspection institutions registered with the KDCA, resulting in a larger dataset compared to previous studies. Particularly, a large amount of data from hospitals and clinics was included to ensure that the derived DRLs reflect the current reality. By maintaining this research method, future nationwide surveys on DRLs are expected to be conducted more easily and with greater diversity.

Key words: Radiography; Mammography; Diagnostic reference level; Patient dose; Optimization

*Corresponding author: ByeongYoung Lee, Tel: +82-43-719-7511, E-mail: lkd@korea.kr

Introduction

For diagnosis and treatment of diseases, patient dose for medical radiation are not limited. In general, the “as low as reasonably achievable” (ALARA) principle is implemented to moderate the radiation dose to which patients are exposed. ALARA is commonly achieved through justification and optimization [1]. Justification, mainly done by physicians, is defined as the process of determining that radiological

examination is essential for the diagnosis and treatment of a patient’s disease [1]. The patient dose is determined by examining the conditions (e.g., voltage, current, and irradiation time) required for the irradiation process. Therefore, once justified, these conditions should be optimized for each type of imaging method. During the optimization process, a diagnostic reference level (DRL) is commonly used [2].

A DRL is a tool recommended by the International Commission on Radiological Protection and the International

Key messages

① What is known previously?

Patient dosage should be optimized following the “as low as reasonably achievable” principle. To achieve this, diagnostic reference levels (DRLs) are established. DRLs is internationally recommended to periodically revising.

② What new information is presented?

This study enhanced the investigation method for DRLs compared to previous research. It collaborated with inspection institutions to collect a large dataset of 517 general radiography and mammography equipment. This approach significantly increased the reliability of the statistical analysis used to derive the DRLs.

③ What are implications?

Continuous active promotion through DRLs are necessary for achieving patient dose optimization.

Atomic Energy Agency for the optimization of medical radiation exposure [2]. The DRL is regularly reported through surveys and dosimetric analysis in many countries and regions worldwide.

Typically, the DRL for each imaging method is set at the third quartile values (75%) of data from survey results. The concept of a DRL is different from dose constraint, which limits individual radiation exposure for preventive purposes through source-centered assessment, or a dose limit that must not be exceeded to ensure patient safety. The DRL is not a set limit on medical radiation exposure for diagnosis and treatment, but “a reference value” that is used for the optimization of radiation doses [2].

Facilities that use radiation doses exceeding the DRL are asked to revise their dose optimization. In contrast, facilities that use radiation doses much lower than the DRL need to

assess whether the radiographic images acquired at that level provide useful diagnostic information.

Periodically, information on the concept and utilization of DRL, justification of radiation treatment for the improvement of public health, and optimization of radiation doses need to be provided to medical staff and related researchers in radiology.

Accordingly, national DRLs are set by many nations worldwide as a basis for the optimization of radiation doses to patients. In the Republic of Korea, DRLs have been set for chest radiography and mammography in adults in 2007, and national DRLs have been prepared for different types of radiography [3,4]. In 2017 and 2018, studies have been conducted to set national DRLs for general radiography and mammography in both children and adults. Subsequently, in 2019, the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) published guidelines for DRLs. In these studies and guidelines, general radiography included imaging of the head, chest, abdomen, spine, pelvis, and extremities [3,4].

This study investigated and organized data on radiation doses to patients in Korean medical institutions in 2022 and presents a new national DRL for general guidelines on radiography and mammography that can be used for the optimization of examination conditions and radiation doses to patients. In particular, this study investigated DRLs by using a novel method. Previously, a single research team conducted all steps to establish DRLs. In our study, to increase the reliability of DRLs through more extensive data collection, two separate teams were involved: the DRL investigation method establishment and data analysis team and the on-site investigation team. Using this novel survey method, data were collected and analyzed to propose new national DRLs.

Table 1. Status of diagnostic radiography equipment inspection institution (as of November 17, 2022)

Registration No.	Institution name	Location
Inspection 22-1	Army Unit 2879 (self-inspection)	-
Inspection 22-2	Korea Institute of Medical Technology	Jungnang-gu, Seoul
Inspection 22-3	Korea Institute of Medical Device Assistant	Bundang-gu, Seongnam-si
Inspection 20-1	Korea Institute of Testing & Examination	Bundang-gu, Seongnam-si
Inspection 20-2	Central Technology Inspection Institute	Buk-gu, Daegu

Methods

1. Diagnostic Radiation Equipment Inspection and DRL Investigation Procedures

The “Rules on safety management of diagnostic radiation equipment,” an ordinance of the Ministry of Health and Welfare under Article 37 of the Medical Act, stipulate matters necessary to prevent potential harm to patients and radiation-related workers and to promote adequate medical treatment by safely managing diagnostic radiation equipment (DRE) installed and operated by medical institutions [5].

As per the rules, the founder or manager of a medical institution must undergo DRE inspection by an inspection agency before using DRE and every subsequent 3 years [5,6]. The inspection agencies are certified and registered with the KDCA. As shown in Table 1, a total of five inspection agencies are currently in operation in the Republic of Korea. Of these, four agencies, excluding the ROK Army Unit 2879, have branches nationwide to conduct inspections at all medical institutions that use DRE [7,8].

The founder or manager of a medical institution who wishes to inspect a DRE must apply for inspection to the head of the inspection agency. The agency that receives the application must issue an inspection report to the applicant after conducting an inspection. Then, the results must be submitted to the Director of the KDCA within 1 month from the date of

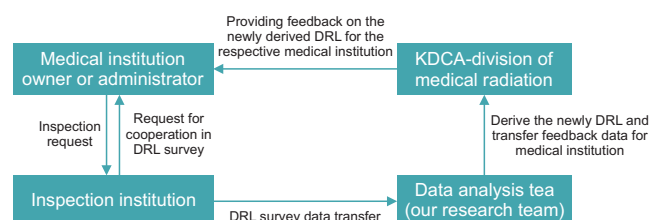


Figure 1. Flowchart of national DRL investigation in this study
DRL=diagnostic reference level; KDCA=Korea Disease Control and Prevention Agency.

inspection or evaluation [5,8].

This policy study was designed to conduct DRE inspection and dosimetry simultaneously for DRL investigation to increase the accuracy and data collection efficiency of national DRLs. A total of four inspection agencies, excluding one agency that conducts self-inspection, participated in this study and conducted an on-site investigation of DRLs.

DRL investigation processes used in this study are shown in Figure 1. When the founder or manager of a medical institution applied for DRE inspection, the inspection agency requested cooperation in DRL research. Once the medical institution of interest accepted the request, an additional DRL investigation was conducted after the DRE inspection. Then, the inspection agency provided the collected data to the research team, which were then analyzed to establish new national DRLs for general radiography and mammography. Additionally, to provide adequate feedback to the medical institutions that cooperated in this study, feedback data that included a comparison between the derived DRL and measured values were provided

to each medical institution.

2. Development of Survey for DRL Data Collection

Through discussions with inspection agencies that conduct on-site investigations, a data collection survey form was developed to derive new national DRLs. The survey consisted of four main areas: medical institution information, DRE information,

image-processing equipment information, and imaging information per inspection item (Figure 2).

Information regarding the medical institution included the region, type of medical institution, presence of a dose management system owned by the medical institution, number of general radiography instruments, number of mammography instruments, and number of image processing devices. Regions were divided into Seoul, Incheon, Gyeonggi-do, Gangwon-do,

의료기관정보									
① 지역	② 의료기관 종	③ 의료기관 자체 선량 관리 시스템 유무	④ 일반촬영장치 측정대수	⑤ 유방촬영장치 측정대수	⑥ 영상처리장치 측정대수				
					Film/Screen				
					CR system				
					DR system				

1) 일반촬영장치 정보						
① 제조사	② 모델명	③ 제조일자	④ 고전압발생장치 형식	⑤ 고유여과	⑥ 최근 장치검사결과	⑦ DAP 부착여부

1) 유방촬영장치 정보							
① 제조사	② 모델명	③ 제조일자	④ 고전압발생장치 형식	⑤ Target	⑥ 고유여과	⑦ 최근 장치검사결과	⑧ 선량계 부착여부

2) 영상처리장치 정보			
① 형식	② 제조사	③ 모델명	④ 선량정보 표시

D) 검사항목별 촬영정보														
연령	검사항목	관전압 (kVp)	관전류 (mA)	조사시간(msec)	mAs	촬영조건			AEC 적용유무	부가필터		선량정보		
						조사야	거리 (cm)	SID(cm)		표기값	속정값	ESD (mGy)	DAP (mGy×cm ²)	ESD (mGy)
5세	Skull AP													
	Chest PA													
	Abdomen LAT													
	Pelvis AP													
	Shoulder AP													
	Humerus AP													
	Elbow AP													
	Wrist PA													
	Hip Joint AP													
	Femur AP													
10세	Knee AP													
	Ankle AP													
	Skull PA													
	Chest LAT													
	Abdomen AP													
	Pelvis AP													
	Shoulder AP													
	Humerus AP													
Elbow AP														
Wrist PA														
Hip Joint AP														

D) 검사항목별 촬영정보														
연령	검사항목	관전압 (kVp)	관전류 (mA)	조사시간(msec)	mAs	촬영조건			AEC 적용유무	부가필터		선량정보(환영촬영 시)		
						조사야	거리 (cm)	SID(cm)		표기값	속정값	ESD (mGy)	DAP (mGy×cm ²)	ESD (mGy)

Figure 2. Developed survey form for diagnostic reference level investigation

(A) Medical institution information entry items. (B) General radiography and mammography equipment information entry items. (C) Image processing device information entry items. (D) Exposure condition and dose information for each examination protocol in general radiography and mammography. CR=computed radiography; DR=digital radiography; DAP=dose area product; DRL=diagnostic reference level; ESD=entrance surface dose; AP=anterior-posterior; PA=posterior-anterior; LAT=lateral; SID=source to image receptor distance; AEC=automatic exposure control system; Mo=molybdenum; Rh=rhodium; Al=aluminum; Cu=copper; AGD=average glandular dose; HVL=half value layer; mAs, milli ampere second.

Chungcheong-do, Jeolla-do, Gyeongsang-do, and Jeju-do. The type of medical institution was classified into tertiary general hospital, general hospital, and hospital/clinic. The presence of a dose management system owned by the medical institution was answered as yes or no, and image-processing equipment was classified into Film/Screen, computed radiography (CR) system, and digital radiography (DR) system.

General radiography equipment information included the manufacturer, model name, date of manufacture, type of high voltage generator, inherent filters, recent equipment inspection results, and presence of dose area product (DAP). The type of high voltage generator was divided into single-phase generator, three-phase generator, and inverter. Inherent filters evaluated the type of equipment filtering material, such as aluminum (Al) or copper (Cu) in units of mm. Recent equipment inspection results were indicated as “passed” or “failed,” and in the case of a failure result, the failure item was specified. The purpose of this item was to ensure the reliability of the data collected in this study, based on findings that dose reproducibility is a suitable inspection item [5,6]. The presence of DAP was answered as yes or no. If a DAP was available, the value measured by the DAP was also recorded. In contrast, if a DAP was not available, but the DAP value was displayed on the console, the indicated value was recorded to determine whether the value was measured or derived by the manufacturer after calculations.

Mammography equipment information included the name of the manufacturer, model name, date of manufacture, type of high voltage generator, target, inherent filters, recent equipment inspection results, and attachment of a dosimeter. The type of high-voltage generator was divided into a single-phase generator, three-phase generator, and inverter, and the target was divided into molybdenum (Mo), rhodium (Rh), tungsten

(W), and others. Inherent filters were divided into Al, beryllium, W, Mo, Rh, or Cu, in units of mm.

Image-processing equipment information included the same information as for general radiography and mammography equipment: type, name of the manufacturer, model name, and dose information. The type of image-processing equipment was classified into Film/Screen, CR system, and DR system. Dose information referred to the value displayed on the console during imaging. Dose information was classified into none, DAP, entrance surface dose (ESD), and exposure index (EI) for general radiography, and none, ESD, entrance surface exposure (ESE), average glandular dose (AGD), and EI for mammography. When several values of dose information were displayed, all values were recorded, in plural.

Both general radiography and mammography required the following imaging information for each inspection item: tube voltage, tube current, irradiation time, mAs, irradiation field (horizontal and vertical), source-to-image receptor distance, grid ratio, automatic exposure control system, an additional filter, and dose information. The first nine items were values that were used in the medical institutions for each inspection item, while dose information was defined as the value measured by the dosimeter used by the inspection agency under the imaging conditions. If the dosimeter displayed the dose information, both the measured and displayed values (general radiography: DAP, ESD, or EI; mammography: ESD, ESE, AGD, or EI) were recorded. For general radiography, items to which automatic exposure control (AEC) was applied were measured using a water phantom ($20 \times 20 \times 20 \text{ cm}^3$) owned by the inspection agency. For mammography, items to which the AEC was applied were measured using the American College of Radiology (ACR) phantom. In mammography, the measured AGE value

was calculated using the measured ESD value, irradiation time, and half-value layer.

General radiography was further specified into two types for pediatrics (age: 5–10 years) and adults. In pediatrics, 13 test types, including skull anterior-posterior (AP), chest posterior-anterior (PA), and chest lateral (LAT) views, were investigated. In adults, 19 test types, including the 13 test types used in pediatrics and, additionally, cervical spine (C-Spine) AP and LAT, thoracic spine (T-Spine) AP and LAT, and lumbar spine

(L-Spine) AP and LAT views, were investigated.

3. DRL Data Collection and Analysis

The inspection agencies visited medical institutions that agreed to cooperate in DRL research. Using the survey form, medical institution information, DRE information, examination conditions by imaging type, and measured dose values were recorded. As shown in Figure 3, the research team visited the sites regularly to assess potential on-site difficulties and to

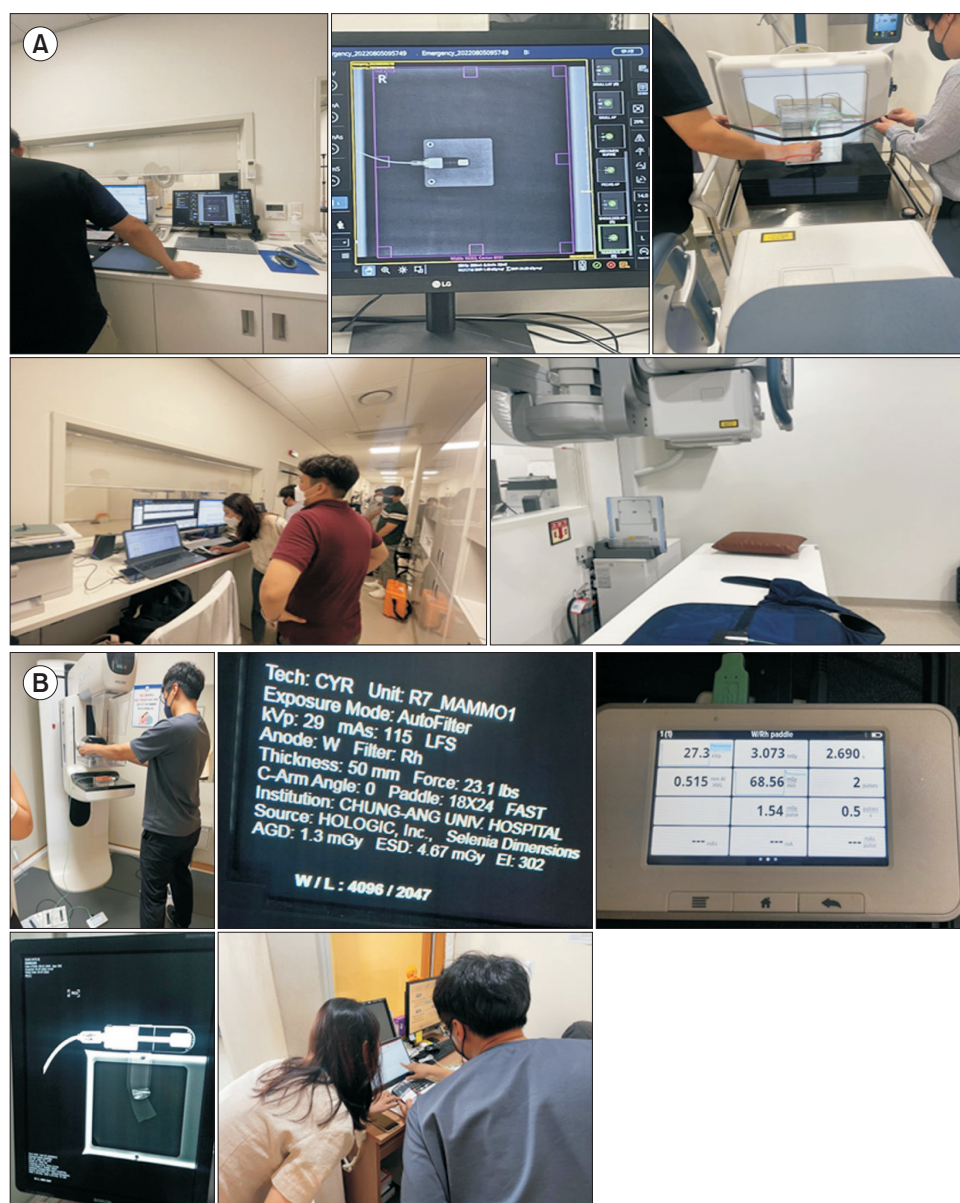


Figure 3. Diagnostic reference level (DRL) investigation process of the inspection institutions
(A) DRL investigation process for general radiography equipment. (B) DRL investigation process for mammography equipment.

secure consistent data.

DRL values collected through the inspection agencies were raw data that had not undergone processing, such as the exclusion of outliers. To obtain accurate DRL statistical results, data statistics and comparative analysis were conducted by a statistical analysis expert. The minimum, maximum, mean, median, and third quartile values were derived from the distribution of the measured dose values for each imaging type. Among these values, the third quartile values were selected as DRLs for different imaging types [2]. Additionally, doses were compared by medical institution information, DRE information, and imaging conditions acquired from the survey form.

Results

In this study, conducted to establish national DRLs for general radiography and mammography, data on 382 general radiography and 135 mammography instruments were collected from 454 medical institutions. DRE distribution by the type of medical institution was as follows. Approximately 7%, 17%, and 76% of general radiography instruments were in tertiary general hospitals, general hospitals, and hospitals/clinics, respectively. For mammography instruments, 10%, 26%, and 64% were in tertiary general hospitals, general hospitals, and hospitals/clinics, respectively.

As shown in Tables 2 and 3, analysis of the collected data allowed the derivation of national DRLs for different imaging types in general radiography and mammography. The results for general radiography were as follows. In pediatric radiography of 5-year-old patients, ankle AP imaging had the lowest ESD value of 0.16 mGy, while abdomen AP imaging had the highest ESD value of 1.40 mGy. In pediatric radiography

Table 2. DRL for general radiography

Protocol	ESD (mGy)	DAP (mGy · cm ²)
5-year-old		
Skull AP	1.01	515.30
Chest PA	0.32	405.82
Chest LAT	0.75	912.41
Abdomen AP	1.40	1,552.78
Pelvis AP	1.17	1,305.59
Shoulder AP	0.59	365.58
Humerus AP	0.39	526.63
Elbow AP	0.19	73.30
Hand PA	0.20	47.48
Hip Joint AP	1.07	1,163.78
Femur AP	0.60	733.31
Knee AP	0.26	162.67
Ankle AP	0.16	63.40
10-year-old		
Skull AP	1.59	803.52
Chest PA	0.47	613.36
Chest LAT	1.06	1,231.84
Abdomen AP	2.28	2,418.43
Pelvis AP	2.08	2,208.59
Shoulder AP	0.83	485.89
Humerus AP	0.66	881.18
Elbow AP	0.27	103.67
Hand PA	0.18	69.79
Hip Joint AP	1.90	1,961.77
Femur AP	0.97	1,152.94
Knee AP	0.42	256.08
Ankle AP	0.26	102.62
Adult		
Skull AP	2.55	1,226.26
Chest PA	0.68	769.23
Chest LAT	1.55	1,592.29
Abdomen AP	3.80	3,645.52
Pelvis AP	3.70	3,337.34
C-Spine AP	1.36	588.44
C-Spine LAT	1.22	527.47
T-Spine AP	3.70	3,551.99
T-Spine LAT	5.86	5,574.46
L-Spine AP	4.83	4,653.46
L-Spine LAT	8.49	8,213.78
Shoulder AP	1.55	636.23
Humerus AP	0.93	912.15
Elbow AP	0.42	134.99
Hand PA	0.27	91.61
Hip Joint AP	3.22	2,079.74
Femur AP	1.88	1,489.55
Knee AP	0.73	314.57
Ankle AP	0.50	147.21

DRL=diagnostic reference level; ESD=entrance surface dose; DAP=dose area product; AP=anterior-posterior; PA=posterior-anterior; LAT=lateral; C-Spine=cervical spine; L-Spine=lumbar spine; T-Spine=thoracic spine.

Table 3. DRL for mammography

Protocol	Phantom (thickness/mammary gland)	3rd quartile ESD (mGy)	3rd quartile AGD (mGy)
CC	ACR phantom (4.2 cm/50%)	8.40	1.56

CC=craniocaudal; ACR=American College of Radiology; ESD=entrance surface dose; AGD=average glandular dose.

of 10-year-old patients, hand PA imaging had the lowest ESD value of 0.18 mGy, while abdomen AP imaging had the highest ESD value of 2.28 mGy. In adults, hand PA imaging had the lowest ESD value of 0.27 mGy, while L-Spine LAT imaging had the highest ESD value of 8.49 mGy. Mammography showed an ESD value of 8.40 mGy and an AGD value of 1.56 mGy.

Radiation dose distribution was compared by the type of medical institution. For general radiography, hospitals/clinics showed the highest dose value for all types of imaging in both pediatric and adult radiography, followed by general hospitals and tertiary general hospitals. General mammography presented a pattern similar to that of radiography.

Discussion

This study aimed to prepare DRLs for different imaging types of general radiography and mammography, according to patients' age groups. Herein, we collected data on radiation doses to which patients are exposed in medical institutions and presented national DRLs that can be used for the optimization of examination conditions and radiation doses, thereby establishing data that can be used to prepare policies on medical radiation safety management.

The biggest difference between our study and previous studies on DRL, which have been updated periodically by the KDCA, involved the DRL investigation method used. In previous studies, a single research team investigated DRL

suggestions (examination protocol), target equipment and region, distribution of equipment by type of institution, and dosimetric measurements. In contrast, the research team of this study established investigation items for DRL preparation and dose measurement. On-site measurements at medical institutions were conducted by DRE inspection agencies under the on-site guidance of the research team. After the measurements had been completed, the acquired data were statistically analyzed to present national DRLs.

Compared to the existing research methods, the most notable feature of this study was the considerable increase in the number of measurements (number of medical institutions surveyed nationwide: 454, number of general radiography and mammography equipment: 517). The greater number of samples analyzed in this study increased the reliability of the results. Moreover, the DRE analyzed in this study satisfied the inspection criteria that were per the regulations, further reducing the inaccuracy of measurement results caused by the quality control level of equipment. In the process of requesting, receiving, and conducting DRE inspections, some difficulties in obtaining cooperation for DRL investigation from medical institutions were encountered, and many institutions tended to have no prior knowledge about DRLs. However, the findings of this study may help to widen efforts to optimize radiation doses for patients and to spread information on DRLs, which has mostly been available only to general hospitals and larger hospitals, to more types of medical institutions in the Republic of Korea. Therefore, it is expected that subsequent national

DRL investigations may be more sophisticated and widespread than previously.

The DRL suggested in this study generally tended to be increased when compared with national DRLs conducted in the Republic of Korea in 2017 and 2018 [3,4]. Such differences may be attributed to the measurement methods used. The findings of our study are substantial, as the greater sample size has relatively higher representativeness. Herein, general radiography and mammography equipment distribution, according to the type of medical institution and region, was as follows: 27 (7%), 66 (17%), and 289 (76%) general radiography instruments were located in tertiary general hospitals, general hospitals, and hospitals/clinics, respectively, and 14 (10%), 35 (26%), and 86 (64%) mammography instruments were located in tertiary general hospitals, general hospitals, and hospitals/clinics, respectively. In a domestic study conducted in 2019, 23 (22%), 51 (50%), and 29 (28%) general radiography instruments were found in tertiary general hospitals, general hospitals, and hospitals/clinics, respectively, while 29 (16%), 97 (56%), and 50 (28%) mammography instruments were located in tertiary general hospitals, general hospitals, and hospitals/clinics, respectively [3,4]. Medical staff in tertiary general hospitals and general hospital-level medical institutions are expected to have a relatively higher awareness of the justification and optimization process of medical radiation use and conduct more frequent periodic reviews of examination conditions based on image quality, using radiation-exposure dose monitoring systems, than do those in hospitals/clinics.

In previous domestic studies on DRLs, the combined rate of tertiary general hospitals and general hospitals was 72% for general radiography [3] and 84% for mammography [4]. Concurrently, in our study, the combined rate of tertiary

general hospitals and general hospitals was 27% for general radiography and 36% for mammography, indicating an increased rate of measurements in hospitals/clinics. Initially, when the ratio of the types of medical institutions was designed for this study, we aimed to achieve a ratio similar to that of previous studies. However, as the target institutions were those that requested equipment inspection, we encountered difficulties in assessing the type of medical institution before the investigation. Additionally, we had to ask for the cooperation of medical institutions that requested inspections to conduct a DRL investigation. As a result, our study differed markedly from previous studies in terms of the type of medical institution included, and relatively more data from hospitals/clinics were included in our study. The overall increase in DRLs in our study as compared to those in previous findings may reflect the relative lack of awareness of radiation use justification and optimization in hospitals/clinics. Therefore, future policies must include education on the justification and optimization of medical radiation use and the utilization of DRLs.

When reviewing DRLs in the future, clinical environment settings should be reflected more realistically. In the US, the ACR Dose Index Registry, a national dose registry, is available. Dose information values are automatically extracted and stored in a database using Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) structured reports of doses [9]. Data, such as examination condition, irradiation field area, and radiation dose, are recorded in the DICOM header of images for general radiography and mammography [9]. Therefore, to establish more refined national DRLs, a sophisticated response system that measures radiation dose values during DRL investigation must be prepared to establish a national dose index registry.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: Korea Disease Control and Prevention Agency, Policy research service project (20220407A2B-00).

Acknowledgments: We would like to thank all the inspection attendants of the inspection agency who conducted the DRL investigation on site and the medical institution officials who responded to the investigation.

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

Author Contributions: Conceptualization: YSY, JWG, BYL. Data curation: YSY, HMP. Formal analysis: YSY, HMP. Funding acquisition: YSY. Investigation: YSY, HMP. Methodology: YSY, HMP. Project administration: JHW, SKS, JWG. Resources: YSY, HMP. Software: JHW, SKS. Supervision: JWG, BYL. Validation: YSY. Visualization: HMP. Writing – original draft: HMP. Writing – review & editing: YSY, JHW, JWG.

References

1. International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection; 2007.
2. Vaño E, Miller DL, Martin CJ, et al. Diagnostic reference levels in medical imaging. International Commission on Radiological Protection; 2017.
3. Korea Disease Control and Prevention Agency. Guideline for diagnostic reference levels: general radiography. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2019.
4. Korea Disease Control and Prevention Agency. Guideline for diagnostic reference levels: mammography. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2019.
5. Ministry of Health and Welfare. Ordinance of Ministry of Health and Welfare No. 924, Rules on the Safety Management of Diagnostic Radiation Generator [Internet]. Ministry of Health and Welfare; 2022 [cited 2023 Feb 5]. Available from: <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%A7%84%EB%8B%A8%EC%9A%A9%EB%B0%A9%EC%82%AC%EC%84%A0%EB%B0%9C%EC%83%9D%EC%9E%A5%EC%B9%98%EC%9D%98%EC%95%88%EC%A0%84%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EA%B7%9C%EC%B9%99>
6. Park HM. Study on future oriented medical radiation safety management [dissertation]. Korea University; 2021.
7. Kim HJ, Gil JW, Lee BY, Lee HK. Status of diagnostic X-ray equipment in the Republic of Korea, 2020. Public Health Wkly Rep 2021;14:3329–36.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency. Medical radiation safety management manual in 2021. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2021.
9. Yoon SW. Expanding of establishment of national dose management system for CT examination. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023 Feb. Report No.: 11-1790387-000738-01.

2022년 경북권(대구, 경북) 코로나19 발생 및 대응

박충민¹, 박한울¹, 최성주¹, 정연화¹, 손준석¹, 이지민¹, 배화², 임민아³, 김유경³, 손태종^{1*}¹질병관리청 경북권질병대응센터 감염병대응과, ²대구광역시 보건 의료정책과, ³경상북도 감염병관리과

초 록

본 원고는 2022년 경북권(대구광역시, 경상북도)에서 코로나바이러스감염증-19(코로나19)로 보고된 확진자 및 사망자 발생 현황과 감염취약시설 코로나19 발생과 대응 현황을 파악하고, 이를 중심으로 코로나19 방역정책 전략 수립과 미래 감염병 유행을 대비하기 위한 근거 자료 마련을 목적으로 한다. 2022년 1월부터 12월까지 경북권 코로나19 확진자는 2,557,128명, 사망자는 3,283명이었다. 전체 확진자 및 사망자는 여성이 남성에 비해 다소 높은 비중을 차지하였다. 연령별로 확진자는 40-49세(14.3%, 365,357명)가, 사망자는 80세 이상에서 2,103명(64.1%, 치명률 2.2%)으로 가장 높은 비중을 차지하였고 60세 이상이 3,125명으로 전체 사망자의 95.2%를 차지하였다. 지역별로 확진자 및 사망자의 비중은 경상북도가 더 높게 나타났다. 인구 10만 명당 발생률은 대구광역시(이하 대구)가 높게 나타났으나 치명률은 경상북도(이하 경북)가 높았다. 전체 사망자 중 3,155명(96.1%)에게서 기저질환이 확인되었으며, 주요 기저질환으로는 순환기계 질환(63.4%), 치매·우울증 등 정신질환(36.6%), 당뇨병·갑상선질환 등 내분비계 및 대사성질환(29.6%) 순으로 높게 나타났다. 2022년 발생된 오미크론 변이는 BA.1의 1차 유행(1.1.-3.19.), BA.2의 2차 유행(3.20.-7.23.), BA.4·5의 3차 유행(7.24.-12.31.)으로 총 세 차례 유행시기별 방역정책 또한 차이가 있었다. 델타 변이보다 전파력이 높은 오미크론 변이의 우점화 등으로 전국적 유행이 확대됨에 따라 경북권의 확진자도 크게 증가하였고, 감염취약시설 중심의 집단발생 또한 증가하여 60세 이상 사망자도 증가하였다.

주요 검색어: 코로나바이러스감염증-19; 확진자; 사망자; 감염취약시설; 경북권

서 론

코로나바이러스감염증-19(코로나19)는 2020년 1월 20일 국내에서 첫 확진자가 보고된 이후 2023년 1월 1일 0시까지 전국에서 총 29,058,860명의 코로나19 누적 확진자가 발생하였으며, 이 중 2022년 한 해 동안 발생한 확진자는

28,428,078명으로 전 유행기간의 누적 확진자 중 97.8%를 차지한다[1]. 경북권(대구·경북)에서는 2022년 1월 1일부터 12월 31일까지 1년간 총 2,557,128명(일평균 약 7,006명)의 코로나19 확진자가 발생하여 같은 기간 국내 전체 확진자 중 약 9.0%를 차지하였으며, 인구 10만 명당 발생률은 51,512명으로 전국 55,052명 대비 낮은 수준이었다. 지금까

Received June 7, 2023 Revised July 3, 2023 Accepted July 4, 2023

*Corresponding author: 손태종, Tel: +82-53-550-0620, E-mail: sontaejong@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?**

2022년 12월까지 국내 코로나19 누적확진자는 29,058,860 명이며, 이 중 97.8% (28,428,078명)가 2022년에 발생하였다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2022년, 경북권(대구, 경북)의 확진자는 총 2,557,128명(일 평균 약 7,006명), 사망자는 3,283명으로 치명률은 0.13%였다. 지역별로 확진자는 경북 1,311,400명(51.3%), 대구 1,245,728명(48.7%)이었다. 사망자는 경북 1,784명(54.3%), 대구 1,499명(45.7%)이었다. 확진자 및 사망자 모두 경상북도가 높은 비중을 차지하였다. 인구 10만 명당 발생률은 대구가 경북에 비해 높게 나타났으나, 치명률은 경북이 높게 나타났다.

③ 시사점은?

코로나19 신종바이러스 출현 등의 방역정책을 유연하게 변경해야 하는 상황에서 지역적 발생 특징 및 대응조치를 확인하여 방역정책의 전략을 수립하는데 중요한 기초자료로 사용될 수 있을 것이다.

지의 코로나19 대응전략을 시간 순으로 살펴보면, 2020년에는 1월 20일 코로나19 첫 환자 발생 이후 비약물적 개입(손 씻기, 마스크 착용, 사회적 거리두기) 등의 방역조치와 예방접종을 통해 코로나19에 대응하였다. 2021년부터 해외의 많은 국가들이 과학적 근거 등에 기반하여 방역조치를 해제하였고, 우리나라에서도 예방접종률이 증가함에 따라 사회적 거리두기 등의 방역조치를 순차적 완화함으로써 일상으로의 회복을 추진하였다[2-4]. 그러나 2021년 12월 이후 오미크론 변이 바이러스 출현 및 일부 오미크론 하위변이가 우세종이 되면서 재감염 추정자를 포함한 많은 확진자가 발생하였고 고령층의 사망자가 크게 증가하였다. 이에 따라 2022년에는 코로나19 대응을 위한 방역정책으로 비약물적 개입을 지속하면서 확진자의 증가에 따른 자기기입식 역학조사를 실시하였고, 먹는 치료제 투여, 사회적 거리두기 해제, 해외입국자 의무격리

해제, 입국 전 음성확인서 제출의무 중단, 입국 후 polymerase chain reaction (PCR) 의무검사 중단, 동절기 예방접종 등 다양한 방역정책과 고위험군의 감염취약시설 중심으로 코로나19를 대응해 왔다.

본 원고는 2022년 경북권에서 보고된 코로나19 확진자 및 사망자 발생 현황을 확인하고, 변이 유행 시기별 감염취약시설 위험요인 및 대응 방법을 소개하여 권역의 현재 코로나19 유행뿐 아니라 향후 발생할 수 있는 감염병 유행에 대응하기 위한 방역 대책 수립에 중요한 기초자료를 제공하고자 한다.

방 법

질병관리청 코로나19 정보관리시스템에 확진자 및 사망자로 신고된 환자의 역학정보 등을 바탕으로 작성되었으며, 확진자의 경우 2022년 1월 1일부터 12월 31일까지 집계일 기준이며, 사망자는 2022년 1월 1일부터 12월 31일까지 사망일 기준자료로 향후 역학조사 등의 결과에 따라 세부 사항이 변동될 수 있다.

결 과**1. 2022년 경북권 코로나19 발생 현황**

2022년 1월부터 12월까지 경북권(대구·경북)에서 보고된 코로나19 확진자는 총 2,557,128명으로 전년도(28,214명) 대비 약 9,063배 증가하였다. 전체 확진자의 99.8%에 해당하는 2,551,817명은 국내에서 발생한 확진자이며, 나머지 5,311명은 해외에서 감염 후 유입되었다. 1년간 발생한 확진자 중 1분기에 979,534명(38.3%)으로 가장 많은 확진자가 보고되었는데, 2021년 11월부터 시작된 단계적 일상회복과 12월부터 전파력이 강한 오미크론 변이의 출현 및 유행으로 확진자가 크게 증가하였다(그림 1).

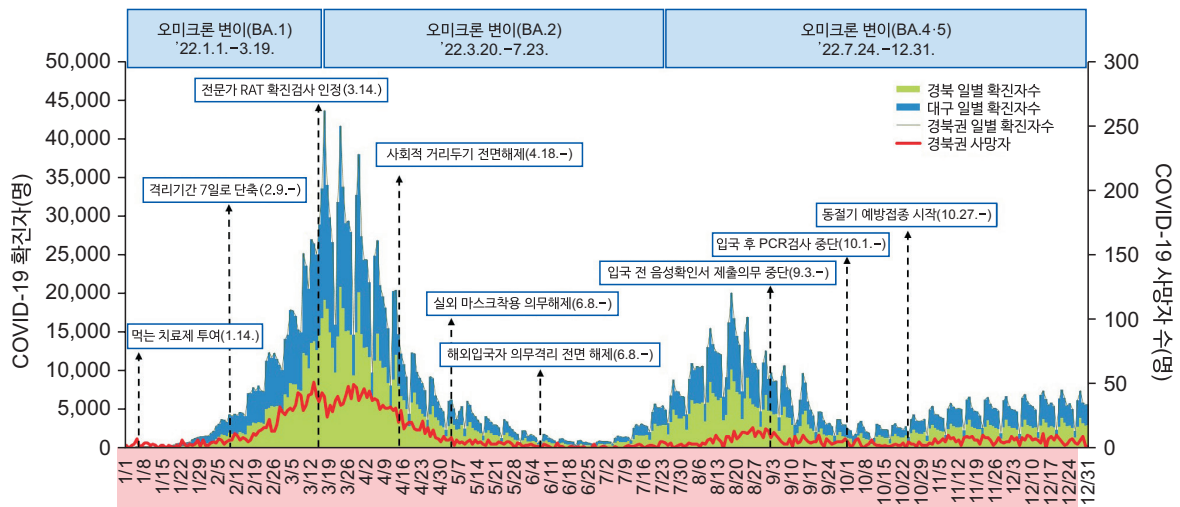


그림 1. 2022년 경북권 변이 유행 시기별 코로나19 확진자 발생 현황

RAT=rapid antigen test; COVID-19=coronavirus disease 2019; PCR=polymerase chain reaction.

전체 코로나19 확진자 중 여성이 54.2%로 남성에 비해 다소 많은 비중을 차지하였으며, 연령별로는 40대 확진자가 14.3%로 가장 많고, 50대(13.2%), 10대(13.1%), 20대(12.9%), 30대(12.6%), 60대(12.2%), 10세 미만(10.4%) 순이었다. 그러나 연령별 인구 10만 명당 발생률은 10세 미만(76,934명)과 10대(75,931명)가 높게 나타났다. 지역별로는 경북이 1,311,400명(51.3%), 대구가 1,245,728명(48.7%)으로 경북이 조금 높았다. 그러나 인구 10만 명당 발생률은 대구가 52,223명, 경북이 49,927명으로 대구가 높게 나타났다(표 1). 2020년 1월 20일-2022년 12월 31일까지 경북권(대구·경북)에 신고된 코로나19 확진자 2,583,266명 중 재감염 추정사례는 83,922명(3.25%)이 발생하였고, 동기간 전국 재감염 추정사례는 3.83%로 나타났다.

2022년 동안 발생한 사망자는 3,283명으로 전년도 281명 대비 약 1,168배 증가하였고, 전국 26,288명 대비 12.5%를 차지하였다. 전체 치명률은 0.13%였으며 확진자 발생과 같이 1분기에 1,499명(45.7%)으로 가장 많은 사망자가 발생하였고, 여성이 1,732명(52.8%)으로 남성 1,551명(47.2%)보다 높은 비율을 보였으나 치명률은 약 0.13%로 비슷하였다. 연령별로는 80세 이상이 2,103명으로 전체 사망자의

64.1%를 차지하였으며, 70대가 703명(21.4%), 60대가 319명(9.7%) 순으로 높게 나타났으며, 60세 이상이 3,125명으로 전체 사망자 중 95.2%에 달했다(표 2).

지역별로는 대구가 1,499명(치명률 0.120%), 경북이 1,784명(치명률 0.136%)으로 조금 높게 나타났다(표 2). 인구 10만 명당 발생률은 대구가 높으나 치명률은 대구가 낮은 것으로 확인되었다.

사망 장소는 의료기관 2,251명(68.6%), 요양병원 887명(27.0%), 요양원 44명(1.3%), 자택 등 기타(3.1%) 순이었으며 이는 위·중증 시 시설보다는 상급 의료기관으로 병상배정 후 전원 조치되기에 의료기관에서의 사망이 높게 나타났을 것이다. 전체 사망자 중 3,155명(96.1%)에게서 기저질환이 확인되었으며, 주요 기저질환으로는 고혈압·뇌경색·심혈관 질환 등 순환기계 질환(63.4%), 치매·우울증 등 정신질환(36.6%), 당뇨병·감상선질환 등 내분비계 및 대사성질환(29.6%) 순으로 높게 나타났다.

2. 오미크론 변이 유행시기별 방역정책

2022년 오미크론 변이 유행 시기별 대응의 경우 BA.1의 1차 유행(1.1일-3.19일), BA.2의 2차 유행(3.20일-7.23일),

표 1. 경북권, 2022년 분기별 코로나19 확진자 발생 현황

구분	계 (‘22.1.1.-12. 31.)			1분기 (1.1.-3.31.)		2분기 (4.1.-6.30.)		3분기 (7.1.-9.30.)		4분기 (10.1.-12.31.)	
	명	%	발생률 ^{a)}	명	%	명	%	명	%	명	%
총합계	2,557,128	100.0	51,020	979,534	38.3	546,767	21.4	636,308	24.9	394,519	15.4
일평균	7,006			10,764		6,008		6,992		4,335	
성별											
남성	1,171,901	45.8	46,693	458,665	46.8	249,347	45.6	290,953	45.7	172,936	43.8
여성	1,385,227	54.2	55,113	520,869	53.2	297,420	54.4	345,355	54.3	221,583	56.2
연령(세)											
>10	266,452	10.4	76,934	130,220	13.3	59,488	10.9	52,850	8.3	23,894	6.0
10-19	334,478	13.1	75,931	144,682	14.8	68,441	12.5	75,876	11.9	45,479	11.5
20-29	330,084	12.9	56,430	131,785	13.4	70,468	12.9	83,753	13.2	44,078	11.2
30-39	322,092	12.6	57,074	126,928	13.0	69,983	12.8	77,988	12.2	47,193	12.0
40-49	365,357	14.3	48,731	143,764	14.7	78,312	14.3	88,196	13.9	55,085	14.0
50-59	339,016	13.2	38,795	114,812	11.7	72,387	13.2	92,435	14.5	59,382	15.0
60-69	311,084	12.2	40,122	101,742	10.4	66,510	12.2	85,225	13.4	57,607	14.6
70-79	172,908	6.8	40,975	49,825	5.1	37,003	6.8	50,188	7.9	35,892	9.1
>80	115,657	4.5	45,360	35,776	3.6	24,175	4.4	29,797	4.7	25,909	6.6
국적											
내국인	2,532,421	99.0	-	972,328	99.3	540,183	98.8	629,042	98.9	390,868	99.1
외국인	24,707	1.0	-	7,206	0.7	6,584	1.2	7,266	1.1	3,651	0.9
발생구분											
국내발생	2,551,817	99.8	-	978,777	99.9	546,281	99.9	632,825	99.5	393,934	99.9
해외유입	5,311	0.2	-	757	0.1	486	0.1	3,483	0.5	585	0.1
시·도별											
대구	1,245,728	48.7	52,223	500,736	51.1	248,832	45.5	306,736	48.2	189,424	48.0
경북	1,311,400	51.3	49,927	478,798	48.9	297,935	54.5	329,572	51.8	205,095	52.0

a) 인구 10만 명당 발생률

BA.4·5의 3차 유행(7.24일-12.31일)의 발생이 있었다. 각 유행시기별 시행된 방역정책들을 살펴보면 BA.1의 1차 유행 시기에는 1월 14일부터 먹는 치료제 투여 시작과 2월 7일부터 자기기입식 역학조사가 이루어졌으며, 이때까지는 PCR 검사만 확진 검사로 인정을 하였지만 3월 14일부터는 전문가용 신속항원검사도 확진 검사로 인정하였다. BA.2의 2차 유행 시기는 4월 18일 사회적 거리두기가 전면 해제되었고, 4월 25일부터 코로나19의 감염병 등급이 1급에서 2급으로 하향되고, 실내 다중이용시설 내 취식이 허용되었다. 또한 5월 2일부터 실외 마스크 착용의 의무가 해제되었다. BA.4·5의 3차 유행 시기에는 9월 3일 해외에서 입국 전 음성확인서 제출

의무 중단, 10월 1일 입국 후 PCR검사 의무 중단이 있었다. 마지막으로 고위험군들의 감염 및 위중증 예방을 위해 10월 27일부터 동절기 추가 백신접종이 시작되었다. 이처럼 2022년에는 오미크론 확산에 의한 확진자의 급증으로, 전파차단보다는 치료제 투여, 예방접종 등을 활용한 고위험군의 위중증 및 사망의 감소를 위한 방역정책들을 추진하였다. 또한 집단 사례 관리도 종교 및 교육시설 등 다중이용시설 관리에서 고위험군들이 생활하는 감염취약시설로 변경하여 관리되었다.

표 2. 경북권, 2022년 분기별 코로나19 사망자^{a)} 발생

구분	계			1분기			2분기			3분기			4분기		
	명	%	치명률 ^{b)}	명	%	치명률 ^{b)}	명	%	치명률 ^{b)}	명	%	치명률 ^{b)}	명	%	치명률 ^{b)}
총 합계	3,283	100.0	0.128	1,499	100.0	0.153	876	100.0	0.160	461	100.0	0.072	447	100.0	0.113
지역별															
대구	1,499	45.7	0.120	710	47.4	0.142	335	38.2	0.135	245	53.1	0.080	209	46.8	0.110
경북	1,784	54.3	0.136	789	52.6	0.165	541	61.8	0.182	216	46.9	0.066	238	53.2	0.116
성별															
남성	1,551	47.2	0.132	681	45.4	0.148	425	48.5	0.170	241	52.3	0.083	204	45.6	0.118
여성	1,732	52.8	0.125	818	54.6	0.157	451	51.5	0.152	220	47.7	0.064	243	54.4	0.110
연령별(세)															
<10	4	0.1	0.002	1	0.1	0.001	2	0.2	0.003	1	0.2	0.002	-	-	-
10-19	2	0.1	0.001	1	0.1	0.001	-	-	-	-	-	-	1	0.2	0.002
20-29	8	0.2	0.002	3	0.2	0.002	1	0.1	0.001	4	0.9	0.005	-	-	-
30-39	9	0.3	0.003	5	0.3	0.004	1	0.1	0.001	3	0.7	0.004	-	-	-
40-49	44	1.3	0.012	17	1.1	0.012	11	1.3	0.014	9	2.0	0.010	7	1.6	0.013
50-59	91	2.8	0.027	39	2.6	0.034	28	3.2	0.039	13	2.8	0.014	11	2.5	0.019
60-69	319	9.7	0.103	154	10.3	0.151	79	9.0	0.119	49	10.6	0.057	37	8.3	0.064
70-79	703	21.4	0.407	321	21.4	0.644	188	21.5	0.508	110	23.9	0.219	84	18.8	0.234
≥80	2,103	64.1	2.158	958	63.9	3.301	566	64.6	2.753	272	59.0	1.043	307	68.7	1.409
연령별(60세 이상)															
60세 이상	3,125	95.2	0.537	1,433	95.6	0.794	833	95.1	0.671	431	93.5	0.267	428	95.7	0.371
70세 이상	2,806	85.5	1.038	1,279	85.3	1.622	754	86.1	1.310	382	82.9	0.501	391	87.5	0.678

^{a)}사망자는 질병관리청으로 보고된 사망일('22.1.1.-12.31.) 기준 사망자 수를 의미함. ^{b)}치명률(%)=(사망자수/확진자수)×100

표 3. 경북권, 2022년 감염취약시설별 코로나19 발생 현황

시설	계		변이(건)					
			BA.1 (1.1-3.19)		BA.2 (3.20-7.23)		BA.4·5 (7.24-12.31)	
	건	%	대구	경북	대구	경북	대구	경북
계	1,803	100.0	442		237		1,124	
			241	201	111	126	488	636
요양병원	467	25.9	75	81	20	24	124	143
요양시설	698	38.7	95	81	48	46	161	267
주간야간보호센터	515	28.5	54	15	36	34	175	201
정신의료기관(시설)	84	4.7	11	17	1	9	25	21
장애인복지시설	39	2.2	6	7	6	13	3	4

추가 경북권 집단사례 123건(병원, 가족 또는 친구모임, 학교, 회식, 기타). 늦게 확인된 건수는 미반영되었기에 해석 및 활용시 주의. 감염취약시설(요양병원, 요양시설, 주간야간보호센터, 정신의료기관(시설), 장애인복지시설)

3. 2022년 경북권 코로나19 발생(감염취약시설 대응 중심) 대응

2022년 경북권 감염취약시설에서 확인된 코로나19 집단사례는 총 1,803건이며, 요양시설이 698건(38.7%), 주·

야간보호센터 515건(28.6%), 요양병원 467건(25.9%) 순으로 높은 비중을 차지하였다. 변이 유행 기간별로는 BA.4·5 1,124건(62.3%), BA.1 442건(24.5%), BA.2 237건(13.1%) 순으로 많은 유행이 있었다(표 3).

이에 경북권 질병대응센터는 총 60회의 현장지원 중 17회 현장 역학조사를 통해 유행상황 파악 후 시설 위험평가 실시, 접촉자 및 추정감염경로 확인, 전파차단 및 확산 방지 노력(동선 분리, 전수검사, 소독 등), 접촉자 대상 능동 및 수동 감시 등 추가 환자 발생 최소화를 위해 노력하였다. 또한 자치단체 등(시도 및 감염병관리지원단)과의 협력체계를 구축하여 감염 확산을 줄이기 위한 상시 방역 수칙 이행과 같은 현장점검과 환자발생상황에 대비한 대응체계 교육(도상훈련, 컨설팅) 실시 등 총43회에 걸쳐 감염관리 역량을 강화하였다.

1) 감염취약시설 상황(2022년 1-5월 초기)

감염취약시설의 초기 위험요인은 ① 지자체·시설 자체 감염병 대응 경험 부족으로 인한 초기대응 미흡, ② 종사자 확진 시 격리에 의한 간호 및 간병 인력 부재로 요양업무 공백 우려, ③ 시설 내 감염관리 담당자 부재로 감염관리 미흡, ④ 환자 및 접촉자 소산 병상 확보(전담격리병상 배정·이송·지원) 미흡, ⑤ 치료제 도입 초기 원활한 공급 미흡이 위중증, 사망으로 이어질 위험을 높인다는 것을 확인하였다.

이에 대한 대응으로 감염취약시설에 대하여 ① 선제검사를 통한 확진자 조기 발견, ② 격리병상 확보 및 예방접종 독려, ③ 간호인력 밀접접촉 기준 완화 건의 및 간호인력 신속 지원 등을 중앙사고수습본부에 요청, ④ 집단 발생 시 적극적인 현장 지원(위험평가, 감염관리 조치, 역학조사 등)으로 지자체 및 종사자 등 시설 자체 초기대응 역량강화를 실시하여 확산 규모 최소화를 위해 노력하였다.

2) 감염취약시설 상황(2022년 6-9월 중기)

감염취약시설의 중기 위험요인은 ① 예방접종 효과 감소와 전파력이 높은 변이 유행 지속으로 재감염 위험이 높았으며, ② 시설 내 인력관리 및 종사자 감염관리 인식 미흡으로 유행이 지속됨을 확인하였다.

이에 대한 대응으로 ① 지속적인 선제검사를 통한 확진자

조기 발견 및 전파 규모 최소화 지속, ② 중증도와 사망 위험을 낮추기 위한 추가 예방접종 및 먹는 치료제 사용 독려, ③ 지자체 및 감염취약시설 담당자 교육과 컨설팅을 지속 수행하였다.

3) 감염취약시설 상황(2022년 10-12월 말기)

감염취약시설의 말기 위험요인으로는 ① 백신효과와 신뢰 부족으로 동절기 추가접종에 대한 낮은 예방접종률 기록, ② 코로나19 유행의 장기화에 따른 사회적 피로감과 거리두기 해제 등으로 종사자 감염관리 및 방역수칙 준수의 중요성인식 감소, ③ 시설 내 형식적인 감염관리(공간 분리 미실시, 소독 및 환기 등) 대응으로 시설의 유행은 지속되었음을 확인하였다.

이에 대한 대응으로 ① 백신 예방접종 효과의 지속적 안내, ② 종사자 및 입소자 등 지속적인 접종 권고, ③ 종사자 감염관리 중요성에 대한 지속적인 교육, ④ 병원장(시설장)의 관리의지 및 점검의 중요성 강조, ⑤ 철저한 환기·소독 철저 및 환자 발생시 신속한 대응(공간분리 등)과 같은 환경관리, ⑥ 외부 방문객 관리 강화를 실시하였다.

논 의

첫째, 2022년에는 델타 변이보다 전파력이 강한 오미크론 변이의 출현에 따른 전국적 유행 확산에 따라 경북권 확진자 및 60대 이상 고령층의 사망자도 급증하였다. 또한 변이 바이러스 특성별 초동 대응(동선분리, 감염관리, 인력수급 등) 미흡으로 고위험군들이 생활하는 감염취약시설 중심의 집단발생 또한 증가하였다.

둘째, 사회적 거리두기(운영시간, 사적모임, 실내 취식금지 등) 해제와 자기기입식 역학조사로 완벽한 접촉자 조사에 한계가 있어 확진자가 증가하였다. 또한 집단발생 시설의 방역체계 운영(소독, 환기, 인력관리 등)이 자율적 방역체계로

전환됨에 따라 감염취약시설의 방역 이완감이 증가하면서 감염취약시설 집단발생이 지속되고 60세 이상 고위험군 확진자 및 사망자가 증가하였다.

셋째, 경북권의 2022년 코로나19 발생을 보면 여성이 남성에 비해 다소 많은 비중을 차지하였으며, 연령별로는 40대, 50대, 10대 순이었다. 그러나 인구 10만 명당 발생률은 19세 이하 연령에서 높게 나타났다. 19세 이하의 연령에서 낮은 백신접종률을 보인 것과 사회적 거리두기 전면 해제로 인해 부모 등이 외부에서 감염된 후 재택치료를 하며 가족간의 전파가 증가한 결과일 것으로 판단된다. 지역별로 확진자 및 사망자는 대구광역시보다 경상북도가 조금 높게 나타났다. 그러나 인구 10만 명당 발생률은 대구가 경북에 비해 높게 나타났으나, 치명률은 경북이 조금 높게 나타났다. 이는 대구가 60대 이상 고연령에서 확진자 발생률 및 사망률이 높았으며, 사망자 중 백신 미접종률이 전국에서 가장 높았기에 나타난 결과로 판단된다. 또한 치료제 사용에 있어 대구의 경우 전국대비 높았으나 경북은 전국 대비 낮음을 확인하였다. 의료자원 접근성 차이에 대해서는 추가적인 분석이 필요해 보인다.

위 위험요인에 대한 대응으로는 첫째, 오미크론 등 변이(종) 바이러스의 모니터링 강화, 변이 바이러스 출현 시 바이러스 특성에 따른 수준별 초기 방역 대응체계 마련, 상시 의료자원 대응체계 점검을 실시하였다. 둘째, 감염취약시설 등 개인 감염관리의 중요성을 지속적으로 홍보하고 감염 발생 모니터링을 통해 필요시 현장 지원 및 감염관리 컨설팅을 실시하였다. 셋째, 호흡기 감염병 발생 증가 대비 손씻기·기침예절 실천·마스크 착용 등 감염차단을 위한 생활 방역수칙 준수, 감염취약시설 고위험군의 사망 및 재감염 위험을 낮추기 위한 지속적인 감염관리 점검, 코로나19 백신 효과에 대한 홍보로 국민의 백신접종 실시를 독려하였다.

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: CP, TS. Data curation: CP, HP, SJC, YHJ, JS, HB, ML, YK. Formal analysis: CP, HP, SJC, YHJ, JS. Methodology: CP, JS. Supervision: TS. Visualization: CP, HP, SJC, YHJ, JS. Writing original draft: CP. Writing review & editing: CP, HP, SJC, YHJ, JS, TS, JL, HB, ML, YK.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency. Coronavirus disease 19 (COVID-19) [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023 [cited 2023 Jan 19]. Available from: <https://ncov.kdca.go.kr/>
2. Tulimilli SV, Dallavalasa S, Basavaraju CG, et al. Variants of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and vaccine effectiveness. *Vaccines (Basel)* 2022;10:1751.
3. World Health Organization. Enhancing response to Omicron SARS-CoV-2 variant [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2023 Jan 17]. Available from: [https://www.who.int/publications/m/item/enhancing-readiness-for-omicron-\(b.1.1.529\)-technical-brief-and-priority-actions-for-member-states](https://www.who.int/publications/m/item/enhancing-readiness-for-omicron-(b.1.1.529)-technical-brief-and-priority-actions-for-member-states)
4. Qin S, Cui M, Sun S, et al. Genome characterization and potential risk assessment of the novel SARS-CoV-2 variant Omicron (B.1.1.529). *Zoonoses* 2021;1:13.

The Outbreak and Response of Coronavirus Disease 2019 in Gyeongbuk Area (Daegu, Gyeongbuk) in 2022

Chungmin Park¹, Hanul Park¹, Seong Ju Choi¹, Yeon Haw Jung¹, Junsuk Son¹,
Jimin Lee¹, Hwa Bae², Mina Lim³, Youkyoung Kim³, Taejong Son^{1*}

¹Division of Infectious Disease Response, Gyeongbuk Regional Center for Disease Control and Prevention,
Korea Disease Control and Prevention Agency, Daegu, Korea,

²Division of Medical and Health Policy, Daegu Metropolitan City, Daegu, Korea,

³Division of Infectious Disease Control, Gyungsangbuk-do, Andong, Korea

ABSTRACT

This report analyzed the current status of coronavirus disease 2019 (COVID-19) confirmed cases and deaths reported in the Gyeongbuk region during 2022, the current status of COVID-19 outbreaks and actions in infection vulnerable facilities. The purpose of this report is to establish a COVID-19 quarantine policy strategy and provide evidence for the future epidemic of infectious diseases. In 2022, there were 2,557,128 confirmed cases in the Gyeongbuk region and 3,283 deaths. In the total number of confirmed cases and deaths, females accounted for a slightly higher proportion than males. By age, the number of confirmed cases was 40–49 years old (14.3%, 365,357 cases), and the number of deaths was the highest at 80 years of age or older with 2,103 cases (64.1%, fatality rate 2.2%). The incidence rate per 100,000 population was higher in Daegu, but the fatality rate was higher in Gyeongsangbuk-do. Of the deaths, the major underlying diseases were shown circulatory system diseases (63.4%), mental diseases such as dementia/depression (36.6%), and endocrine and metabolic diseases such as diabetes/thyroid diseases (29.6%) from the highest. There were also differences in quarantine policies among the three epidemic periods of the Omicron variant in 2022. As a nationwide epidemic occurred due to the dominance of the Omicron variant, which has higher transmission power than the delta variant, the number of confirmed cases in the Gyeongbuk region also increased significantly. The number of deaths in people aged over 60 also increased, mainly in vulnerable facilities to infection.

Key words: COVID-19; Confirmed cases; Death case; Facility vulnerable to infection; Gyeongbuk region

*Corresponding author: Taejong Son, Tel: +82-53-550-0620, E-mail: sontaejong@korea.kr

Introduction

Ever since the report of the first confirmed case of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the Republic of Korea (ROK) on January 20, 2020, a total of 29,058,860 cumulative

confirmed cases of COVID-19 have occurred nationwide as of 0:00 on January 1, 2023. Of these, 28,428,078 confirmed cases occurred in 2022, accounting for 97.8% [1]. A total of 2,557,128 cases (daily average of approximately 7,006) occurred from January 1 to December 31, 2022 in the

Key messages

① What is known previously?

Under COVID-19 pandemic, there were a total 29,058,860 confirmed cases, and 28,428,078 occurred in 2022.

② What new information is presented?

During 2022, 2,557,128 confirmed cases occurred in Gyeongbuk region: 13,111,400 (51.3%) in Gyeongbuk and 1,245,728 (48.7%) in Daegu. There were 3,283 deaths: 1,784 (54.3%) in Gyeongbuk and 1,499 (45.7%) in Daegu. The incidence rate per 100,000 population was higher in Daegu, but the fatality rate was higher in Gyeongbuk.

③ What are implications?

In a situation that disease control authorities change quarantine policies flexibly, this report can help establish quarantine policy strategies by analyzing regional outbreak characteristics and prevention response.

Gyeongbuk region (Daegu, Gyeongbuk), accounting for approximately 9.0% of the total confirmed cases in the ROK during the same period, with the incidence rate per 100,000 population of 51,512, lower than the nationwide rate of 55,052. Regarding the response strategies against COVID-19 so far, in chronological order, in 2020, COVID-19 was responded to by implementing quarantine measures, such as non-pharmacological interventions (washing hands, wearing a mask, and social distancing) and vaccination ever since the first COVID-19 case in the ROK was reported. Since 2021, as many foreign countries have lifted quarantine measures based on scientific evidence and the vaccination rate in the ROK has increased, the latter also promoted a return to daily life by gradually lifting quarantine measures, such as social distancing. Yet, since December 2021, the Omicron variant has emerged, and some

Omicron sub-variants have become the dominant variant, resulting in many confirmed cases, including suspected reinfection cases, and a significant increase in the number of deaths among older adults. Accordingly, in 2022, as a quarantine policy in response to COVID-19 while continuing non-pharmacological interventions, a self-reported epidemiological survey was performed according to the increase in number of confirmed cases [2-4]. In addition, COVID-19 has been responded to by focusing on various quarantine policies, including administering oral medication, lifting social distancing and mandatory quarantine for overseas entrants, suspending the mandatory submission of negative test results before entry and required after-arrival polymerase chain reaction (PCR) testing, and vaccination in winter, and on facilities which were vulnerable to infection and which contained high-risk groups.

With this report, we aimed to examine the current status of confirmed cases and deaths reported in the Gyeongbuk region in 2022. We also intended to provide important fundamental data in the form of risk factors and countermeasures for vulnerable facilities by variant periods to establish quarantine measures in response to future infectious disease epidemics as well as to the current COVID-19 epidemic in the region.

Methods

This report was prepared based on the epidemiological information of patients reported as confirmed and deceased in the COVID-19 information management system of the Korea Disease Control and Prevention Agency. Confirmed cases were based on the aggregation data from January 1 to December 31, 2022, and deaths were based on the date of death between January 1 and December 31, 2022. Details

may change depending on the results of future epidemiological investigations.

Results

1. The Current Status of COVID-19 Outbreaks in the Gyeongbuk Region in 2022

From January to December 2022, the total number of confirmed cases reported in the Gyeongbuk region (Daegu, Gyeongsangbuk-do) was 2,557,128, increasing approximately 9,063 times compared to the previous year (28,214). In total, 2,551,817, 99.8% of the total confirmed cases, occurred in the ROK; the remaining 5,311 cases were overseas imported cases. Among the confirmed cases that occurred in 1 year, the highest number of confirmed cases were reported in the first quarter, at 979,534 (38.3%). This was because the number of confirmed cases increased significantly due to the phased daily recovery that began in November 2021 and the emergence and outbreak of the Omicron variant with higher transmissibility from December 2021 (Figure 1).

Among the total confirmed cases, females accounted for 54.2%. By age, patients in their 40s accounted for the biggest percentage (14.3%), followed by those in their 50s (13.2%), teens (13.1%), 20s (12.9%), 30s (12.6%), 60s (12.2%), and under teens (10.4%). However, the incidence rate per 100,000 population was high in under teens (76,934) and teens (75,931). By region, the incidence rate in Gyeongbuk was slightly higher, with 1,311,400 (51.3%), compared to Daegu, with 1,245,728 (48.7%). Yet, the incidence rate per 100,000 population was higher in Daegu, with 52,223, compared to Gyeongbuk, with 49,927 (Table 1). Of the 2,583,266 confirmed COVID-19 cases reported in the Gyeongbuk region (Daegu, Gyeongsangbuk-do) between January 20, 2020 and December 31, 2022, suspected reinfection cases occurred in 83,922 (3.25%), whereas the percentage of suspected reinfection cases nationwide during the same period was 3.83%.

In total, 3,283 deaths occurred in 2022, with an increase of approximately 1,168 times compared to the previous year (281) and accounting for 12.5% of the 26,288 nationwide count. The total fatality rate was 0.13%, with the highest

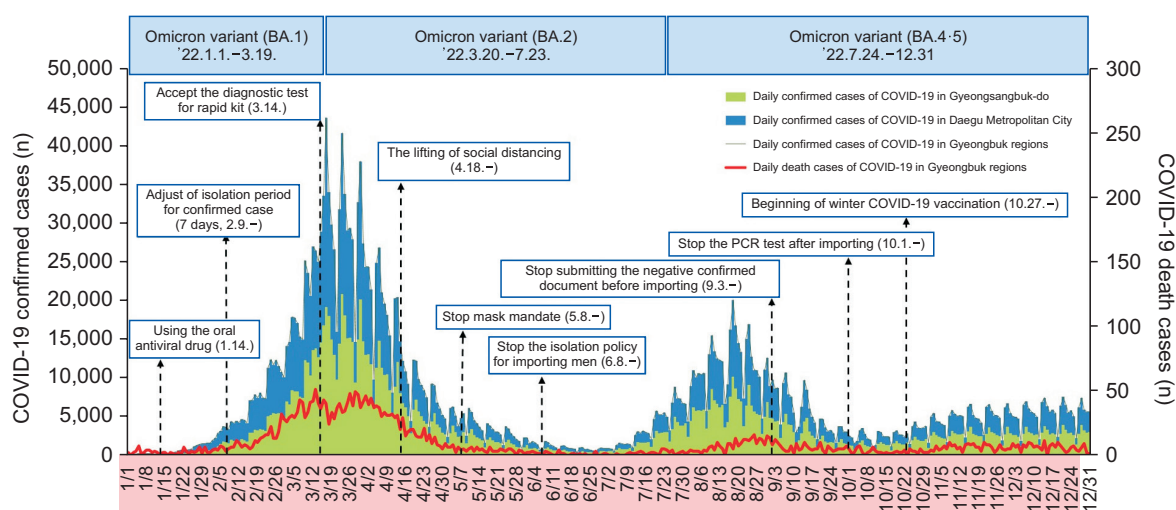


Figure 1. Daily confirmed cases of COVID-19 and mainly control measure in Gyeongbuk region^{a)} by Omicron period
COVID-19=coronavirus disease 2019. ^{a)}Gyeongbuk region: Daegu, Gyeongsangbuk-do.

Table 1. Epidemiological characteristics COVID-19 confirmed cases in Gyeongbuk region^{a)}

Characteristic	Total ('22. 1.1.~12.31.)			1st quarter (1.1.~3.31.)		2nd quarter (4.1.~6.30.)		3rd quarter (7.1.~9.30.)		4th quarter (10.1.~12.31.)	
	n	%	Incidence rate ^{b)}	n	%	n	%	n	%	n	%
Total	2,557,128	100.0	51,020	979,534	38.3	546,767	21.4	636,308	24.9	394,519	15.4
Daily average	7,006			10,764		6,008		6,992		4,335	
Sex											
Male	1,171,901	45.8	46,693	458,665	46.8	249,347	45.6	290,953	45.7	172,936	43.8
Female	1,385,227	54.2	55,113	520,869	53.2	297,420	54.4	345,355	54.3	221,583	56.2
Age group (yr)											
>10	266,452	10.4	76,707	130,220	13.3	59,488	10.9	52,850	8.3	23,894	6.0
10-19	334,478	13.1	76,180	144,682	14.8	68,441	12.5	75,876	11.9	45,479	11.5
20-29	330,084	12.9	53,195	131,785	13.4	70,468	12.9	83,753	13.2	44,078	11.2
30-39	322,092	12.6	54,965	126,928	13.0	69,983	12.8	77,988	12.2	47,193	12.0
40-49	365,357	14.3	49,124	143,764	14.7	78,312	14.3	88,196	13.9	55,085	14.0
50-59	339,016	13.2	39,374	114,812	11.7	72,387	13.2	92,435	14.5	59,382	15.0
60-69	311,084	12.2	40,936	101,742	10.4	66,510	12.2	85,225	13.4	57,607	14.6
70-79	172,908	6.8	41,553	49,825	5.1	37,003	6.8	50,188	7.9	35,892	9.1
≥80	115,657	4.5	45,360	35,776	3.6	24,175	4.4	29,797	4.7	25,909	6.6
Nationality											
Local	2,532,421	99.0	-	972,328	99.3	540,183	98.8	629,042	98.9	390,868	99.1
Foreigner	24,707	1.0	-	7,206	0.7	6,584	1.2	7,266	1.1	3,651	0.9
Estimated source of infectious											
Domestic	2,551,817	99.8	-	978,777	99.9	546,281	99.9	632,825	99.5	393,934	99.9
Abroad	5,311	0.2	-	757	0.1	486	0.1	3,483	0.5	585	0.1
City/province											
Daegu	1,245,728	48.7	52,223	500,736	51.1	248,832	45.5	306,736	48.2	189,424	48.0
Gyeongsangbuk-do	1,311,400	51.3	49,927	478,798	48.9	297,935	54.5	329,572	51.8	205,095	52.0

COVID-19=coronavirus disease 2019. ^{a)}Gyeongbuk region: Daegu, Gyeongsangbuk-do. ^{b)}Incidence rate: per 100,000 population (resident registration population status in December 2021).

number of deaths at 1,499 (45.7%) in the first quarter, as with the occurrence of confirmed cases. Moreover, the number of deaths in females was 1,732 (52.8%), which was higher than 1,551 (47.2%) in males; however, the fatality rate (about 0.13%) was similar across the sexes. By age, the number of deaths among those in their 80s or older was 2,103, accounting for 64.1%, followed by those in their 70s with 703 (21.4%) and those in their 60s with 319 (9.7%). In addition, the number of deaths among those in their 60s or older was 3,125, accounting for 95.2% of the total deaths (Table 2).

By region, the number of deaths in Daegu was 1,499 (fatality rate 0.12%) and that in Gyeongbuk was 1,784 (fatality rate 0.136%) (Table 2). Although the incidence rate per 100,000 population was higher in Daegu, the fatality rate was found to be lower.

The places of death, in the order of largest to smallest percentages, were medical institutions with 2,251 (68.6%), long-term care hospitals with 887 (27.0%), nursing homes with 44 (1.3%), and others including homes (3.1%). We believe that deaths in medical institutions were high because patients with

Table 2. Epidemiological characteristics COVID-19 death cases^{a)} in Gyeongbuk region

Characteristic	Total			1st quarter			2nd quarter			3rd quarter			4th quarter		
	n	%	Fatality rate ^{b)}	n	%	Fatality rate ^{b)}	n	%	Fatality rate ^{b)}	n	%	Fatality rate ^{b)}	n	%	Fatality rate ^{b)}
Total	3,283	100.0	0.128	1,499	100.0	0.153	876	100.0	0.160	461	100.0	0.072	447	100.0	0.113
City/province															
Daegu	1,499	45.7	0.120	710	47.4	0.142	335	38.2	0.135	245	53.1	0.080	209	46.8	0.110
Gyeongsangbuk-do	1,784	54.3	0.136	789	52.6	0.165	541	61.8	0.182	216	46.9	0.066	238	53.2	0.116
Sex															
Male	1,551	47.2	0.132	681	45.4	0.148	425	48.5	0.170	241	52.3	0.083	204	45.6	0.118
Female	1,732	52.8	0.125	818	54.6	0.157	451	51.5	0.152	220	47.7	0.064	243	54.4	0.110
Age group (yr)															
<10	4	0.1	0.002	1	0.1	0.001	2	0.2	0.003	1	0.2	0.002	-	-	-
10-19	2	0.1	0.001	1	0.1	0.001	-	-	-	-	-	-	1	0.2	0.002
20-29	8	0.2	0.002	3	0.2	0.002	1	0.1	0.001	4	0.9	0.005	-	-	-
30-39	9	0.3	0.003	5	0.3	0.004	1	0.1	0.001	3	0.7	0.004	-	-	-
40-49	44	1.3	0.012	17	1.1	0.012	11	1.3	0.014	9	2.0	0.010	7	1.6	0.013
50-59	91	2.8	0.027	39	2.6	0.034	28	3.2	0.039	13	2.8	0.014	11	2.5	0.019
60-69	319	9.7	0.103	154	10.3	0.151	79	9.0	0.119	49	10.6	0.057	37	8.3	0.064
70-79	703	21.4	0.407	321	21.4	0.644	188	21.5	0.508	110	23.9	0.219	84	18.8	0.234
≥80	2,103	64.1	2.158	958	63.9	3.301	566	64.6	2.753	272	59.0	1.043	307	68.7	1.409
Age group (over the age of 60)															
60 and older	3,125	95.2	0.537	1,433	95.6	0.794	833	95.1	0.671	431	93.5	0.267	428	95.7	0.371
70 and older	2,806	85.5	1.038	1,279	85.3	1.622	754	86.1	1.310	382	82.9	0.501	391	87.5	0.678

^{a)}'Death' refers to the the number of deaths reported to kdca from 2022.1.1. to 2022.12.31. ^{b)}Fatality rate (%)=(number of deaths/number of confirmeds)×100.

severe or critical illness were transferred after being assigned to a tertiary medical institution rather than a facility. Of the total number of deaths, 3,155 (96.1%) were reported from individuals with underlying diseases. The main underlying conditions, in the order of most to least common, were circulatory system diseases, such as hypertension, cerebral infarction, and cardiovascular diseases (63.4%), mental disorders, such as dementia and depression (36.6%), and endocrine and metabolic diseases, such as diabetes and thyroid diseases (29.6%).

2. Quarantine Policies during the Omicron Variant Epidemic Period

During the Omicron variant epidemic period that occurred

in 2022, there were three periods of epidemics: the first epidemic of BA.1 (January 1 to March 19), the second epidemic of BA.2 (March 20 to July 23), and the third epidemic of BA.4 · 5 (July 24 to December 31). Regarding quarantine policies implemented for each epidemic period, during the first epidemic period of BA.1, oral medication administration began on January 14 and a self-reported epidemiological survey was performed from February 7. In addition, only the PCR test was recognized as a confirmatory test; however, the rapid antigen test (for experts) was also recognized as a confirmatory test from March 14. During the second epidemic period of BA.2, social distancing was completely lifted on April 18, the infectious disease class of COVID-19 was downgraded from Class 1

to Class 2, and eating and drinking in indoor public-use facilities were allowed. In addition, the outdoor mask mandate ended on May 2. During the third epidemic period of BA.4 · 5, the mandatory submission of pre-entry negative test results was suspended on September 3, and the required after-arrival PCR testing was suspended on October 1. Lastly, a COVID-19 winter booster was initiated on October 27 to prevent infection and severe or critical illness in high-risk groups. As described above, due to the surge in confirmed cases caused by the spread of the Omicron variants, quarantine policies were implemented to reduce severe or critical illness and death in high-risk groups by utilizing therapeutic administration and vaccination rather than blocking transmission. Moreover, mass infection case management was also changed from managing public-use facilities, such as religious and educational facilities, to managing facilities vulnerable to infection where high-risk groups live.

3. Response to COVID-19 Outbreak in the Gyeongbuk Region in 2022 (Focused on Responding to Facilities Vulnerable to Infection)

A total of 1,803 COVID-19 mass infection cases were identified at facilities vulnerable to infection in the Gyeongbuk region in 2022, with nursing facilities with 698 cases (38.7%), day and night care centers with 515 cases (28.6%), and long-term care facilities with 467 cases (25.9%). In terms of each variant epidemic period, 1,124 cases (62.3%) were recorded during the BA.4 · 5 epidemic period, followed by 442 cases (24.5%) in the BA.1 epidemic period and 237 cases (13.1%) in the BA.2 epidemic period (Table 3).

The Gyeongbuk Regional Center for Disease Control and Prevention implemented 17 on-site epidemiological investigations out of 60 on-site support protocols to identify the epidemic situation and strove to minimize the occurrence of additional patients by performing facility risk assessment, identifying contacts and suspected infection routes, making efforts

Table 3. Gyeongbuk region, occurrence of outbreaks by infection-vulnerable facilities in 2022

Facility	Total		Omicron variant (n)					
			BA.1 (1.1.–3.19.)		BA.2 (3.20.–7.23.)		BA.4 · 5 (7.24.–12.31.)	
	n	%	Daegu	Gyeongsang-buk-do	Daegu	Gyeong-sangbuk-do	Daegu	Gyeongsang-buk-do
Total	1,803	100.0	442		237		1,124	
Long-term care hospitals	467	25.9	241	201	111	126	488	636
Nurse home	698	38.7	75	81	20	24	124	143
Day and night care facilities	515	28.5	95	81	48	46	161	267
Inpatient psychiatric hospitals (facilities)	84	4.7	54	15	36	34	175	201
Disabled care facilities	39	2.2	11	17	1	9	25	21
			6	7	6	13	3	4

Additional outbreaks 123 cases in Gyeongbuk region (Hospitals, family or friends gathering, school, company dinner, Other outbreaks). The number of late confirmed group outbreaks is not reflected (careful when using it). Infection-vulnerable facilities: long-term care hospitals, nurse home, day and night care facilities, inpatient psychiatric hospitals (facilities), disabled care facilities.

to block transmission and prevent the spread (through measures such as separation of traffic lines, total inspection, and disinfection), and conducting active and passive surveillance of contacts. Furthermore, by establishing a cooperative system with local governments (cities, provinces, and support groups), infection control capabilities were strengthened throughout a total of 43 sessions, including on-site inspections, such as implementing regular quarantine rules to reduce the spread of infection and response system training in preparation for patient occurrence situations (Tabletop exercise and consulting).

1) Situation of facilities vulnerable to infection (January to May 2022, the initial stage)

The initial risk factors for facilities vulnerable to infection, which were found to increase the risk of severe or critical illness and death, were as follows: ① insufficient initial response due to a lack of experience in responding to infectious diseases by local governments and facilities, ② a gap in the availability of nursing services due to the absence of nursing and care staff caused by quarantine when a worker was confirmed to have COVID-19, ③ insufficient infection control due to the absence of infection control personnel in the facility, ④ insufficient securing of beds for patients and contacts (assignment, transfer, or delay of dedicated isolation beds), and ⑤ insufficiently smooth supply of therapeutics in the early stage of the introduction.

To mitigate these risks, the following measures were implemented in facilities vulnerable to infection in order to minimize the scale of spread by strengthening the initial response capabilities of local governments and facilities, including workers: ① early detection of confirmed cases by performing preemptive testing, ② securing isolation beds and encouraging

vaccination, ③ suggestion for mitigating criteria for close contact of the nursing personnel with infected patients and sending request to the Central Disaster Management Headquarters for prompt support for nursing personnel, and ④ provision of active on-site support in case of mass infection (risk assessment, infection control measures, and epidemiological investigation).

2) Situation of facilities vulnerable to infection (June to September 2022, the mid-term stage)

The mid-term risk factors for facilities vulnerable to infections, which were identified to have led to the continuation of the epidemic, were as follows: ① reduced acquired immunity due to decreased vaccination effect and high risk of reinfection due to continued epidemic of highly contagious variants and ② insufficient human resource management in facilities and lack of awareness of infection control among workers.

To mitigate these risk factors, the following measures were consistently implemented: ① early detection of confirmed cases through continuous preemptive testing and continuous minimization of the scale of transmission, ② encouragement of booster vaccinations and oral medications to reduce the severity of illness and risk of death, and ③ provision of training and consulting for persons in charge of local governments and facilities vulnerable to infection.

3) Situation of facilities vulnerable to infection (October to December 2022, the late stage)

The late risk factors for facilities vulnerable to infections were as follows, and it was found that the epidemic continued even though the number of mass infections in facilities was reduced: ① low booster vaccination rate in winter due to lack of confidence in vaccine effectiveness, ② decreased awareness of

the importance of compliance with infection control and quarantine rules among workers due to social fatigue caused by the prolonged COVID-19 epidemic and lifted social distancing, and ③ response to infection control as a mere formality within the facility (no space separation, disinfection, or ventilation).

To mitigate these, the following measures were implemented: ① constant guidance on vaccination effectiveness, ② constant vaccination recommendation for workers and residents, ③ constant training on the importance of infection control for workers, ④ emphasis on the will of the hospital director (facility director) and the importance of inspection, ⑤ environmental management, such as thorough ventilation and disinfection and prompt response to a new patient arrival (space separation), and ⑥ strengthening the management of external visitors.

Discussion

First, a nationwide epidemic occurred due to the emergence of the Omicron variant, which was more contagious than the Delta variant, and the implementation of a phased return to daily life in 2022, leading to a surge in the number of confirmed cases and deaths among older individuals aged 60 years or older in the Gyeongbuk region. In addition, due to the insufficient initial response based on the characteristics of the variants (such as separation of traffic lines, infection control, and human resource supply and demand), mass infections in facilities vulnerable to infection, where high-risk groups lived, also increased.

Second, there was limited thorough contact investigation due to the lifting of social distancing (operating hours, private gatherings, and prohibition of indoor eating and drinking) and

self-reported epidemiological survey, increasing the number of confirmed cases. Moreover, as the operation of the quarantine system (disinfection, ventilation, and human resource management) in facilities where mass infection occurred was changed to a voluntary basis, there was an increased sense of relaxation regarding the quarantine of workers in facilities vulnerable to infection. As a result, mass infections in facilities vulnerable to infection continued to occur, and the number of confirmed cases and deaths in the high-risk groups aged 60 years or older increased.

Third, regarding the occurrence of COVID-19 in the Gyeongbuk region in 2022, females accounted for a slightly larger proportion than did males, and by age, those in their 40s, 50s, and teens accounted for the largest proportions, in that order. However, the incidence rate per 100,000 population was also found to be high in teens and under teens. This pattern was thought to result from the low vaccination rates among teens and under teens coupled with an increase in transmission from infected parents to the family members during home treatment, due to the complete lifting of social distancing. By region, the number of confirmed cases and deaths were found to be slightly higher in Gyeongsangbuk-do than in Daegu Metropolitan City. Yet, the incidence rate per 100,000 population was higher in Daegu compared to Gyeongbuk, whereas the fatality rate was slightly higher in Gyeongbuk. This was considered to be due to the fact that Daegu had a high incidence rate of confirmed cases and mortality rate among those in their 60s or older and the highest non-vaccination history among the deceased in the ROK. In addition, Daegu was found to have a higher percentage of those treated with therapeutics than the rest of the nation but Gyeongbuk was found to have a lower percentage. However, further analysis is required

to determine differences in access to medical resources.

Responses to the risk factors above were as follows. First, the monitoring of variants (species) of the virus, such as the Omicron variant, was reinforced, the initial quarantine response system was prepared by level depending on the characteristics of the variant when it emerged, and the medical resource response system was inspected regularly. Second, the importance of personal infection control in facilities vulnerable to infection was continuously promoted, and on-site support and infection control consulting were performed if necessary by monitoring the occurrence of infection. Third, in preparation for an increase in respiratory infections diseases, daily quarantine rules to prevent infection, such as washing hands, practicing cough etiquette, and wearing a mask, were followed. Infection control was constantly inspected to reduce the risk of death and reinfection in high-risk groups in facilities vulnerable to infection, and the public was encouraged to get vaccinated by promoting the effectiveness of the COVID-19 vaccine.

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: CP, TS. Data curation: CP, HP, SJC, YHJ, JS, HB, ML, YK. Formal analysis: CP, HP, SJC, YHJ, JS. Methodology: CP, JS. Supervision: TS. Visualization: CP, HP, SJC, YHJ, JS. Writing original draft: CP. Writing review & editing: CP, HP, SJC, YHJ, JS, TS, JL, HB, ML, YK.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency. Coronavirus disease 19 (COVID-19) [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023 [cited 2023 Jan 19]. Available from: <https://ncov.kdca.go.kr/>
2. Tulumilli SV, Dallavalasa S, Basavaraju CG, et al. Variants of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and vaccine effectiveness. *Vaccines (Basel)* 2022;10:1751.
3. World Health Organization. Enhancing response to Omicron SARS-CoV-2 variant [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2023 Jan 17]. Available from: [https://www.who.int/publications/m/item/enhancing-readiness-for-omicron-\(b.1.1.529\)-technical-brief-and-priority-actions-for-member-states](https://www.who.int/publications/m/item/enhancing-readiness-for-omicron-(b.1.1.529)-technical-brief-and-priority-actions-for-member-states)
4. Qin S, Cui M, Sun S, et al. Genome characterization and potential risk assessment of the novel SARS-CoV-2 variant Omicron (B.1.1.529). *Zoonoses* 2021;1:13.

청소년 주관적 건강인지율 추이, 2012-2022년

자신의 건강 상태가 건강한 편이라고 생각하는 청소년은 2022년 남학생 68.2%, 여학생 57.8%로 2021년에 비해 감소하였다(그림 1). 주관적 건강인지율은 남학생이 여학생에 비해 높았고, 중학생이 고등학생보다 더 높았다(그림 1, 2).

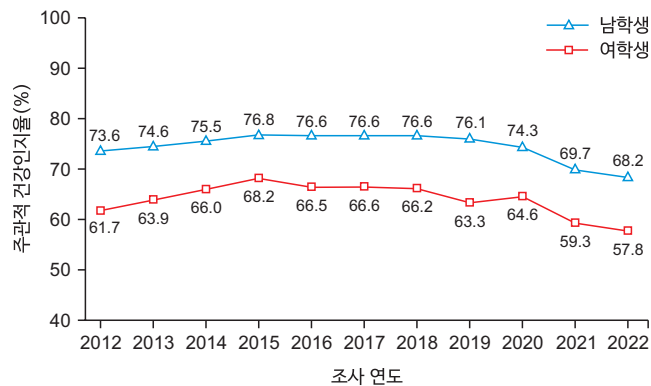


그림 1. 성별 주관적 건강인지율, 2012-2022년

*주관적 건강인지율: 평상시 자신의 건강상태가 '매우 건강한 편' 또는 '건강한 편'이라고 생각하는 사람의 비율

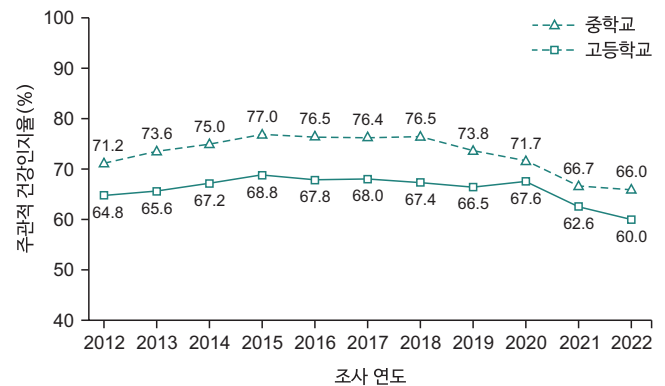


그림 2. 학교급별 주관적 건강인지율, 2012-2022년

출처: 제18차(2022년) 청소년건강행태조사 통계, <http://www.kdca.go.kr/yhs/>

작성부서: 질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과

QuickStats

Trends in the Perceived Health Status among Adolescents, 2012–2022

In 2022, 68.2% and 57.8% of boys and girls, respectively, perceived themselves to be in good or very good health. These percentages were lower than that in 2021 (Figure 1). The 2022 data indicated that perceived health status in boy was higher than that in girls, and middle school students was higher than that in high school students (Figure 1, 2).

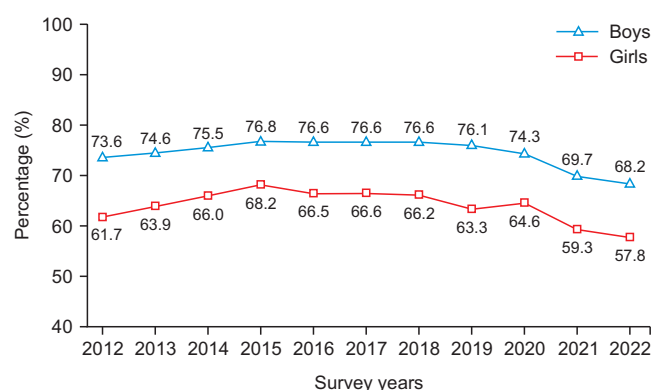


Figure 1. Trends in perceived health status among adolescents by sex, 2012–2022

*Perceived health status: perception of oneself to be in good or very good health among adolescents.

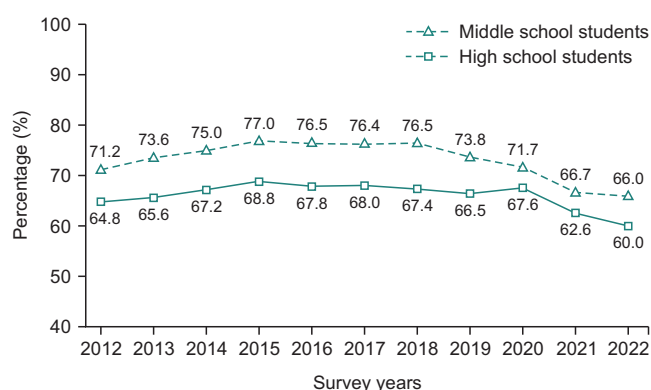


Figure 2. Trends in perceived health status among adolescents by school levels, 2012–2022

Source: The 18th Korea Youth Risk Behavior Survey 2022 (KYRBS), <http://www.kdca.go.kr/yhs/>

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