



주간 건강과 질병

PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 17, No. 46, November 28, 2024

Content

조사/감시 보고

1971 2021년 지역사회기반 중증외상 발생현황

리뷰와 전망

1988 옴스크출혈열 및 키야사나삼림병의 실험실 진단검사법

정책 보고

2001 제2차 후천성면역결핍증 예방관리대책

2011 시험·연구용 유전자변형생물체 개발·실험 승인제도 소개

질병 통계

2017 청소년 스트레스 인지율 추이, 2014-2023년

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(+82-43-719-7557, 7552, 7561, 7562), 팩스(+82-43-719-7569) 또는 이메일(phwrcdc@korea.kr)을 통해 가능하다.

발행일: 2024년 11월 28일

발행인: 지영미

발행처: 질병관리청

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

이메일. phwrcdc@korea.kr

홈페이지. www.phwr.org

편집제작: ㈜메드랑

(04521) 서울시 중구 무교로 32, 효령빌딩 2층

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

이메일. info@medrang.co.kr

홈페이지. <http://www.medrang.co.kr>

편집위원장

최보울

한양대학교 의과대학

부편집위원장

곽진

전북대학교 의과대학

손현진

동아대학교 의과대학

류소연

조선대학교 의과대학

염준섭

연세대학교 의과대학

박지혁

동국대학교 의과대학

하미나

단국대학교 의과대학

편집위원

고현선

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원

권윤형

질병관리청

김동현

한림대학교 의과대학

김성순

질병관리청

김수영

한림대학교 의과대학

김용우

질병관리청 국립보건연구원

김윤희

인하대학교 의과대학

김은진

질병관리청

김중곤

서울의료원

김호

서울대학교 보건대학원

박영준

질병관리청

백선경

질병관리청

사무국

김시우

질병관리청

이정민

질병관리청

원고편집인

조소연

(주)메드랑

송경준

서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원

송진수

서울대학교 의과대학

신다연

인하대학교 자연과학대학

안정훈

이화여자대학교 신산업융합대학

엄중식

가천대학교 의과대학

오경원

질병관리청

오주환

서울대학교 의과대학

유석현

가톨릭대학교 의과대학

유영

고려대학교 의과대학

유효순

질병관리청

이경주

국립재활원

이선희

부산대학교 의과대학

이우환

아주대학교 의과대학

이재갑

한림대학교 의과대학

이혁민

연세대학교 의과대학

이형민

질병관리청

전경만

삼성서울병원

정은옥

건국대학교 이과대학

정재훈

가천대학교 의과대학

최선화

국가수리과학연구소

최원석

고려대학교 의과대학

최은화

서울대학교어린이병원

허미나

건국대학교 의과대학

이은영

질병관리청

박희빈

질병관리청

이희재

질병관리청



2021년 지역사회기반 중증외상 발생현황

이민지 , 이정은 , 배원초* , 전은희*

질병관리청 건강위해대응관 손상예방정책과

초 록

지역사회기반 중증외상조사는 중증손상 및 다수사상 발생, 응급의료대응, 진료 결과 등에 대한 역학적 특성을 파악하고, 지역별 손상 관련 통계를 생산하여 지역사회 국가손상예방 및 감시체계를 확립하고자 2016년 시범조사를 시작으로 2019년부터 국가통계로 승인·실시되고 있다. 조사는 119구급대를 이용하여 이송된 중증외상, 비외상성 중증손상 및 다수사상 환자를 대상으로 전수조사하며, 그 중 2021년 중증외상 환자는 총 8,052명으로 남자(5,844명)가 여자(2,208명)보다 2배 이상 많았다. 중증외상 환자 나이 중앙값은 57세로 15-64세 구간에서 65.0%를 차지하였다. 시·도별 발생률로는 전남이 인구 10만 명당 32.1명으로 가장 많았고, 서울이 8.5명으로 가장 적었다. 손상기전별 발생률은 2021년에도 운수사고가 52.1%로 가장 많이 발생하였으며 추락 및 미끄러짐이 40.5%로 두 번째로 많았다. 치명률(사망)은 2021년 56.6%로 2015년 65.5%에서 2019년 52.2%까지 감소하다 2020년부터 다시 증가 추세를 보였다. 중증장애율은 2021년 26.0%로 감소 추세를 보이다 2019년부터 증가하였고, 장애율은 67.2%로 전년도 대비 4.4%p 증가하였다. 지역사회기반 중증외상조사는 이와 같은 근거자료를 생산함으로써 지역사회 손상 예방 대책 수립에 필요한 기초 자료로 활용될 수 있다.

주요 검색어: 중증외상; 손상기전; 치명률; 장애율

서 론

중증외상은 운수사고나 추락과 같은 외부 요인에 의해 신체에 발생한 심각한 상해로, 즉시 사망 또는 영구적인 후유증 발생 위험이 높은 손상이다. 세계보건기구(World Health Organization) 자료(2020-2022년)에 따르면 손상으로 인한 사망률(인구 10만 명당 사망률)은 미국(63.6명), 일본

(54.2명), 대한민국(50.7명), 캐나다(44.4명), 영국(32.0명)이다[1]. 통계청에서 발표한 자료에 따르면 2023년 총 사망자 352,511명 중 질병 이외의 외부 요인에 의한 사망자 수는 27,812명으로 전체 사망자의 7.9%를 차지하였으며, 사망의 주요 요인은 인구 10만 명당 자살 27.3명, 운수사고 6.4명, 추락사고 4.9명 순이었다[2].

중증외상은 신고부터 119구급대의 이송 및 처치, 의료기

Received September 10, 2024 Revised October 18, 2024 Accepted October 22, 2024

*Corresponding author: 배원초, Tel: +82-43-219-2910, E-mail: woncho21@korea.kr

전은희, Tel: +82-43-219-2910, E-mail: jeh77@korea.kr

배원초 현재 소속: 질병관리청

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?

중증외상은 외부 요인에 의해 신체에 발생한 심각한 상해로, 사망에 이를 수 있으며, 후유장애로 인한 질병 부담이 큰 보건문제이다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2021년 중증외상 환자는 8,052명으로, 조사가 시작된 2015년과 비교하면 치명률과 중증장애율은 감소하고, 장애율은 증가하였다.

③ 시사점은?

지역사회기반 중증외상조사는 지역별 및 응급의료기관 유형별 결과를 산출함으로써 지역사회 손상 예방 대책 수립에 필요한 기초 자료로 활용될 수 있다.

관의 치료가 빠른 시간 내 시행된다면 생존율을 높이고 합병증을 줄일 수 있다[3]. 반대로 처치가 늦어질 경우 환자가 사망할 수 있고, 생존하더라도 심각한 후유장애로 인해 사회 복귀에 어려움이 발생할 수 있다.

중증외상을 예방하고 예후를 향상시키기 위해서는 인구·사회학적, 지역적 발생 특성과 발생 규모뿐만 아니라 생존 결과와 이에 영향을 미치는 요인들에 대한 자료가 필요하다. 이를 위해, 다른 선진 국가들은 의료기관 기반의 외상조사감시체계를 구축하고 관련 통계를 산출하고 있다. 우리나라도 중증외상 발생 현황과 결과(사망 및 장애)를 파악하기 위해 '지역사회기반 중증외상조사'를 2016년에 시범사업으로 시작하여 2015년 자료를 조사하였고, 2019년에 본 사업이 도입되었다. 이후 2015년부터 2020년까지의 시계열 자료가 2023년에 완성되었다[4]. 이 조사는 119구급대에서 중증외상환자로 분류한 환자를 대상으로 전문조사원이 환자가 이송된 의료기관을 방문하여 의무기록조사를 실시하고 있다.

이 글에서는 최근 2024년 공개된 2021년 지역사회기반 중증외상조사(community-based severe trauma surveillance)

통계 중 중증외상의 주요결과를 소개하고자 한다.

방 법

1. 조사 대상

지역사회기반 중증외상조사에서는 중증외상, 비외상성 중증손상, 다수사상의 통계를 생산한다. 중증외상은 운수사고, 추락 및 미끄러짐, 둔상, 열상, 자상, 관통상 기전에 의한 손상 환자 중 의무기록조사를 통해 산출한 손상중증도점수가 16점 이상 또는 병원전 심장정지가 발생하였거나 병원전 사망(응급실 도착시 사망)인 경우이다.

손상중증도점수는 신체를 6개의 부위(두경부, 안면부, 흉부, 복부, 사지, 신체표면)로 나누어서 각 신체 부위의 손상별 중증도를 외상척도로 점수화하고, 6개 부위 중 중증도가 심한 상위 3개 부위의 외상척도점수의 제곱을 합산하여 산출된다. 외상척도는 외상환자의 중증도 평가도구로서, 신체를 6개 부위로 나누어 손상정도를 최소 1점(경증)에서 최대 6점(중증)까지 수치화한 것이다.

비외상성 중증손상은 중독, 화상, 익수, 성폭행, 질식, 화학물질, 열손상과 같은 외상 외 기전에 의한 손상환자 중 개정 외상지수(revised trauma score, RTS)가 비정상인 경우로, 비정상 외상지수란 의식상태가 정상이 아니고 음성자극이나 통증자극을 줬을 때만 반응하거나 전혀 반응이 없는 상태이거나, 수축기 혈압 90 mmHg 미만 또는 분당 호흡수가 10회 미만 또는 29회를 초과하는 경우를 말한다.

다수사상은 구급일지의 동일 재난번호에 대해 6명 이상의 환자가 이송된 경우를 말한다.

조사는 소방청 119구급대를 이용하여 이송된 손상환자(중증외상, 비외상성 중증손상, 다수사상) 중 현장 RTS가 비정상이거나 구급대원이 중증외상환자 응급처치 세부상황표를 작성한 환자를 대상으로 전수조사하며, 2021년 1월부터 12월 까지 이송한 환자를 대상으로 하였다.

표 1. 성별, 연령별, 시·도별 중외상 발생자 수 연도별 추이(2015-2021년)

구분	2015년		2016년		2017년		2018년		2019년		2020년		2021년	
	환자 수 (표준화 발생률) ^{a)}	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수 (표준화 발생률) ^{a)}	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수 (표준화 발생률) ^{a)}	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수 (표준화 발생률) ^{a)}	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수 (표준화 발생률) ^{a)}	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수 (표준화 발생률) ^{a)}	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수 (표준화 발생률) ^{a)}	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}
전체	6,250 (100.0)	12.3 (12.4)	8,139 (100.0)	15.9 (15.9)	8,139 (100.0)	16.0 (15.8)	8,803 (100.0)	17.2 (16.6)	9,115 (100.0)	17.8 (16.9)	8,435 (100.0)	16.4 (15.4)	8,052 (100.0)	15.7 (14.5)
성별														
남자	4,599 (73.6)	18.1 (19.1)	6,027 (74.1)	23.6 (24.6)	6,158 (75.0)	24.1 (24.7)	6,439 (73.1)	25.2 (25.4)	6,695 (73.5)	26.1 (25.9)	6,190 (73.4)	24.2 (23.4)	5,844 (72.6)	22.8 (21.8)
여자	1,650 (26.4)	6.5 (6.2)	2,112 (25.9)	8.3 (7.8)	2,053 (25.0)	8.0 (7.5)	2,364 (26.9)	9.2 (8.5)	2,420 (26.5)	9.4 (8.6)	2,245 (26.6)	8.7 (7.9)	2,208 (27.4)	8.6 (7.7)
미상	1 (0.0)		0 (0.0)		0 (0.0)		0 (0.0)		0 (0.0)		0 (0.0)		0 (0.0)	
연령별														
0-9세	98 (1.6)	2.1 (2.1)	99 (1.2)	2.2 (2.2)	95 (1.2)	2.1 (2.1)	85 (1.0)	1.9 (1.9)	84 (0.9)	2.0 (2.0)	69 (0.8)	1.7 (1.7)	68 (0.8)	1.8 (1.8)
10-19세	316 (5.1)	5.4 (5.4)	367 (4.5)	6.6 (6.6)	387 (4.7)	7.2 (7.2)	383 (4.4)	7.4 (7.4)	414 (4.5)	8.2 (8.2)	376 (4.5)	7.7 (7.7)	351 (4.4)	7.4 (7.4)
20-29세	588 (9.4)	8.9 (8.9)	748 (9.2)	11.2 (11.2)	724 (8.8)	10.7 (10.7)	771 (8.8)	11.4 (11.4)	800 (8.8)	11.8 (11.8)	785 (9.3)	11.6 (11.6)	793 (9.8)	11.8 (11.8)
30-39세	609 (9.7)	7.9 (7.9)	770 (9.5)	10.2 (10.2)	742 (9.0)	10.0 (10.0)	782 (8.9)	10.8 (10.8)	767 (8.4)	10.8 (10.8)	721 (8.5)	10.4 (10.4)	726 (9.0)	10.8 (10.8)
40-49세	986 (15.8)	11.2 (11.2)	1,131 (13.9)	13.0 (13.0)	1,100 (13.4)	12.7 (12.7)	1,189 (13.5)	14.0 (14.0)	1,127 (12.4)	13.5 (13.5)	1,033 (12.2)	12.5 (12.5)	988 (12.3)	12.1 (12.1)
50-59세	1,301 (20.8)	16.0 (16.0)	1,742 (21.4)	21.1 (21.1)	1,796 (21.9)	21.6 (21.6)	1,829 (20.8)	21.7 (21.7)	1,907 (20.9)	22.4 (22.4)	1,717 (20.4)	20.1 (20.1)	1,493 (18.5)	17.5 (17.5)
60-69세	1,027 (16.4)	21.3 (21.3)	1,486 (18.3)	28.8 (28.8)	1,507 (18.4)	27.7 (27.7)	1,705 (19.4)	29.8 (29.8)	1,834 (20.1)	30.3 (30.3)	1,724 (20.4)	26.8 (26.8)	1,665 (20.7)	24.2 (24.2)
70-79세	922 (14.8)	29.4 (29.4)	1,270 (15.6)	40.0 (40.0)	1,287 (15.7)	39.3 (39.3)	1,352 (15.4)	39.8 (39.8)	1,380 (15.1)	39.4 (39.4)	1,274 (15.1)	35.4 (35.4)	1,232 (15.3)	33.5 (33.5)
≥80세	403 (6.4)	30.7 (30.7)	526 (6.5)	37.0 (37.0)	573 (7.0)	37.4 (37.4)	707 (8.0)	43.0 (43.0)	802 (8.8)	45.3 (45.3)	736 (8.7)	38.8 (38.8)	736 (9.1)	36.4 (36.4)

표 1. 계속

구분	2015년		2016년		2017년		2018년		2019년		2020년		2021년	
	환자 수	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}	환자 수	발생률 ^{a)} (표준화 발생률) ^{b)}
시·도별 ^{a)}														
서울	645 (10.3)	6.5 (6.6)	1,002 (12.3)	10.2 (10.2)	1,046 (12.7)	10.8 (10.7)	1,029 (11.7)	10.7 (10.5)	912 (10.0)	9.5 (9.2)	849 (10.1)	8.9 (8.4)	808 (10.0)	8.5 (7.9)
부산	282 (4.5)	8.1 (7.8)	510 (6.3)	14.7 (14.1)	543 (6.6)	15.8 (14.9)	535 (6.1)	15.7 (14.5)	559 (6.1)	16.5 (14.9)	501 (5.9)	14.9 (13.4)	500 (6.2)	15.0 (13.3)
대구	222 (3.6)	9.0 (9.1)	325 (4.0)	13.2 (13.2)	325 (4.0)	13.2 (12.9)	301 (3.4)	12.3 (11.9)	343 (3.8)	14.1 (13.5)	285 (3.4)	11.8 (11.1)	220 (2.7)	9.2 (8.7)
인천	261 (4.2)	9.0 (9.4)	324 (4.0)	11.2 (11.5)	279 (3.4)	9.6 (9.8)	406 (4.6)	13.9 (14.0)	369 (4.0)	12.6 (12.5)	328 (3.9)	11.2 (11.0)	366 (4.5)	12.5 (12.0)
광주	166 (2.7)	11.3 (12.3)	195 (2.4)	13.3 (14.2)	209 (2.5)	14.3 (14.9)	130 (1.5)	9.0 (9.2)	131 (1.4)	9.0 (9.0)	166 (2.0)	11.5 (11.3)	214 (2.7)	14.9 (14.4)
대전	168 (2.7)	11.1 (11.8)	180 (2.2)	12.0 (12.6)	170 (2.1)	11.4 (11.6)	274 (3.1)	18.4 (18.8)	269 (3.0)	18.3 (18.1)	148 (1.8)	10.1 (9.8)	172 (2.1)	11.9 (11.3)
울산	149 (2.4)	12.8 (13.8)	171 (2.1)	14.7 (15.6)	147 (1.8)	12.6 (13.3)	201 (2.3)	17.4 (18.2)	193 (2.1)	16.8 (17.3)	171 (2.0)	15.1 (14.8)	155 (1.9)	13.8 (13.5)
세종	30 (0.5)	16.4 (18.8)	45 (0.6)	19.9 (23.0)	42 (0.5)	16.1 (18.9)	61 (0.7)	20.6 (23.6)	51 (0.6)	15.6 (18.0)	42 (0.5)	12.1 (14.3)	57 (0.7)	15.7 (18.6)
경기	1,207 (19.3)	9.8 (10.4)	1,569 (19.3)	12.5 (13.3)	1,677 (20.4)	13.2 (13.8)	1,872 (21.3)	14.6 (14.9)	2,107 (23.1)	16.2 (16.3)	1,929 (22.9)	14.6 (14.5)	1,866 (23.2)	13.9 (13.7)
강원	293 (4.7)	19.1 (18.0)	356 (4.4)	23.2 (21.8)	364 (4.4)	23.7 (22.1)	418 (4.7)	27.3 (24.8)	396 (4.3)	25.9 (23.1)	349 (4.1)	22.8 (20.1)	343 (4.3)	22.4 (19.1)
충북	295 (4.7)	18.8 (18.4)	420 (5.2)	26.6 (25.8)	429 (5.2)	27.1 (25.7)	533 (6.1)	33.6 (31.5)	738 (8.1)	46.4 (41.4)	463 (5.5)	29.1 (26.9)	416 (5.2)	26.1 (23.5)
충남	455 (7.3)	22.1 (21.9)	488 (6.0)	23.5 (23.0)	486 (5.9)	23.2 (22.1)	541 (6.1)	25.7 (23.8)	512 (5.6)	24.3 (22.4)	506 (6.0)	24.0 (22.1)	516 (6.4)	24.5 (22.6)
전북	416 (6.7)	22.4 (20.9)	489 (6.0)	26.4 (24.3)	488 (5.9)	26.4 (23.9)	438 (5.0)	23.9 (21.5)	489 (5.4)	26.9 (23.6)	482 (5.7)	26.8 (23.3)	484 (6.0)	27.1 (23.0)
전남	512 (8.2)	27.0 (25.0)	584 (7.2)	30.8 (27.2)	571 (7.0)	30.3 (26.3)	471 (5.4)	25.1 (21.9)	505 (5.5)	27.1 (23.5)	631 (7.5)	34.1 (28.8)	589 (7.3)	32.1 (26.5)
경북	544 (8.7)	20.3 (20.9)	647 (7.9)	24.1 (24.3)	607 (7.4)	22.7 (23.9)	724 (8.2)	27.1 (21.5)	707 (7.8)	26.6 (23.6)	656 (7.8)	24.9 (23.3)	610 (7.6)	23.3 (23.0)
경남	451 (7.2)	13.5 (13.5)	654 (8.0)	19.5 (19.3)	638 (7.8)	19.0 (18.5)	665 (7.6)	19.8 (18.9)	649 (7.1)	19.4 (18.1)	720 (8.5)	21.6 (19.5)	576 (7.2)	17.4 (15.9)
제주	154 (2.5)	25.2 (26.1)	180 (2.2)	28.7 (28.8)	190 (2.3)	29.5 (29.8)	204 (2.3)	31.1 (31.0)	185 (2.0)	27.9 (27.2)	209 (2.5)	31.3 (30.1)	160 (2.0)	23.8 (22.8)

단위: 명(%). 의무기록조사가 완료된 57,005명 대상으로 산출. ^{a)}인구 10만 명당, 해당 연도 통계청 주민등록 연앙인구 기준. ^{b)}2016년 통계청 주민등록 연앙인구로 연령 표준화. ^{c)}사고 발생지 기준. Data from the Korea Disease Control and Prevention Agency [5].

2. 조사 내용

조사 지침과 사례 실습 교육을 이수한 전문조사원들이 조사를 수행하였다. 소방청의 구급데이터베이스로 조사 대상을 추출하고, 전문조사원들이 해당 의료기관을 방문하여 초진진료정보, 손상정보, 초진진료결과, 치료 중 경과, 입원 후 결과, 손상 중증도, 손상 후 장애 등의 정보를 수집하였다.

3. 분석 방법

2021년 119구급대가 응급의료기관으로 이송한 중증손상 및 다수사상은 총 40,232건이었다. 이 중 39,717건의 의무기록조사를 완료하였고, 휴·폐업, 열람불가, 질병 등을 제외한 38,608건을 분석 대상으로 하여 중증외상 환자는 8,052명, 비외상성 중증손상은 12,931명, 다수사상은 2,408건이었다.

분석 대상 38,608건 중 응급실에서 다른 병원으로 전원된 경우는 2,922건이었으며, 이 중 2,606건의 전원조사 자료를 분석하였다. 전원 환자에 대한 분석 결과는 전원 환자들의 최종 진료 결과(회복, 장애 여부 등)에 반영되었다.

외상생존지수(W-score)란 환자 100명의 표준화된 외상 생존 확률 분포에서 예상되는 생존자 수와 실제 생존자 수의 차이를 나타내는 지표로, 양의 값이 클수록 외상 환자의 치료 결과가 좋음을 의미한다. 외상 생존 확률은 환자의 나이, 처음 환자의 상태(의식수준, 수축기혈압, 호흡), 손상기전 및 손상 중증도점수를 고려하여 산출되며, 2016년 중증외상 환자 데이터를 기준으로 기대 생존자 수가 표준화되어, 비교 분석이 가능하다.

진료 결과로 치명률, 중증장애율, 장애율을 제시하였다. 이는 퇴원 시점에 평가한 글라스고우 장애척도(Glasgow Outcome Scale, GOS)로 분석한다. GOS는 외상성 뇌손상 환자의 회복정도의 평가로 사망, 식물인간상태, 중증장애, 중등도장애, 회복의 5단계로 나뉘며, 식물인간상태는 환자가 의식을 회복하지 못하고 주위 환경을 알아차리지 못하는 상태, 스스로 눈을 뜨며 수면과 각성주기를 가지지만 행동학적 측면에

서 뇌 피질의 기능이 없는 상태이다. 중증장애는 환자가 장애로 인해 독립적 기능을 하지 못하고 매일 의존적 생활을 하는 장애가 남은 상태다. 중등도장애는 공공교통수단을 이용할 수 있고 제한된 환경에서 작업이 가능하며, 독립적인 개인생활은 유지하지만, 지능과 기억능력의 결핍, 성격의 변화, 연하곤란, 편마비나 실조증과 같은 다양한 장애가 남은 상태이다. 따라서 치명률은 사망에 해당하며, 중증장애율은 중증장애, 식물인간에 해당되는 경우이다. 그리고 장애율은 중등도장애, 중증장애, 식물인간에 해당하는 경우이다.

2021년 자료의 비교 분석을 위해 2015년부터 최근 6년 자료와 함께 현황을 비교하여 제시하였다.

결 과

2021년 발생한 중증외상환자는 8,052명으로, 발생률로는 인구 10만 명당 15.7명이었다. 성별로는 인구 10만 명당 남자는 22.8명, 여자는 8.6명으로 매년 남자가 70% 이상이며 여자의 2배 이상으로 많아 성별에 따른 차이를 보였다. 연령별로는 60대에서 가장 많았으며, 60대의 발생 비율이 2015년 16.4%에서 2021년 20.7%로 점차 증가하는 추세를 보였다. 지역별 발생률로는 전남 지역이 인구 10만 명당 32.1명으로 가장 높았고, 전북, 충북이 그 뒤를 이었다. 발생률이 가장 낮은 지역으로는 서울 8.5명이며, 대구, 대전이 그 다음으로 낮았다(표 1). 지역 간 발생률 차이는 도로 및 교통상황 등과 같은 지역별 특성을 고려할 필요가 있다.

손상기전별로는 운수사고가 52.1%로 조사가 시작된 2015년부터 매년 50% 이상으로 1위였고, 추락 및 미끄러짐이 40.5%로 매년 2위였다. 매년 순위는 변동 없으나 운수사고는 감소, 추락 및 미끄러짐은 증가 추세를 확인할 수 있다(표 2). 운수사고의 변화추이에 따라 발생하는 장소도 변화를 보였다. 도로 및 도로 외 교통지역에서의 발생이 매년 가장 많았으나 발생 수와 비율은 감소하고 있음을 알 수 있다.

표 2. 손상기전^{a)}별 중증외상 환자 연도별 추이(2015-2021년)

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
전체	6,250 (100.0)	8,139 (100.0)	8,211 (100.0)	8,803 (100.0)	9,115 (100.0)	8,435 (100.0)	8,052 (100.0)
운수사고	3,681 (58.9)	4,848 (59.6)	5,011 (61.0)	5,107 (58.0)	5,004 (54.9)	4,509 (53.5)	4,193 (52.1)
추락 및 미끄러짐	2,100 (33.6)	2,730 (33.5)	2,675 (32.6)	3,092 (35.1)	3,416 (37.5)	3,278 (38.9)	3,263 (40.5)
둔상	254 (4.1)	310 (3.8)	281 (3.4)	315 (3.6)	365 (4.0)	341 (4.0)	344 (4.3)
관통상	96 (1.5)	130 (1.6)	123 (1.5)	161 (1.8)	172 (1.9)	189 (2.2)	148 (1.8)
기계	119 (1.9)	121 (1.5)	121 (1.5)	128 (1.5)	158 (1.7)	118 (1.4)	104 (1.3)

단위: 명(%). 의무기록조사가 완료된 57,005명 대상으로 산출. 운수사고: 사람이나 화물을 운반하기 위하여 사용되는 기계장치와 관련된 사고; 추락 및 미끄러짐: 땅이나 바닥 혹은 더 낮은 장소로 부딪혀 멈추게 되는 손상; 둔상: 사람, 정지한 물체, 움직이는 물체, 떨어지는 물체, 움직이는 동물 등에 충돌 또는 부딪힘에 의한 손상; 관통상: 긁힘, 찢어짐, 찢림, 베임, 총상, 물림, 곤충에 쓰임 등을 모두 포함한 찢거나 찢는 힘에 의한 손상; 기계: 기계와 연관된 외력으로 인한 손상으로 폭발에 의한 타격, 기계적인 힘에 접촉하여 발생하는 손상. ^{a)}손상기전: 손상을 발생시킨 요인. Data from the Korea Disease Control and Prevention Agency [5].

표 3. 외상생존지수(W-score)^{b)} 연도별 추이 (2015-2021년)

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
전체	-1.40	0.00	0.64	0.99	1.96	1.27	1.62
남자	-1.37	0.37	1.10	1.49	2.31	1.48	1.63
여자	-1.35	-0.96	-0.68	-0.37	0.95	0.59	1.68
0-9세	-1.31	-6.26	-8.56	-3.80	-6.64	1.74	-5.17
10-19세	-1.59	-0.37	-1.35	1.74	4.61	-0.53	1.87
20-29세	0.58	-0.42	0.95	3.30	3.87	2.83	2.40
30-39세	-0.67	2.63	0.21	1.97	0.45	0.53	1.91
40-49세	-2.64	2.02	-1.07	-2.66	0.41	1.95	1.58
50-59세	1.41	1.29	3.46	4.50	4.73	3.22	5.70
60-69세	1.42	3.13	4.36	3.93	5.19	3.83	5.22
70-79세	-3.33	-2.01	-0.81	-0.89	-0.81	-0.05	-1.26
≥80세	-10.74	-8.64	-6.18	-7.88	-3.98	-4.17	-6.37

의무기록조사가 완료된 57,005명 대상으로 산출. 외상생존지수는 2016년 생존확률 구간분포를 기준으로 표준화. ^{b)}외상생존지수=(실제생존-기대생존)/(산출대상/100). Data from the Korea Disease Control and Prevention Agency [5].

기대 생존자 수를 나타내는 외상생존지수는 2020년 1.27 이었고, 2021년에는 1.62로 상승하여 치료 결과가 좋아졌음을 확인할 수 있다. 이는 100명의 환자당 2020년에는 1.27명, 2021년에는 1.62명의 환자가 추가로 생존했음을 의미한다. 지역별로는 전북과 제주에서 지속적인 상승으로 좋은 추세를 보였다(표 3).

중증외상 환자의 치명률은 2021년 56.6%로 2015년 65.5%보다 감소하였고, 생존 환자 중 퇴원시 기본적인 일상 생활에 도움이 필요하거나 식물인간 상태인 중증장애율은

26.0%로 2015년 31.6%보다 감소하였다. 그러나 장애율은 67.2%로 2015년 64.1%보다 증가하였다(그림 1) [5].

논 의

중증외상은 지역사회-구급-병원단계의 협력을 통해 신속한 구조 및 이송, 치료와 재활, 예방 등 체계적으로 연계할 때 위험요인 발생을 예방하고 중증손상의 예후를 향상시킬 수 있다.

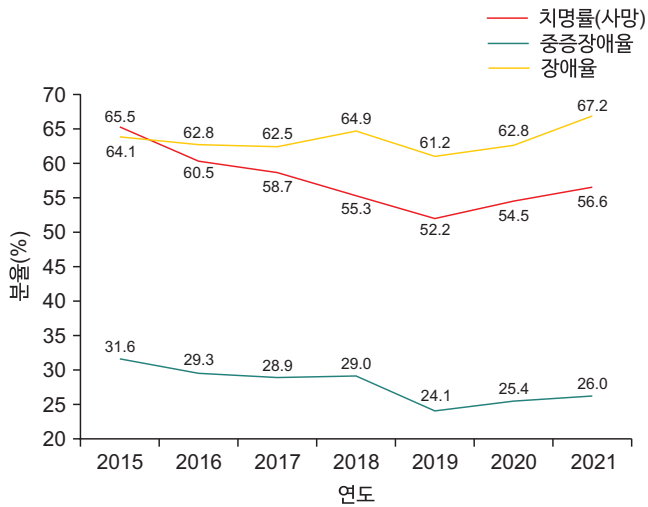


그림 1. 중증외상 치명률 및 중증장애율, 장애율 연도별 추이 (2015-2021년)

국립중앙의료원에서 운영중인 외상등록체계(Korea Trauma Data Bank) 결과에서도 남자가 74.4%로 여자 25.6%보다 2배 이상 높았고, 연령별로는 60대 22.4%, 50대 19.0%로 유사하게 나타났다[6]. 그러나 외상등록체계는 권역외상센터 중심으로 자료를 생산하여 전체 지역을 반영하지 못하기 때문에 지역별 자료 산출에 한계가 있다. 이와는 달리 지역사회 기반 중증외상조사는 구급기반(지역사회) 중심 조사로 중증외상 발생부터 119구급대의 구급활동, 의료기관에서의 치료와 전원 후 치료결과까지 확인 가능한 조사로 최종 진료 결과와 지역별 결과, 기관별 자료도 생산하고 있다.

2019년 전국 외상 사망 환자를 대상으로 시행한 연구에서 예방 가능한 사망률이 15.7%로 나타났는데, 이는 미국과 유럽의 예방 가능한 외상 사망률 2%-5% 대비 3-8배 가량 높은 사망률이었다. 예방 가능한 사망률이란 적절한 이송 및 치료가 이루어졌다면 생존할 수 있었을 것으로 판단되는 비율로 병원전단계에서 환자의 중증도를 정확히 파악하고 처치 가능한 의료기관으로 최초 이송하는 것이 중요하다[7].

제13차 국가손상종합통계에 따르면 2021년 건강보험으로 진료를 받은 환자 47,786,043명 중 손상(ICD-10 코드가 S00-T79)으로 확인된 진료 환자는 13,783,987명으로 전체

환자의 28.8%가 손상 환자이며, 손상으로 인한 진료비는 5.3조원으로 최근 10년간 가장 많은 것으로 나타났다[8,9]. 이와 같이 손상은 장애나 재활에 대한 치료를 필요로 하는 경우가 많아 사회·경제적 부담이 매우 큰 보건문제임을 알 수 있다.

지역사회기반 중증외상조사에서의 중증외상 발생은 2019년부터 감소하는 추세이나, 발생의 50% 이상이 사망하며, 중증장애율은 26.0%로 식물인간 상태 또는 장애로 인해 독립적인 생활이 어려워 매일 의존적 생활을 할 수 밖에 없기 때문에 생존하더라도 장애를 비롯한 후유증 관리가 필수적이다.

손상기전으로는 운수사고(52.1%)와 추락 및 미끄러짐(40.5%)이 매년 90% 이상을 차지하였고, 운수사고가 감소 추세를 보이거나 여전히 손상 원인 1위이며 지역별 편차가 있어 지역별로 예방을 위한 노력이 필요하다. 특히, 연도별 추세를 보면 고령의 손상 환자 발생 수가 증가하고 있는데, 고령의 환자는 손상이 발생하면 치료하더라도 좋지 않은 결과로 이어질 수 있기 때문에 손상이 발생하지 않도록 하는 1차 예방이 가장 중요하다.

중증손상 및 다수사상은 지역에 따라 발생률, 손상기전, 사망이나 장애율 등에 지역별 편차를 보이기 때문에, 지역별 요인 파악과 예방관리 방안을 마련하기 위해서는 지역사회의 의료대응체계가 효과적으로 연결되어 있는지 파악하고 보완해야 한다. 지역사회기반 중증외상조사는 지역 간 비교 가능한 시·도별 통계를 생산함으로써 지역 맞춤형 손상예방 정책을 위한 근거자료로 활용될 수 있다.

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: MJL, WCB. Data curation: MJL. Formal analysis: MJL, JEL. Supervision: JEL, WCB, EHJ. Writing – original draft: MJL. Writing – review & editing: MJL, JEL, WCB, EHJ.

References

1. World Health Organization (WHO). WHO mortality database: interactive platform visualizing mortality data [Internet]. WHO; 2024 [cited 2024 Oct 24]. Available from: <https://platform.who.int/mortality/themes/theme-details/MDB/injuries>
2. Statistics Korea. Annual report on the cause of death. Statistics Korea; 2024.
3. Lee SK. Understandings and key elements of trauma data bank system. *Korean J Neurotrauma* 2012;8:1-9.
4. Lee S, Kim J, Lee J, Bae W. A community-based study of severe trauma, death, and disability, from 2015 to 2020. *Public Health Wkly Rep* 2023;16:837-51.
5. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 2021 Community-based severe trauma surveillance [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2024 Sep 8]. Available from: https://www.kdca.go.kr/injury/biz/injury/recsroom/statsSmMain.do;jsessionid=x258_uzVcmwk2tftpZKfJFB-py6LzwCjLdUaHLaXOq.injury10
6. Ministry of Health and Welfare. 2021 Korean Trauma Data Bank (KTDB) annual statistics (number 4). National Emergency Medical Center; 2022.
7. Kim M. Preventable trauma mortality 8x more than developed countries, "Need Government Support" [Internet]. *Medical Today*; 2022 [cited 2024 Aug 29]. Available from: <https://mdtoday.co.kr/news/view/1065585580152654>
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The 13th national injury fact book. KDCA; 2023.
9. National Health Insurance Service (NHIS), Health Insurance Review and Assessment Service. 2021 national health insurance statistical yearbook. NHIS; 2022.

2021 Community-based Severe Trauma Incidence Status

Minji Lee , Jungeun Lee , Woncho Bae* , Eunhee Jeon* 

Division of Injury Prevention Policy, Department of Health Hazard Response, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

The community-based severe trauma investigation system aims to identify the epidemiological characteristics of severe injuries, multiple accidents, emergency medical responses, and treatment outcomes. With a pilot survey in 2016, it has been approved and conducted as a national statistic since 2019 to produce regional injury-related statistics and establish a national injury prevention and monitoring system in the community. The survey was conducted on patients with severe trauma, non-traumatic severe injury, and multiple casualties transferred by 119 paramedics; of these, 8,052 patients had severe trauma in 2021, more than twice as many male (5,844) as female (2,208). The median age of the patients with severe trauma was 57 years, accounting for 65.0% of the group aged 15 to 64 years. In terms of the incidence rates by province, Jeonnam had the highest rate at 32.1 per 100,000, whereas Seoul had the lowest rate at 8.5 per 100,000. Regarding the mechanisms of injury, transportation accidents accounted for the highest proportion at 52.1% in 2021, followed by falls and slips at 40.5%. The fatality rate (deaths) was 56.6% in 2021, showing a decrease from 65.5% in 2015 to 52.2% in 2019 before increasing again in 2020. The rate of severe disabilities showed a decreasing trend at 26.0% in 2021, but began to increase from 2019 onwards. The disability rate is 67.2%, marking an increase of 4.4 percentage points compared to the previous year. The community-based severe trauma registry can provide evidence-based data for use as foundational information in formulating community injury prevention strategies.

Key words: Severe trauma; Mechanism of injury; Fatality rate; Disability rate

*Corresponding author: Woncho Bae, Tel: +82-43-219-2910, E-mail: woncho21@korea.kr

Eunhee Jeon, Tel: +82-43-219-2910, E-mail: jeh77@korea.kr

Woncho Bae's current affiliation: Korea Disease Control and Prevention Agency.

Introduction

Severe trauma is a serious injury to the body caused by external factors such as transport accidents or falls. It has a high risk of sudden death or permanent sequelae. According to World Health Organization mortality data (2020–2022), mortality due to injury (mortality rate per 100,000 people)

was 63.6 in the United States, 54.2 in Japan, 50.7 in the Republic of Korea (ROK), 44.4 in Canada, and 32.0 in the United Kingdom [1]. According to data announced by Statistics Korea, of the 352,511 deaths in 2023, the number of deaths due to external factors other than disease was 27,812, accounting for 7.9% of all deaths. The leading cause of death was suicide, at 27.3 per 100,000 people, followed by transport

Key messages

① What is known previously?

Severe trauma is a serious injury to the body caused by external factors, which can lead to death, and is a health problem with a high disease burden due to its aftereffects.

② What new information is presented?

In 2021, the number of patients with severe trauma was 8,052. Compared to 2015, when the investigation began, the fatality rate and rate of severe disability decreased, and the rate of disability increased.

③ What are implications?

Community-based severe trauma investigations can be utilized as foundational data for establishing community injury prevention measures by producing results based on the region and type of emergency medical institution.

accidents at 6.4 and falls at 4.9 [2].

If patients with severe trauma are quickly reported, transferred, and provided with prehospital care by and treated by a medical institution, the survival rate can be increased and complications can be reduced [3]. On the other hand, if prehospital emergency care for patients with trauma is delayed, they may die, and even if they survive, they may have difficulty returning to society because of serious aftereffects.

To prevent severe trauma and improve its prognosis, data on sociodemographic and regional occurrence characteristics, the occurrence scale for severe trauma, and survival outcomes and their influencing factors are needed. To this end, other advanced countries have established hospital-based trauma surveillance systems and are producing related statistics. To investigate the status of severe trauma occurrence and its outcomes (deaths and disabilities), ROK initiated the “Community-based

Severe Trauma Survey” as a pilot project in 2016 to gather trauma-related data in 2015 and introduced this project in 2019. Time series data from 2015 to 2020 were completed in 2023 [4]. The survey targeted patients who were classified as having severe trauma by 119 emergency medical services; it was conducted by surveyors who visited the medical institutions to which patients with severe trauma were transferred. There, surveyors reviewed the patients’ medical records.

This article introduces key findings on severe trauma from the 2021 community-based severe trauma surveillance statistics released in 2024.

Methods

1. Subjects

Community-based severe trauma surveillance produces statistics on severe trauma, nontraumatic severe injuries, and multiple casualties. Severe trauma is identified as such in patients injured by transport accidents, falls, slips, blunt force, lacerations, stab wounds, or penetrating wounds. Severe trauma is reflected by an injury severity score of 16 or higher as calculated through a medical records review or by cardiac arrest or death prehospitally (i.e., patient is dead upon arrival at an emergency department).

The injury severity score is calculated by dividing the body into six parts (head and neck, face, chest, abdomen, limbs, and body surface), scoring the severity of each part using the trauma scoring system; then, the squares of the trauma scores for the three most severely injured parts are totaled. The trauma scoring system is a trauma severity assessment tool for patients with trauma; the body is divided into six parts and injury severity is quantified for each body part as a score ranging from a

minimum of 1 (mild) to a maximum of 6 (severe).

Nontraumatic major injuries are caused by nontraumatic mechanisms, such as poisoning, burns, drowning, sexual assault, asphyxiation, chemicals, or thermal injury; the revised trauma score (RTS) in these cases is abnormal. The consciousness of patients with an abnormal RTS is not in a normal state, and they only respond to vocal or painful stimuli, are completely unresponsive, or have systolic blood pressure less than 90 mmHg or a respiratory rate that is less than 10 or more than 29 breaths per minute.

Multiple casualties refer to cases wherein six or more patients with the same disaster number indicated in a prehospital care report are transferred to a hospital emergency department.

The complete enumeration survey was conducted on injured patients (severe trauma, nontraumatic severe injury, multiple casualties) who were transported from January to December 2021 by the National Fire Agency's 119 emergency medical services and assessed as having an abnormal RTS on-site. Patients who had a severe trauma patient emergency treatment detail report drawn up by paramedics were also included.

2. Survey Contents

The survey was conducted by professional investigators who completed the relevant guidelines and case-based practice education. The subjects of the survey were extracted from the emergency medical service database of the National Fire Agency. Then, surveyors visited the relevant medical institutions to collect information on them regarding initial medical treatment, injuries, initial medical treatment outcomes, progress during treatment, outcomes after hospitalization, injury severity, and post-injury disabilities.

3. Analysis

In 2021, the total number of cases of severe injury and multiple casualties that involved transfers to emergency medical centers by 119 emergency medical services was 40,232. Of these, researchers attempted to review the medical records of 39,717 cases, and 38,608 were analyzed. Cases of hospital closure, inaccessibility of medical records, and illness were excluded. The findings indicated that 8,052 patients had experienced severe trauma, 12,931 had nontraumatic severe injuries, and 2,408 included multiple casualties.

Of the 38,608 cases analyzed, 2,922 involved transfers from an emergency department to another hospital. Of these, 2,606 cases were analyzed for transfer data. The results of the analysis of transferred patients were reflected in their final treatment outcomes (e.g., recovery, the presence or absence of disabilities).

The W-score, an index of survival probability according to trauma severity, is an indicator that represents the difference between the number of predicted survivors and the number of actual survivors in the standardized trauma survival probability distribution of 100 patients. A larger positive value indicates better treatment outcomes for trauma patients. Survival probability in patients with trauma is calculated by considering their age, initial condition (consciousness level, systolic blood pressure, and respiratory rate), injury mechanism, and injury severity score. It enables more accurate comparisons because the number of predicted survivors is standardized based on 2016 severe trauma patient data.

Clinical outcomes are presented as mortality, severe disability, and disability rates. They are analyzed using the Glasgow Outcome Scale (GOS) assessed at discharge. The GOS evaluates the degree of recovery of patients with traumatic brain

Table 1. The occurrence of severe trauma by sex, age, metropolitan and province (2015–2021)

Category	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}
Total	6,250 (100.0)	12.3 (12.4)	8,139 (100.0)	15.9 (15.9)	8,139 (100.0)	16.0 (15.8)	8,803 (100.0)	17.2 (16.6)	9,115 (100.0)	17.8 (16.9)	8,435 (100.0)	16.4 (15.4)	8,052 (100.0)	15.7 (14.5)
Sex														
Male	4,599 (73.6)	18.1 (19.1)	6,027 (74.1)	23.6 (24.6)	6,158 (75.0)	24.1 (24.7)	6,439 (73.1)	25.2 (25.4)	6,695 (73.5)	26.1 (25.9)	6,190 (73.4)	24.2 (23.4)	5,844 (72.6)	22.8 (21.8)
Female	1,650 (26.4)	6.5 (6.2)	2,112 (25.9)	8.3 (7.8)	2,053 (25.0)	8.0 (7.5)	2,364 (26.9)	9.2 (8.5)	2,420 (26.5)	9.4 (8.6)	2,245 (26.6)	8.7 (7.9)	2,208 (27.4)	8.6 (7.7)
Unknown	1 (0.0)		0 (0.0)		0 (0.0)		0 (0.0)		0 (0.0)		0 (0.0)		0 (0.0)	
Age (yr)														
0–9	98 (1.6)	2.1 (2.1)	99 (1.2)	2.2 (2.2)	95 (1.2)	2.1 (2.1)	85 (1.0)	1.9 (1.9)	84 (0.9)	2.0 (2.0)	69 (0.8)	1.7 (1.7)	68 (0.8)	1.8 (1.8)
10–19	316 (5.1)	5.4 (5.4)	367 (4.5)	6.6 (6.6)	387 (4.7)	7.2 (7.2)	383 (4.4)	7.4 (7.4)	414 (4.5)	8.2 (8.2)	376 (4.5)	7.7 (7.7)	351 (4.4)	7.4 (7.4)
20–29	588 (9.4)	8.9 (8.9)	748 (9.2)	11.2 (11.2)	724 (8.8)	10.7 (10.7)	771 (8.8)	11.4 (11.4)	800 (8.8)	11.8 (11.8)	785 (9.3)	11.6 (11.6)	793 (9.8)	11.8 (11.8)
30–39	609 (9.7)	7.9 (7.9)	770 (9.5)	10.2 (10.2)	742 (9.0)	10.0 (10.0)	782 (8.9)	10.8 (10.8)	767 (8.4)	10.8 (10.8)	721 (8.5)	10.4 (10.4)	726 (9.0)	10.8 (10.8)
40–49	986 (15.8)	11.2 (11.2)	1,131 (13.9)	13.0 (13.0)	1,100 (13.4)	12.7 (12.7)	1,189 (13.5)	14.0 (14.0)	1,127 (12.4)	13.5 (13.5)	1,033 (12.2)	12.5 (12.5)	988 (12.3)	12.1 (12.1)
50–59	1,301 (20.8)	16.0 (16.0)	1,742 (21.4)	21.1 (21.1)	1,796 (21.9)	21.6 (21.6)	1,829 (20.8)	21.7 (21.7)	1,907 (20.9)	22.4 (22.4)	1,717 (20.4)	20.1 (20.1)	1,493 (18.5)	17.5 (17.5)
60–69	1,027 (16.4)	21.3 (21.3)	1,486 (18.3)	28.8 (28.8)	1,507 (18.4)	27.7 (27.7)	1,705 (19.4)	29.8 (29.8)	1,834 (20.1)	30.3 (30.3)	1,724 (20.4)	26.8 (26.8)	1,665 (20.7)	24.2 (24.2)
70–79	922 (14.8)	29.4 (29.4)	1,270 (15.6)	40.0 (40.0)	1,287 (15.7)	39.3 (39.3)	1,352 (15.4)	39.8 (39.8)	1,380 (15.1)	39.4 (39.4)	1,274 (15.1)	35.4 (35.4)	1,232 (15.3)	33.5 (33.5)
≥80	403 (6.4)	30.7 (30.7)	526 (6.5)	37.0 (37.0)	573 (7.0)	37.4 (37.4)	707 (8.0)	43.0 (43.0)	802 (8.8)	45.3 (45.3)	736 (8.7)	38.8 (38.8)	736 (9.1)	36.4 (36.4)

Table 1. Continued

Category	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}	No. of patients	Inci- dence rate ^{a)} (SIR) ^{b)}
Metropolitans and provinces ^{c)}														
Seoul	645 (10.3)	6.5 (6.6)	1,002 (12.3)	10.2 (10.2)	1,046 (12.7)	10.8 (10.7)	1,029 (11.7)	10.7 (10.5)	912 (10.0)	9.5 (9.2)	849 (10.1)	8.9 (8.4)	808 (10.0)	8.5 (7.9)
Busan	282 (4.5)	8.1 (7.8)	510 (6.3)	14.7 (14.1)	543 (6.6)	15.8 (14.9)	535 (6.1)	15.7 (14.5)	559 (6.1)	16.5 (14.9)	501 (5.9)	14.9 (13.4)	500 (6.2)	15.0 (13.3)
Daegu	222 (3.6)	9.0 (9.1)	325 (4.0)	13.2 (13.2)	325 (4.0)	13.2 (12.9)	301 (3.4)	12.3 (11.9)	343 (3.8)	14.1 (13.5)	285 (3.4)	11.8 (11.1)	220 (2.7)	9.2 (8.7)
Incheon	261 (4.2)	9.0 (9.4)	324 (4.0)	11.2 (11.5)	279 (3.4)	9.6 (9.8)	406 (4.6)	13.9 (14.0)	369 (4.0)	12.6 (12.5)	328 (3.9)	11.2 (11.0)	366 (4.5)	12.5 (12.0)
Gwangju	166 (2.7)	11.3 (12.3)	195 (2.4)	13.3 (14.2)	209 (2.5)	14.3 (14.9)	130 (1.5)	9.0 (9.2)	131 (1.4)	9.0 (9.0)	166 (2.0)	11.5 (11.3)	214 (2.7)	14.9 (14.4)
Daejeon	168 (2.7)	11.1 (11.8)	180 (2.2)	12.0 (12.6)	170 (2.1)	11.4 (11.6)	274 (3.1)	18.4 (18.8)	269 (3.0)	18.3 (18.1)	148 (1.8)	10.1 (9.8)	172 (2.1)	11.9 (11.3)
Ulsan	149 (2.4)	12.8 (13.8)	171 (2.1)	14.7 (15.6)	147 (1.8)	12.6 (13.3)	201 (2.3)	17.4 (20.6)	193 (2.1)	16.8 (17.3)	171 (2.0)	15.1 (14.8)	155 (1.9)	13.8 (13.5)
Sejong	30 (0.5)	16.4 (18.8)	45 (0.6)	19.9 (23.0)	42 (0.5)	16.1 (18.9)	61 (0.7)	20.6 (23.6)	51 (0.6)	15.6 (18.0)	42 (0.5)	12.1 (14.3)	57 (0.7)	15.7 (18.6)
Gyeonggi	1,207 (19.3)	9.8 (10.4)	1,569 (19.3)	12.5 (13.3)	1,677 (20.4)	13.2 (13.8)	1,872 (21.3)	14.6 (14.9)	2,107 (23.1)	16.2 (16.3)	1,929 (22.9)	14.6 (14.5)	1,866 (23.2)	13.9 (13.7)
Gangwon	293 (4.7)	19.1 (18.0)	356 (4.4)	23.2 (21.8)	364 (4.4)	23.7 (22.1)	418 (4.7)	27.3 (24.8)	396 (4.3)	25.9 (23.1)	349 (4.1)	22.8 (20.1)	343 (4.3)	22.4 (19.1)
Chungbuk	295 (4.7)	18.8 (18.4)	420 (5.2)	26.6 (25.8)	429 (5.2)	27.1 (25.7)	533 (6.1)	33.6 (31.5)	738 (8.1)	46.4 (41.4)	463 (5.5)	29.1 (26.9)	416 (5.2)	26.1 (23.5)
Chungnam	455 (7.3)	22.1 (21.9)	488 (6.0)	23.5 (23.0)	486 (5.9)	23.2 (22.1)	541 (6.1)	25.7 (23.8)	512 (5.6)	24.3 (22.4)	506 (6.0)	24.0 (22.1)	516 (6.4)	24.5 (22.6)
Jeonbuk	416 (6.7)	22.4 (20.9)	489 (6.0)	26.4 (24.3)	488 (5.9)	26.4 (23.9)	438 (5.0)	23.9 (21.5)	489 (5.4)	26.9 (23.6)	482 (5.7)	26.8 (23.3)	484 (6.0)	27.1 (23.0)
Jeonnam	512 (8.2)	27.0 (25.0)	584 (7.2)	30.8 (27.2)	571 (7.0)	30.3 (26.3)	471 (5.4)	25.1 (21.9)	505 (5.5)	27.1 (23.5)	631 (7.5)	34.1 (28.8)	589 (7.3)	32.1 (26.5)
Gyeongbuk	544 (8.7)	20.3 (20.9)	647 (7.9)	24.1 (24.3)	607 (7.4)	22.7 (23.9)	724 (8.2)	27.1 (21.5)	707 (7.8)	26.6 (23.6)	656 (7.8)	24.9 (23.3)	610 (7.6)	23.3 (23.0)
Gyeongnam	451 (7.2)	13.5 (13.5)	654 (8.0)	19.5 (19.3)	638 (7.8)	19.0 (18.5)	665 (7.6)	19.8 (18.9)	649 (7.1)	19.4 (18.1)	720 (8.5)	21.6 (19.5)	576 (7.2)	17.4 (15.9)
Jeju	154 (2.5)	25.2 (26.1)	180 (2.2)	28.7 (28.8)	190 (2.3)	29.5 (29.8)	204 (2.3)	31.1 (31.0)	185 (2.0)	27.9 (27.2)	209 (2.5)	31.3 (30.1)	160 (2.0)	23.8 (22.8)

Values are presented as number (%). Calculation based on the responses of 57,005 people who completed the medical record survey. SIR=standardized incidence rate. ^{a)}Based on the resident registration annual population of Statistics Korea per 100,000 people in the year. ^{b)}National statistical office's resident registration greeting in 2016 standardized age. ^{c)}Accidents based on the origin of the accident. Data from the Korea Disease Control and Prevention Agency [5].

injury and is divided into five stages: dead, vegetative state, severe disability, moderate disability, and good recovery. In a vegetative state, the patient does not regain consciousness, does not recognize the surrounding environment, opens his or her eyes independently, and has a sleep-wake cycle; however, the cerebral cortex does not function in terms of behavior. Severe disability is a condition in which a patient is unable to function independently. Moderate disability is a condition in which a patient can use public transportation, work in a limited environment, and maintain an independent personal life despite various remaining disabilities, such as intellectual and memory deficits, personality changes, dysphagia, hemiplegia, and ataxia. The fatality rate corresponds to death. The severe disability rate corresponds to severe disability and a vegetative state, and the disability rate corresponds to moderate disability, severe disability, and a vegetative state.

For a comparative analysis of 2021 data, data were compared with the data for the past six years from 2015.

Results

In 2021, 8,052 patients were identified with severe trauma; the incidence rate was 15.7 per 100,000 people (22.8 male with and 8.6 female per 100,000 people). Male with severe trauma accounted for more than 70% of all patients with severe trauma every year, and the rate for male with severe trauma was more than twice that for female with severe trauma, indicating a difference in the incidence rate by sex. By age, the incidence rate was the highest in those in their 60s, with a gradual increase from 16.4% in 2015 to 20.7% in 2021. In terms of the incidence rate by region, the number of patients with severe trauma was the highest in Jeonnam (32.1 per 100,000 people), followed by Jeonbuk and Chungbuk. The incidence rate was the lowest in Seoul at 8.5, followed by Daegu and Daejeon (Table 1). Differences in the incidence between regions need to be considered in terms of regional characteristics, such as road and traffic conditions.

In terms of injury mechanisms, transport accidents ranked first at 52.1%, accounting for more than 50% every year since the survey began in 2015. Falls and slips ranked second at

Table 2. The occurrence of severe trauma by injury mechanism^{a)} (2015–2021)

Category	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total	6,250 (100.0)	8,139 (100.0)	8,211 (100.0)	8,803 (100.0)	9,115 (100.0)	8,435 (100.0)	8,052 (100.0)
Traffic	3,681 (58.9)	4,848 (59.6)	5,011 (61.0)	5,107 (58.0)	5,004 (54.9)	4,509 (53.5)	4,193 (52.1)
Fall and slip	2,100 (33.6)	2,730 (33.5)	2,675 (32.6)	3,092 (35.1)	3,416 (37.5)	3,278 (38.9)	3,263 (40.5)
Blunt	254 (4.1)	310 (3.8)	281 (3.4)	315 (3.6)	365 (4.0)	341 (4.0)	344 (4.3)
Penetrating	96 (1.5)	130 (1.6)	123 (1.5)	161 (1.8)	172 (1.9)	189 (2.2)	148 (1.8)
Machine	119 (1.9)	121 (1.5)	121 (1.5)	128 (1.5)	158 (1.7)	118 (1.4)	104 (1.3)

Values are presented as number (%). Calculation based on the responses of 57,005 people who completed the medical record survey. Transportation accident: an accident involving machinery used to transport people or cargo; fall and slip: injury caused by hitting the ground, floor, or a lower surface; blunt injury: injury caused by collisions or impacts with people, stationary objects, moving objects, falling objects, or moving animals; penetrating injuries: injuries caused by piercing or stabbing forces, including scratches, tears, punctures, cuts, gunshot wounds, bites, insect stings, etc.; machine: damage caused by external forces related to machinery, including impact from explosions and damage resulting from contact with mechanical forces. ^{a)}Injury mechanism: the factor that caused the injury. Data from the Korea Disease Control and Prevention Agency [5].

40.5%. Although no change occurred in the rankings each year, transport accidents decreased, while falls and slips increased (Table 2). A change in the places where trauma originated was found according to changes in transport accidents. The highest number of severe trauma incidents occurred on roads and off-road traffic areas every year, but the number and rate of trauma incidents on roads and off-road traffic areas decreased.

The W-score, which indicates the number of predicted survivors, was 1.27 in 2020 and increased to 1.62 in 2021, confirming that treatment outcomes improved. This means that for every 100 patients, there were 1.27 additional survivors in 2020 and 1.62 additional survivors in 2021. By region, Jeonbuk and Jeju showed a good trend with a continuous increase in the number of predicted survivors (Table 3).

The fatality rate among patients with severe trauma decreased from 65.5% in 2015 to 56.6% in 2021. The rate of severe disability among survivors who needed help with basic activities of daily living or who were in a vegetative state upon

discharge decreased from 31.6% in 2015 to 26.0%. However, the rate of disability increased from 64.1% in 2015 to 67.2% (Figure 1) [5].

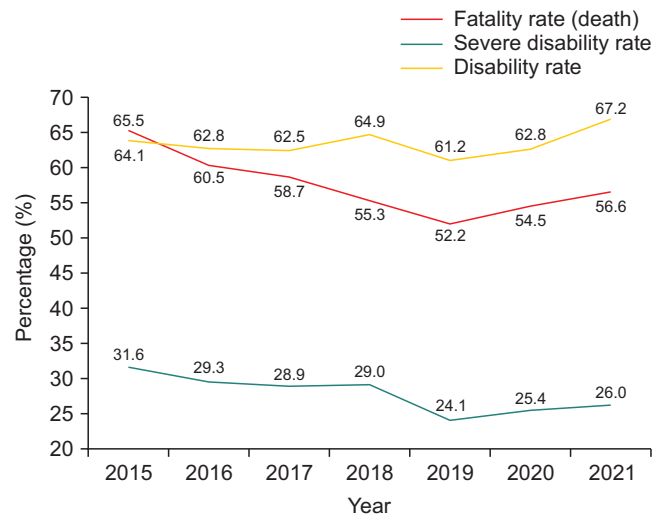


Figure 1. Fatality rate, severe disability rate, and disability rate (2015–2021)

Table 3. The trauma survival index (W-score)^{a)} (2015–2021)

Category	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total	-1.40	0.00	0.64	0.99	1.96	1.27	1.62
Male	-1.37	0.37	1.10	1.49	2.31	1.48	1.63
Female	-1.35	-0.96	-0.68	-0.37	0.95	0.59	1.68
0–9 yr	-1.31	-6.26	-8.56	-3.80	-6.64	1.74	-5.17
10–19 yr	-1.59	-0.37	-1.35	1.74	4.61	-0.53	1.87
20–29 yr	0.58	-0.42	0.95	3.30	3.87	2.83	2.40
30–39 yr	-0.67	2.63	0.21	1.97	0.45	0.53	1.91
40–49 yr	-2.64	2.02	-1.07	-2.66	0.41	1.95	1.58
50–59 yr	1.41	1.29	3.46	4.50	4.73	3.22	5.70
60–69 yr	1.42	3.13	4.36	3.93	5.19	3.83	5.22
70–79 yr	-3.33	-2.01	-0.81	-0.89	-0.81	-0.05	-1.26
≥80 yr	-10.74	-8.64	-6.18	-7.88	-3.98	-4.17	-6.37

Calculation based on the responses of 57,005 people who completed the medical record survey. W-score is standardized based on the 2016. ^{a)}W-score=(actual survivors-expected survivors)/(number of cases/100). Data from the Korea Disease Control and Prevention Agency [5].

Discussion

When systematically linking rapid emergency medical services and transport, treatment and rehabilitation, and prevention through cooperation between community-emergency-hospital stages, the occurrence of risk factors for severe injuries can be prevented and their prognosis can be improved.

According to the results of the Korea Trauma Data Bank operated by the National Medical Center, the proportion of male patients with trauma was 74.4% (more than twice the 25.6% of female patients with trauma). By age, the proportions of those in their 60s and 50s were 22.4% and 19.0%, respectively, which are considered similar [6]. However, because the Korea Trauma Data Bank produces data based on regional trauma centers that do not reflect the entire region, a limitation is producing data by region. In contrast, community-based severe trauma surveillance is an emergency medical services-based (community) survey that can identify the occurrence of severe trauma, prehospital activities by 119 emergency medical services, treatment at medical institutions, and treatment outcomes after transfer. It also produces final treatment outcomes, outcomes by region, and data by institution.

A study involving patients who died from trauma nationwide in 2019 indicated that the preventable mortality rate was 15.7%, which was 3–8 times higher than the preventable mortality rate of 2%–5% in the US and Europe. The preventable mortality rate refers to the percentage of patients who would have survived if they had been properly transported and treated. Accurately assessing the severity of patients with trauma in the prehospital stage and transporting them to a medical institution that can provide treatment are essential [7].

According to the “13th National Injury Fact Book,” among

47,786,043 patients who received medical treatment under the national health insurance program in 2021, 13,783,987 were confirmed to have injuries (ICD-10 code: S00-T79), accounting for 28.8% of all patients, and the medical expenses due to injuries amounted to KRW 5.3 trillion, the highest in the past 10 years [8,9]. Such injuries often require treatment for disabilities or rehabilitation, suggesting that they create a very large social and economic burden.

The incidence of severe trauma indicated in community-based severe trauma surveillance has been decreasing since 2019. However, more than 50% of patients with severe trauma die, and the rate of severe disability among these patients is 26.0%. Those with severe disabilities have difficulty living independently due to a vegetative state or disability, and thus have no choice but to live dependent lives. Therefore, even if they survive, management of the sequelae of severe trauma, including disability, is essential.

As for injury mechanisms, transport accidents (52.1%) and falls and slips (40.5%) accounted for more than 90% of injuries each year. Although transport accidents are decreasing, they still represent the leading cause of injuries. Regional differences in transport accidents require efforts by region to prevent them. Regarding yearly trends in injuries, the number of older patients with injuries is increasing. Since older patients with injuries can experience poor outcomes even if treated, the prevention of injuries is most important.

For severe injuries and multiple casualties, regional differences in the incidence, injury mechanism, and death or disability rates were found. Therefore, to identify factors by region and establish the prevention and management of injuries, identifying whether the community’s medical response systems are effectively connected and supplemented accordingly

are necessary. As community-based severe trauma surveillance system produces municipal/provincial statistics that can be compared across regions, the findings can be used as evidence for developing customized injury prevention policies.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: MJL, WCB. Data curation: MJL. Formal analysis: MJL, JEL. Supervision: JEL, WCB, EHJ. Writing – original draft: MJL. Writing – review & editing: MJL, JEL, WCB, EHJ.

References

1. World Health Organization (WHO). WHO mortality database: interactive platform visualizing mortality data [Internet]. WHO; 2024 [cited 2024 Oct 24]. Available from: <https://platform.who.int/mortality/themes/theme-details/MDB/injuries>
2. Statistics Korea. Annual report on the cause of death. Statistics Korea; 2024.
3. Lee SK. Understandings and key elements of trauma data bank system. *Korean J Neurotrauma* 2012;8:1-9.
4. Lee S, Kim J, Lee J, Bae W. A community-based study of severe trauma, death, and disability, from 2015 to 2020. *Public Health Wkly Rep* 2023;16:837-51.
5. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 2021 Community-based severe trauma surveillance [Internet]. KDCA; 2024 [cited [cited 2024 Sep 8]. Available from: https://www.kdca.go.kr/injury/biz/injury/recs-room/statsSmMain.do;jsessionid=x258_uzVcmwk2tfpZK-fjFBpy6LzwCjLdUaHLaXOq.injury10
6. Ministry of Health and Welfare. 2021 Korean Trauma Data Bank (KTDB) annual statistics (number 4). National Emergency Medical Center; 2022.
7. Kim M. Preventable trauma mortality 8x more than developed countries, “Need Government Support” [Internet]. *Medical Today*; 2022 [cited 2024 Aug 29]. Available from: <https://mdtoday.co.kr/news/view/1065585580152654>
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The 13th national injury fact book. KDCA; 2023.
9. National Health Insurance Service (NHIS), Health Insurance Review and Assessment Service. 2021 national health insurance statistical yearbook. NHIS; 2022.



옴스크출혈열 및 키야사나삼림병의 실험실 진단검사법

심규리 , 이승훈 , 이화중 , 정윤석*

질병관리청 진단분석국 고위험병원체분석과

초 록

옴스크출혈열 바이러스(Omsk hemorrhagic fever virus)와 키야사나삼림병 바이러스(Kyasanur Forest disease virus)는 올소플라비 바이러스(*Orthoflavivirus*)에 속하는 바이러스로, 진드기에 의해 전파되고 감염된다. 일부 나라와 지역에 풍토병으로 발생하던 옴스크 출혈열과 키야사나삼림병이 최근 기후변화와 인구 이동의 증가로 새로운 지역으로 확산할 가능성이 증가하고 있다. 혈청학적 검사법과 실시간 역전사 증합효소연쇄반응(real-time reverse transcription-polymerase chain reaction)의 발전에도 불구하고 여전히 다른 진드기 매개 플라비바이러스(tick-borne flavivirus) 감염증과 구별하는 데 어려움이 있고, 다양한 기후 환경과 의료자원 등이 제한적인 환경에서도 정확하고 신속한 현장진단법이 필요한 상황이다. 본문에서는 새로운 지역으로 바이러스의 확산을 막기 위한 옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스 진단검사법의 현황을 알아보려고 하였다.

주요 검색어: 옴스크출혈열 바이러스; 키야사나삼림병 바이러스; 뇌염 바이러스; 실험실 진단

서 론

옴스크출혈열 바이러스(Omsk hemorrhagic fever virus)와 키야사나삼림병 바이러스(Kyasanur Forest disease virus)는 올소플라비바이러스(*Orthoflavivirus*, 2023년 이전에는 플라비 바이러스[*Flavivirus*]로 명명)에 속한다[1]. 두 바이러스 모두 진드기를 매개로 하는 플라비바이러스(tick-borne flavivirus)에 해당하며 출혈성 증상 및 신경학적 증상을 유발하는 질병을 초래할 수 있다[2]. 옴스크출혈열 바이러스는 1945-1947년 러시아 옴스크 지방의 출혈열 환자에게서 처음 분리되었

으며, 키야사나삼림병 바이러스는 1957년 인도 키야사나 지방 삼림 지역의 병든 원숭이에서 처음 분리되었다[3-5]. 옴스크출혈열 바이러스는 *Dermacentor reticulatus*, *Dermacentor marginatus*, *Ixodes persulcatus* 등의 진드기류를 통해, 키야사나삼림병 바이러스는 *Haemaphysalis* spp.에 속하는 진드기류를 통해 주로 전파되며, 숙주 진드기류에 의해 감염된 설치류와 유행 지역에서의 활동을 통해 인간에게 감염된다[6-10]. 옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스는 감염 시 유사한 초기증상(발열, 오한, 근육통 등)을 보이며 심한 경우 눈, 코, 직장 등의 출혈과 신경학적 합병증을 일으킬 수 있

Received September 30, 2024 Revised October 18, 2024 Accepted October 21, 2024

*Corresponding author: 정윤석, Tel: +82-43-719-8270, E-mail: rollstone93@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?

옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스는 옴소 플라비바이러스 속에 속하며 진드기를 매개로 감염되며, 심각한 출혈열 및 신경학적 질환을 유발한다.

② 새로이 알게 된 내용은?

최근 연구에 따르면, 중합효소연쇄반응을 기반으로 한 다양한 분자진단검사법의 개발로 진드기매개 플라비바이러스들을 효과적으로 구별할 수 있다는 사실이 밝혀졌다. 또한, 진단 시점에 따라 바이러스혈증이 짧게 지속되기 때문에 신속하고 시기적절한 진단이 중요하다.

③ 시사점은?

기후변화와 인구의 이동 증가로 인해 옴스크출혈열과 키야사나삼림병은 풍토병 지역을 벗어나 다른 지역에 확산 위험이 커지고 있다. 따라서 감염병의 확산을 막을 수 있는 정확하고 현장에 적합한 진단검사법의 개발과 초기 진단이 중요하다.

다[6-13]. 그러나 두 질병 모두 아직 백신이 없고 예방이 어려워 정확한 진단검사가 필수적이다[6-8]. 특히 옴스크출혈열(Omsk hemorrhagic fever)은 잘못된 진단이나 경증사례 보고 누락 등의 이유로 정확한 감염자 수가 파악되지 않고 있으며[6], 옴스크출혈열과 키야사나삼림병(Kyasanur Forest disease) 모두 최근 풍토병 지역을 벗어나 새로운 지역으로 확장되고 있어 사회에 위협이 되고 있다[14,15]. 미래에 대한민국으로 유입될 가능성이 있는 옴스크출혈열과 키야사나삼림병을 신속하게 진단하고, 풍토병의 확산을 막기 위해서는 정확하고 현장에 적합한 진단검사법의 개발과 구축이 필요하다. 최근 현장진단의 발전으로 풍토병이 발생한 지역에서 출혈열 진단이 가능하게 되었지만, 자본 투자, 고도의 훈련 인력 및 국외의 기술 필요 등의 한계가 여전히 존재한다[16]. 이에 본 리뷰에서는 옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스의 진단을 위한 실험실 진단검사법과 앞으로의 개발 방향을

알아보고자 한다.

본 론

옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스를 비롯한 진드기매개 플라비바이러스는 초기에는 비특이적인 임상증상을 보이기 때문에 정확한 진단을 위해서는 실험실 진단검사가 수행되어야 한다[17]. 진단검사법에는 바이러스 배양을 통한 병원체 검출, 혈청 내 항체의 검출, 바이러스 RNA 검출 등의 방법이 있으며, 효소면역측정법(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)과 혈구응집억제(hemagglutination inhibition assay, HI), 보체결합반응(complement fixation, CF) 및 중화항체(neutralizing antibody, NT) 검사 등이 혈청학적 방법으로 사용된다(표 1) [2,6,17,18]. 감염 초기에는 혈액에서 바이러스 RNA를 검출하는 것이 가장 효과적이거나 시간이 경과하면서 바이러스혈증은 감소하므로, 후기 단계에서는 혈청을 이용한 항체검사가 권장된다[2]. 특히 신경계 합병증이 의심되는 경우 뇌척수액을 이용한 검사가 중요하며 이때 바이러스 RNA 검출보다는 항체(특히 immunoglobulin M, IgM)를 검출하는 것이 더 효과적이다[2].

1. 바이러스 분리 및 배양법

바이러스 분리 및 배양법은 바이러스 진단을 위한 표준 검사법(gold standard)으로 여겨졌으나 최근 중합효소연쇄반응(polymerase chain reaction, PCR) 등의 진단검사법의 개발로 빠르게 대체되고 있다[16]. 또한, 생물안전등급 3등급 또는 4등급의 특수 실험실 시설이 필요하며 바이러스를 전자현미경으로 관찰하기 위한 숙련된 실험자가 필요하고, 관찰에 수일 혹은 수 주가 소요되는 등의 이유로 현재는 진단을 위한 초기 검사방법으로 사용하지 않는다[6,14,16,19].

표 1. 옴스크출혈열 바이러스 및 키아사나삼림병 진단검사법의 장단점

진단방법 및 특징	장점	단점
바이러스 분리 및 배양법 바이러스 분리 및 배양법: 바이러스 배양을 통해 병원체를 분리	감염된 바이러스를 직접 검출할 수 있음	시간이 많이 소요됨 고도의 실험시설과 전문인력이 필요함 초기 빠른 진단에 적합하지 않음
혈청학적 방법 효소면역측정법(ELISA): 항체의 양을 측정하여 감염 여부를 확인 혈구응집억제검사법(HI): 환자의 혈청 내에서 항체를 검출하여 병원체 감염 확인 보체결합반응(CF): 항원-항체 결합 시 보체가 결합하는 점을 이용한 항체 검출 방법	대량의 검체를 신속하게 처리 가능 자동화 가능 항체의 증가를 통해 감염상태를 장기간 추적 가능 간단한 원리로 감염 여부 확인 가능	교차반응으로 인해 플라비바이러스 간 정확한 구별이 어려움 교차반응으로 인해 플라비바이러스 간 정확한 구별이 어려움 민감도가 낮음 고령의 환자 등에서 진단 정확도가 낮을 수 있음 교차반응으로 인해 플라비바이러스 간 정확한 구별이 어려움
중화항체검사법(NT): 환자의 혈청이 바이러스 배양을 억제하는지 확인	발병 초기부터 수년간 감염상태 추적 가능	교차반응으로 인해 플라비바이러스 간 정확한 구별이 어려움
분자진단법 역전사증합효소연쇄반응(RT-PCR): 바이러스 핵산(RNA)을 검출 등온증폭검사법(RT-PSR): 현장에서 신속하게 바이러스를 검출할 수 있음	감염 초기단계에서 신속하고 정확한 진단이 가능 적은 바이러스의 양도 검출 가능 신속하고 간편한 진단 가능 현장진단에 적합	복잡한 절차와 전문장비 필요 진구기 이후 검출률이 낮음 실험실에서 사용하는 다른 분자진단법보다 민감도가 낮을 수 있음

ELISA=enzyme-linked immunosorbent assay; HI=hemagglutination inhibition assay; CF=complement fixation; NT=neutralizing antibody; RT-PCR=reverse transcription-polymerase chain reaction; RT-PSR=reverse transcription-polymerase spiral reaction.

2. 혈청학적 방법

혈청학적 방법은 일반적으로 사용되는 진단검사법이다[3-6]. 검체는 발병 이후 환자의 혈청 및 뇌척수액을 사용한다[2,16].

ELISA는 발병 첫 주부터 2-3주 후까지의 의심환자의 혈청 검체에서 항체의 역가를 측정할 때 가장 효과적인 방법이다[19]. 증상 발생 후 1주일 이내인 급성기의 혈청 또는 뇌척수액에서 IgM이 검출되거나, 2-3주 후 IgG의 역가가 4배 이상 증가하면 양성으로 판정된다[16,19]. 한 번에 많은 검체를 검사할 수 있고 자동화가 가능하며 객관적으로 음양성 결과를 판단할 수 있다는 장점이 있다[2,6].

혈구응집억제검사법은 전체 항체의 종류를 검출한다[6]. 항체의 역가는 발병 이후 첫 주 이내에 급격히 증가하여 장기간 지속되며, 급성기 이후 4배 이상의 역가 변화와 2차 항체

반응을 관찰한다[2,6,20].

보체결합반응은 항체가 항원과 결합할 때 보체(complement)가 항원-항체 복합체에 비특이적으로 결합하는 점을 이용하여 환자의 혈청에서 감염으로 형성된 항체를 검출한다[2,6,20]. 다른 항체검사법에 비해 상대적으로 민감도가 낮으므로 다른 검사법과 병행하여야 하고, 일부 혹은 고령의 환자가 항체를 형성하지 않거나 항체 형성이 지연되는 경우가 있어 진단이 어려운 경우가 있다[2,6].

중화항체검사법은 환자의 혈청이 세포 단일층에서 바이러스의 배양을 억제하는지 확인한다[2,20]. 중화항체는 발병 후 첫 주부터 수년 혹은 평생 동안 검출되기 때문에 사후 및 추적 검사에 활용할 수 있다[2,6].

혈청학적인 진단은 진드기매개 플라비바이러스 간에 유사한 혈청복합체를 형성하기 때문에 혈청학적인 방법으로는 중

특이적인 항체를 구별하지 못해 원인 바이러스를 정확히 진단하지 못하는 한계가 있다[2,3,6]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근 진드기매개 플라비바이러스에서 매우 보존되어 있으나 서열 유사성이 낮은 비구조단백질(non-structural protein, NS1)을 이용하여 옴스크출혈열 바이러스와 진드기매개 뇌염 바이러스 간의 교차반응을 크게 줄인 ELISA 진단검사법이 발표되는 등 다른 플라비바이러스와의 교차반응을 줄이기 위한 연구가 진행되고 있다[21,22].

3. 분자적 방법(바이러스 핵산 검출)

바이러스 RNA 검출법에는 역전사 중합효소연쇄반응(reverse transcription-polymerase chain reaction, RT-PCR)을 이용해 혈액과 뇌척수액에서 바이러스 유전자 RNA를 증폭하여 원인 병원체를 확인하는 방법이 있다[2]. RT-PCR을 이용한 진단은 다양한 프라이머를 이용해 진드기매개 플라비바이러스 내에서 원인 바이러스를 구별하는 것이 가능하지만, 옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스의 경우에는 감염 후 시간의 경과에 따라 제약이 따른다[2,6,17,18]. 옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스는 증상 발생 전 또는 전구기(prodromal phase)에 매우 짧은 기간 동안 바이러스가 혈류로 침투하여 전신으로 퍼지는 바이러스혈증(viremia)이 나타난다[2,6,17,18]. 이 때문에 환자가 출혈열 증상이나 중추신경계 질환을 보이고 체내에서 체액성 면역반응(humoral immune response)이 시작된 이후에는 혈액에서 바이러스가 검출되지 않는다[2,6,17,18]. 일부 플라비바이러스에서 신경계 합병증이 동반되는 경우 바이러스혈증 이후에도 뇌척수액에서 PCR로 바이러스를 검출한 사례가 있으나, 검체 채취 시기나 체내 바이러스 농도, 질병 단계 등에 따라 검출률의 변동이 크며 옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스의 검출은 아직 보고되지 않았다[23]. 현재로서는 RT-PCR을 이용해 옴스크출혈열 바이러스 또는 키야사나삼림병 바이러스를 검출하는 방법은 진드기나 숙주동물에 바이러스

가 존재하는지 확인하기 위한 선별검사 혹은 사후 검체 조사(死後 檢體 調査, investigation of post-mortem samples)에 더 적합하다고 여겨진다[6,19]. 하지만 RT-PCR 혹은 실시간 역전사 중합효소연쇄반응(real-time RT-PCR)을 이용한 검사법은 진드기매개뇌염 바이러스(tick-borne encephalitis virus), 란갯 바이러스(Langkat virus), 일본뇌염 바이러스(Japanese encephalitis virus) 등 50종 이상의 옴소플라비바이러스 간 구별이 가능하고 교차반응도 보이지 않는 장점이 있기 때문에 지속적인 분자진단검사법 개발이 진행되고 있다[17-19]. 최근 연구에서는 검체 내 적은 양의 바이러스를 검출하기 위해 이중 역전사 중합효소연쇄반응(nested RT-PCR)과 real-time RT-PCR을 거치는 2단계 real-time RT-PCR을 이용하기도 하며, 현장에서 신속하고 간편하게 바이러스를 확인할 수 있는 등온검사법(isothermal assay)인 역전사 중합효소 나선 반응(reverse transcription-polymerase spiral reaction, RT-PSR)을 이용한 방법 등 새로운 검사법이 발표되고 있다[14,18]. 따라서 PCR을 기반으로 한 분자진단검사법으로 옴스크출혈열 바이러스 혹은 키야사나삼림병 바이러스를 검출하기 위해서는 역학적, 증상적으로 바이러스의 감염이 의심되는 경우에 증상이 시작되기 전이라도 신속하고 적절한 시기에 진단이 이루어져야 하며, 적은 양의 바이러스도 같은 속 내의 바이러스와 구별되어 민감하게 검출할 수 있는 검사법의 개발이 필요하다[2,6,15,18].

논 의

옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스는 감염 시 발열, 오한, 두통 등 유사한 초기 증상을 보이며, 증상이 매우 심각하거나 치명적일 수 있고 예방 및 치료가 어려운 질병을 일으키는 병원체로 분류되어 국내에서도 생물안전수준 제4위험군으로 분류해 관리하고 있다. 두 바이러스 모두 아직 사람 간 전파는 보고되지 않았으나 발생 지역에서는 이

미 풍토병으로 자리 잡았고, 환경의 변화, 야생동물의 이동, 사람들의 이동 등의 이유로 발병 지역이 점차 확장되고 있다 [9,15,24]. 옴스크출혈열 바이러스는 풍토병 지역인 러시아를 넘어 카자흐스탄까지 확산이 보고되고 있으며, 키야사나삼림병 바이러스의 경우 원래 인도 카르나타카 주에서 주로 발생했으나 인근 주로의 확산이 진행되고 있고 인도 국경 인근의 중국에서도 바이러스가 보고되었다 [9,13,15]. 특히 최근 기후 변화와 환경개발로 인해 병원체를 가지고 있는 숙주(동물, 곤충)의 서식지가 파괴됨에 따라 사람과 숙주 간 접촉 빈도가 증가할 가능성이 커지고, 세계적인 인구 이동이 증가함에 따라 새로운 감염병의 국내 출현 가능성이 높아지고 있다 [24,25]. 현재 국내에 옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스를 특정하여 진단할 수 있는 검사법은 도입되어 있지 않다. 두 바이러스 모두 러시아, 인도 등 특정 지역에서 발생하는 바이러스이며 아직 국내에서는 바이러스가 보고되지는 않았으나, 옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스의 숙주인 진드기류(*Ixodes* spp. 및 *Haemaphysalis* spp.)가 서식하고 있기 때문에 진단검사법의 구축과 함께 진드기를 매개로 한 바이러스의 유입 가능성을 모니터링할 필요가 있다 [26].

옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스 모두 항바이러스 치료제가 없으며 대증적 치료가 이뤄진다 [6,8]. 진드기매개뇌염 바이러스 백신으로 감염 예방이 가능하나, 항원 유사성으로 인한 항체 교차반응을 이용한 것으로 공식적으로 사용하는 방법은 아니며, 효과를 입증하는 데이터도 충분하지 않다 [3,8,12,19]. 현재 옴스크출혈열 바이러스의 진단에는 혈청학적 방법이, 키야사나삼림병 바이러스의 진단에는 real-time RT-PCR이 표준 검사법으로 여겨진다 [6,11]. 옴스크출혈열 바이러스와 키야사나삼림병 바이러스를 진단하는데 있어 가장 큰 과제는 뇌염과 출혈열 증상을 보이는 다른 진드기매개 플라비바이러스와 구별하여 진단하는 것이다 [27]. 대개 혈청학적인 진단방법은 진드기매개 플라비바이러스 감

염증과 항체 간 상동성이 높아 원인 바이러스를 특정하기에 적합하지 않다고 여겨지며, PCR을 기반으로 한 분자진단검사법은 혈액에서 바이러스 검출이 가능한 전구기에 효과적으로 진단검사가 가능하다는 한계가 있다 [2,3,6,18]. 다만, 전구기 이후에 신경계 합병증이 동반될 경우 뇌척수액에서 바이러스 RNA가 검출될 수 있으나, 이 경우에도 검출률이 낮다 [2,3,6]. 전구기 이후에는 일반적으로 항체 검출이 보다 효과적인 검사법으로 여겨진다 [2]. 따라서 같은 속 내의 바이러스를 구별할 수 있는 보다 정확한 검사법이 개발되어야 하고 감염이 의심되면 신속한 진단이 진행되어야 감염병을 초기에 발견하여 확산을 막을 수 있다. 이와 더불어 다양한 온도 및 습도의 환경과 의료자원 등이 제한적인 지역에서도 높은 민감도와 정확도를 보일 수 있는 현장진단법이 개발된다면, 풍토병 및 비풍토병 지역에서도 바이러스의 신속하고 효과적인 진단에 도움이 될 것이며, 새로운 지역으로 확산을 막을 수 있을 것이다 [16].

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: GRS, SHL, HJY. Data curation: GRS. Formal analysis: GRS, SHL, HJY. Resources: SHL, HJY. Supervision: YSC. Writing – original draft: GRS, SHL. Writing – review & editing: SHL, HJY, YSC.

References

1. Current ICTV taxonomy release [Internet]. ICTV; 2023

- [cited 2024 Aug 5]. Available from: <https://ictv.global/taxonomy>
2. Lasala PR, Holbrook M. Tick-borne flaviviruses. *Clin Lab Med* 2010;30:221-35.
 3. Charrel RN, Attoui H, Butenko AM, Clegg JC, Deubel V, Frolova TV, et al. Tick-borne virus diseases of human interest in Europe. *Clin Microbiol Infect* 2004;10:1040-55.
 4. Chumakov MP. Results of a study made of Omsk hemorrhagic fever (OL) by an expedition of the Institute of Neurology. *Vestnik Acad Med Nauk SSSR* 1948;2:19-26.
 5. WORK TH, RODERIGUEZ FR, BHATT PN. Virological epidemiology of the 1958 epidemic of Kyasanur Forest disease. *Am J Public Health Nations Health* 1959;49:869-74.
 6. Růžek D, Holbrook MR, Yakimenko VV, Karan LS, Tkachev SE. Omsk hemorrhagic fever virus. In: Liu D editor. *Manual of security sensitive microbes and toxins*. CRC Press; 2014. p. 193-200.
 7. Centers for Disease Control and Prevention (U.S.) (CDC). Omsk hemorrhagic fever fact sheet [Internet]. CDC; 2006 [cited 2024 Aug 5]. Available from: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/25382>
 8. Holbrook MR. Kyasanur Forest disease. *Antiviral Res* 2012;96:353-62.
 9. Murhekar MV, Kasabi GS, Mehendale SM, Mourya DT, Yadav PD, Tandale BV. On the transmission pattern of Kyasanur Forest disease (KFD) in India. *Infect Dis Poverty* 2015;4:37.
 10. Dobler G. Zoonotic tick-borne flaviviruses. *Vet Microbiol* 2010;140:221-8.
 11. Gladson V, Moosan H, Mathew S, P D. Clinical and laboratory diagnostic features of Kyasanur Forest disease: a study from Wayanad, South India. *Cureus* 2021;13:e20194.
 12. Lani R, Moghaddam E, Haghani A, Chang LY, AbuBakar S, Zandi K. Tick-borne viruses: a review from the perspective of therapeutic approaches. *Ticks Tick Borne Dis*. 2014;5:457-65.
 13. Pattnaik P. Kyasanur Forest disease: an epidemiological view in India. *Rev Med Virol* 2006;16:151-65.
 14. Yadav P, Dhankher S, Sharma S. Simplified visual detection of Kyasanur Forest disease virus employing reverse transcriptase-polymerase spiral reaction (RT-PSR). *Virus Res* 2023;335:199180.
 15. Wagner E, Shin A, Tukhanova N, Turebekov N, Nurmakhanov T, Sutyagin V, et al. First indications of Omsk haemorrhagic fever virus beyond Russia. *Viruses* 2022;14:754.
 16. Racsá LD, Kraft CS, Olinger GG, Hensley LE. Viral hemorrhagic fever diagnostics. *Clin Infect Dis* 2016;62:214-9.
 17. Saksida A, Duh D, Lotric-Furlan S, Strle F, Petrovec M, Avsic-Zupanc T. The importance of tick-borne encephalitis virus RNA detection for early differential diagnosis of tick-borne encephalitis. *J Clin Virol* 2005;33:331-5.
 18. Mourya DT, Yadav PD, Mehla R, Barde PV, Yergolkar PN, Kumar SR, et al. Diagnosis of Kyasanur Forest disease by nested RT-PCR, real-time RT-PCR and IgM capture ELISA. *J Virol Methods* 2012;186:49-54.
 19. Růžek D, Yakimenko VV, Karan LS, Tkachev SE. Omsk haemorrhagic fever. *Lancet* 2010;376:2104-13.
 20. Phipps LP, Johnson N. Tick-borne encephalitis virus. *J Med Microbiol* 2022;71:001492.
 21. Kravchuk BI, Khlusevich YA, Chicherina GS, Yakimenko VV, Krasnova EI, Tikunova NN, et al. Cross-reactive antibodies to the NS1 protein of Omsk hemorrhagic fever virus are absent in the sera of patients with tick-borne encephalitis. *Viruses* 2024;16:1032.
 22. Vilibic-Cavlek T, Ferenc T, Vujica Ferenc M, Bogdanic M, Potocnik-Hunjadi T, Sabadi D, et al. Cross-reactive antibodies in tick-borne encephalitis: case report and literature review. *Antibodies (Basel)* 2022;11:72.
 23. Estofolete CF, Milhim BHGA, Zini N, Scamardi SN, Selvante JD, Vasilakis N, et al. Flavivirus infection associated with cerebrovascular events. *Viruses* 2020;12:671.
 24. Jo HJ, Lee HI, Lee SW. Trends in emerging infectious diseases according to major environmental changes. *Public Health Wkly Rep* 2017;10:1024-8.
 25. Shin NR, Baek S, Yoo H, Shin I. Global trends in preparation for future infectious diseases. *Public Health Wkly Rep* 2019;12:120-6.
 26. Song BG, Lee WG, Ju YR. Geographical distribution of Ixodid ticks in the Republic of Korea, 2015. *Public Health Wkly Rep* 2017;10:239-45.
 27. Sung HS. Diagnosis of viral infections. In: 2012 Inter-science Conference of Infection and Chemotherapy; 2012 Nov 1-2; Jeju. *Symposium*1:40-42.

Laboratory Diagnosis of Omsk Hemorrhagic Fever Virus and Kyasanur Forest Disease Virus

Gyuri Sim , Seung Hun Lee , Hwajung Yi , Yoon-Seok Chung* 

Division of High-risk Pathogens, Department of Laboratory Diagnosis and analysis, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

The Omsk hemorrhagic fever virus and Kyasanur Forest disease virus, which belong to the genus *Orthoflavivirus* in the family *Flaviviridae*, are tick-borne viruses. These viruses, which were previously endemic to certain countries and regions, are now at increasing risk of spreading to new areas owing to global climate change and increased human mobility. Despite advances in real-time reverse transcription-polymerase chain reaction and serological assays, there are challenges in distinguishing these viruses from other tick-borne flavivirus infections. There is still a need for accurate and rapid point-of-care diagnostics, especially in diverse climatic conditions and medical-resource-limited settings. In this study, we described the diagnostic methods used to prevent the spread of these viruses to new regions.

Key words: Omsk hemorrhagic fever virus; Kyasanur Forest disease virus; Encephalitis viruses; Clinical laboratory techniques

*Corresponding author: Yoon-Seok Chung, Tel: +82-43-719-8270, E-mail: rollstone93@korea.kr

Introduction

The Omsk hemorrhagic fever virus (OHFV) and Kyasanur Forest disease virus (KFDV) belong to the genus *Orthoflavivirus* (formerly named *Flavivirus* before 2023) [1]. Both viruses are tick-borne flaviviruses that can cause various illnesses, including those that manifest as hemorrhagic and neurological symptoms [2]. OHFV was initially identified in patients presenting with hemorrhagic fever in Omsk province, Russia, between 1945 and 1947, while the KFDV was initially isolated in 1957 from infected monkeys in the Kyasanur Forest area of India [3-5]. OHFV is primarily transmitted by ticks,

including *Dermacentor reticulatus*, *Dermacentor marginatus*, and *Ixodes persulcatus*. Meanwhile, KFDV is primarily transmitted by ticks such as *Haemaphysalis* spp. with human infection occurring through exposure to infected rodents or direct contact in endemic areas [6-10]. Infection with these viruses initially manifests as fever, chills, and muscle pain, which can progress to severe hemorrhagic symptoms (e.g., bleeding from the eyes, nose, and rectum) and neurological complications [6-13]. However, neither disease has an available vaccine, making prevention challenging and requiring accurate diagnostic testing [6-8]. In particular, the incidence of Omsk hemorrhagic fever cases remains underestimated due to misdiagnosis and

Key messages

① What was previously known?

Omsk hemorrhagic fever virus (OHFV) and Kyasanur Forest disease virus (KFDV) belong to the genus *Orthoflavivirus* and are tick-borne viruses. They can cause severe hemorrhagic fever and neurological disorders.

② What new information is presented?

Recent studies have demonstrated that advanced molecular diagnostic methods, such as nested reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR) and real-time RT-PCR, can effectively distinguish these viruses. The short duration of viremia highlights the importance of a timely and rapid diagnosis.

③ What are the implications of the findings?

The risk of OHFV and KFDV spreading beyond endemic areas to new regions is heightened by global climate change and increased human mobility. Developing accurate and field-adaptable point-of-care diagnostic tools and ensuring early detection are crucial to prevent the spread of these infectious diseases.

underreporting of mild cases [6]. Both Omsk hemorrhagic fever and Kyasanur Forest disease have recently spread beyond their endemic regions, posing a significant public health concern [14,15]. Developing and implementing accurate field-adaptable diagnostic tests is essential for the rapid diagnosis of Omsk hemorrhagic fever and Kyasanur Forest disease, particularly considering the potential for their introduction into the Republic of Korea (ROK). Effective diagnostics are vital for preventing the transmission of these endemic diseases. Recent advancements in point-of-care diagnostics have enabled the diagnosis of hemorrhagic fever in endemic regions. However, several limitations still persist, including the requirement for substantial capital investment, the availability of highly trained

personnel, and the reliance on foreign technology [16]. This review aimed to provide an overview of laboratory diagnostic tests for the diagnosis of OHFV and KFDV infections and outline the potential directions for future development.

Results

Tick-borne flaviviruses, such as OHFV and KFDV, initially present with nonspecific clinical symptom, necessitating laboratory diagnostics for accurate diagnosis [17]. Diagnostic methods include viral culture for detection of pathogens, detection of antibodies in serum, and detection of viral RNA, and serological techniques include enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), hemagglutination inhibition (HI) assay, complement fixation (CF), and neutralizing antibody (NT) tests (Table 1) [2, 6, 17, 18]. During the early stages of infection, the detection of viral RNA in the blood is most effective; however, as viremia decreases over time, antibody testing in serum is recommended in the later stages of infection [2]. Notably, testing for antibodies in cerebrospinal fluid (CSF) is crucial when neurological complications are suspected, particularly immunoglobulin M (IgM), which is more effective than detection of viral RNA [2].

1. Virus Isolation and Culture Methods

Although virus isolation and culture have traditionally been regarded as the gold standard for viral diagnosis, their application is declining due to advancements in diagnostic methods, particularly polymerase chain reaction (PCR) techniques [16]. Furthermore, these methods required specialized laboratory facilities with biosafety level 3 or 4 (BSL-3 or 4) and skilled personnel to observe the virus under an electron microscope,

Table 1. Advantages and disadvantages of diagnostic methods of Omsk hemorrhagic fever virus and Kyasanur Forest disease virus

Diagnostic methods and characteristics	Advantages	Disadvantages
Virus isolation and culture		
Virus isolation and culture: pathogen isolation through virus culture	Direct detection of the infectious virus	Time-consuming Requires advanced lab facilities and specialized personnel Not suitable for rapid early diagnosis
Serological methods		
Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA): measures the amount of antibodies to confirm infection	Can handle a large number of samples quickly Automation possible	Difficult to distinguish between flaviviruses due to cross-reactivity
Hemagglutination inhibition assay (HI): detects antibodies in the patient's serum to confirm pathogen infection	Can track infection status for an extended period through antibody increase	Difficult to distinguish between flaviviruses due to cross-reactivity
Complement fixation test (CF): detects antibodies based on the binding of complement to antigen-antibody complexes	Simple principle to confirm infection	Low sensitivity Diagnostic accuracy may be reduced in elderly patients etc. Difficult to distinguish between flaviviruses due to cross-reactivity
Neutralizing antibody test (NT): confirms if the patient's serum inhibits virus cultivation	Can track infection status from the early stages to several years after infection	Difficult to distinguish between flaviviruses due to cross-reactivity
Molecular diagnostic methods		
Reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR): detects viral nucleic acid (RNA)	Rapid and accurate diagnosis in early infection stages Can detect small amounts of the virus	Complex procedure requiring specialized equipment Low detection rate after the prodromal phase
Isothermal amplification method (RT-PSR): quickly detects the virus at the point of care	Quick and simple diagnosis Suitable for point-of-care diagnostics	Lower sensitivity compared to other molecular diagnostics used in laboratories

RT-PSR=reverse transcription-polymerase spiral reaction.

a process that can take days or weeks [6,14,16,19]. Therefore, they are no longer recommended as initial diagnostic tests [16].

2. Serological Methods

Serological methods are commonly used diagnostic tests [3-6]. Specimens typically include serum and CSF from patients who have developed symptoms [2,16].

ELISA is particularly effective for measuring antibody titers in serum from suspected patients and is applicable from the

first week of illness up to two to three weeks after the onset of symptoms [19]. A positive test result is indicated by the presence of IgM in the serum or CSF during the acute phase, typically within one week of symptom onset, or a more than four-fold increase in IgG titer levels after two to three weeks [16,19]. This method facilitates the simultaneous testing of numerous specimens, offers automation capabilities, and provides an objective assessment of both negative and positive results [2,6].

The HI test can detect all classes of antibodies [6]. Antibody

titers demonstrate a rapid increase during the initial week following symptom onset and remain persistently elevated over time. After the acute phase, a notable shift in antibody titer levels is observed, along with the emergence of secondary antibody responses [2,6,20].

The CF test is a diagnostic tool that detects antibodies in the serum through the nonspecific binding of complement to the antigen-antibody complex when antibodies bind to the antigen [2,6,20]. However, the CF test is relatively insensitive compared with other antibody tests, necessitating the combination with other diagnostic methods. Diagnosis can also be challenging due to the potential lack of antibody development or delayed formation in certain patients, particularly among older adults [2,6].

The NT test is used to ascertain whether a patient's serum can inhibit viral growth in a cell monolayer [2,20]. The presence of neutralizing antibodies can be detected in the initial stages of infection and may persist for years or even a lifetime, making them a valuable source for postmortem or follow-up testing [2,6].

As tick-borne flaviviruses form similar serocomplexes, serological diagnosis is limited by the inability of serological methods to distinguish among species-specific antibodies, hindering the accurate identification of the causative virus [2,3,6]. Ongoing studies are focused on addressing these challenges, including the development of an ELISA diagnostic test that uses a non-structural protein (NS1) [21,22]. This protein is highly conserved in tick-borne flaviviruses and has low sequence similarity, significantly reducing cross-reactivity between OHFV and tick-borne encephalitis virus (TBEV) [21,22].

3. Molecular Methods (Detection of Viral Nucleic Acids)

Viral RNA detection involves the amplification of viral RNA from blood and CSF through reverse transcription-PCR (RT-PCR), enabling the identification of the causative pathogen [2]. Diagnostics employing RT-PCR can differentiate the causative viruses within the tick-borne flavivirus family using various primers [2,6,17,18]. However, the accurate identification of OHFV and KFDV is limited by the time elapsed since the initial infection [2,6,17,18]. Viremia—the presence of the virus in the bloodstream—occurs prior to symptom onset or during the prodromal phase and only lasts for a very short period [2,6,17,18]. Consequently, the virus is often undetectable in the bloodstream until after the patient has developed hemorrhagic fever or central nervous system disease and the body has initiated a humoral immune response [2,6,17,18]. Although PCR has been used to detect flaviviruses in CSF in cases involving viremia and subsequent neurologic complications, the detection rate varies significantly depending on specimen collection timing, viral load in the body, and disease stage [23]. Furthermore, no OHFV or KFDV infection has been detected using this method [23]. Currently, RT-PCR is regarded as the optimal methodology for screening or investigating postmortem samples to detect OHFV or KFDV in ticks or host animals [6,19]. However, molecular diagnostic tests using RT-PCR or real-time RT-PCR can differentiate among more than 50 species of the genus *Orthoflavivirus*, including TBEV, Langat virus, and Japanese encephalitis virus [17-19]. Additionally, these tests do not show cross-reactivity, which encourages the ongoing development of molecular diagnostic tests [17-19]. Recent studies have introduced methods for detecting low viral quantities in specimens, including two-step real-time RT-PCR

with nested RT-PCR, real-time reverse transcription, and RT-polymerase spiral reaction (RT-PSR), an isothermal assay suitable for rapid identification of viruses in the field [14,18]. Consequently, detecting OHFV or KFDV using PCR-based molecular diagnostic tests requires prompt diagnosis of epidemiologically and symptomatically suspected viral infections, even before the onset of symptoms. Furthermore, it is essential to develop testing methods that can sensitively detect even minute quantities of viruses distinct from those within the same genus is essential [2,6,15,18].

Discussion

OHFV and KFDV, which present with similar initial symptoms, such as fever, chills, and headache, are classified as BSL-4 pathogens in the ROK because of their potential to cause severe or fatal illnesses that are difficult to prevent and treat. Although human-to-human transmission has not yet been documented for either virus, they have already become endemic in their respective regions and are expanding due to environmental changes, wildlife migration, and human movement [9,15,24]. OHFV has been reported to spread from its endemic region in Russia to Kazakhstan [15]. Similarly, KFDV, which originated in the Indian state of Karnataka, has spread to neighboring states and has been documented in China near the Indian border [9,13]. Recent climate change and environmental development have destroyed the habitats of pathogen-carrying hosts (animals and insects), increasing the likelihood of human contact with these hosts [24,25]. Furthermore, global population migration increases the risk of domestic emergence of new infectious diseases [24,25]. Currently, no diagnostic tests specifically for OHFV and KFDV are available in ROK.

These viruses are endemic to regions like Russia and India, but no cases have been reported in ROK; however, as ticks (*Ixodes* spp. and *Haemaphysalis* spp.) that host OHFV and KFDV inhabit ROK, it is essential to monitor their potential introduction and develop diagnostic tests [26].

There are no approved antiviral treatments for OHFV and KFDV and they are managed symptomatically [6,8]. While vaccines against TBEV may prevent infections through antibody cross-reactivity due to antigenic similarity, these vaccines are not officially recommended, and there is insufficient data to demonstrate their effectiveness [3,8,12,19]. Currently, serologic methods are regarded as the gold standard for diagnosing OHFV, while real-time RT-PCR is the preferred method for detecting KFDV [6,11]. The primary challenge in diagnosing OHFV and KFDV is differentiating them from other tick-borne flaviviruses that cause encephalitis and hemorrhagic fever [27]. Due to the high homology among tick-borne flaviviruses and their antibodies, serologic diagnostic methods are typically deemed inadequate for identifying the causative virus, and molecular diagnostic tests utilizing PCR are effective only during the prodromal stage when the virus can be detectable in the blood [2,3,6,18]. Although viral RNA can be detected in the CSF, the detection rate remains low in such cases [2,3,6]. Following the prodromal phase, antibody detection is typically regarded as a more effective [2]. Therefore, developing more accurate tests capable of distinguishing between viruses within the same genus is crucial. Furthermore, rapid diagnosis of suspected infections is essential for early detection of infectious diseases and prevention of disease spread. The development of point-of-care diagnostics that can demonstrate high sensitivity and accuracy in environments with varying temperatures and humidity and areas with limited medical resources will

facilitate the rapid and effective diagnosis of the virus in both endemic and non-endemic areas, helping to prevent its spread to new areas [16].

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: GRS, SHL, HJY. Data curation: GRS. Formal analysis: GRS, SHL, HJY. Resources: SHL, HJY. Supervision: YSC. Writing – original draft: GRS, SHL. Writing – review & editing: SHL, HJY, YSC.

References

1. Current ICTV taxonomy release [Internet]. ICTV; 2023 [cited 2024 Aug 5]. Available from: <https://ictv.global/taxonomy>
2. Lasala PR, Holbrook M. Tick-borne flaviviruses. *Clin Lab Med* 2010;30:221-35.
3. Charrel RN, Attoui H, Butenko AM, Clegg JC, Deubel V, Frolova TV, et al. Tick-borne virus diseases of human interest in Europe. *Clin Microbiol Infect* 2004;10:1040-55.
4. Chumakov MP. Results of a study made of Omsk hemorrhagic fever (OL) by an expedition of the Institute of Neurology. *Vestnik Acad Med Nauk SSSR* 1948;2:19-26.
5. WORK TH, RODERIGUEZ FR, BHATT PN. Virological epidemiology of the 1958 epidemic of Kyasanur Forest disease. *Am J Public Health Nations Health* 1959;49:869-74.
6. Růžek D, Holbrook MR, Yakimenko VV, Karan LS, Tkachev SE. Omsk hemorrhagic fever virus. In: Liu D editor. *Manual of security sensitive microbes and toxins*. CRC Press; 2014. p. 193-200.
7. Centers for Disease Control and Prevention (U.S.) (CDC). Omsk hemorrhagic fever fact sheet [Internet]. CDC; 2006 [cited 2024 Aug 5]. Available from: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/25382>
8. Holbrook MR. Kyasanur Forest disease. *Antiviral Res* 2012;96:353-62.
9. Murhekar MV, Kasabi GS, Mehendale SM, Mourya DT, Yadav PD, Tandale BV. On the transmission pattern of Kyasanur Forest disease (KFD) in India. *Infect Dis Poverty* 2015;4:37.
10. Dobler G. Zoonotic tick-borne flaviviruses. *Vet Microbiol* 2010;140:221-8.
11. Gladson V, Moosan H, Mathew S, P D. Clinical and laboratory diagnostic features of Kyasanur Forest disease: a study from Wayanad, South India. *Cureus* 2021;13:e20194.
12. Lani R, Moghaddam E, Haghani A, Chang LY, AbuBakar S, Zandi K. Tick-borne viruses: a review from the perspective of therapeutic approaches. *Ticks Tick Borne Dis*. 2014;5:457-65.
13. Pattnaik P. Kyasanur Forest disease: an epidemiological view in India. *Rev Med Virol* 2006;16:151-65.
14. Yadav P, Dhankher S, Sharma S. Simplified visual detection of Kyasanur Forest disease virus employing reverse transcriptase-polymerase spiral reaction (RT-PSR). *Virus Res* 2023;335:199180.
15. Wagner E, Shin A, Tukhanova N, Turebekov N, Nurmakhanov T, Sutyagin V, et al. First indications of Omsk haemorrhagic fever virus beyond Russia. *Viruses* 2022;14:754.
16. Racsá LD, Kraft CS, Olinger GG, Hensley LE. Viral hemorrhagic fever diagnostics. *Clin Infect Dis* 2016;62:214-9.
17. Saksida A, Duh D, Lotric-Furlan S, Strle F, Petrovec M, Avsic-Zupanc T. The importance of tick-borne encephalitis virus RNA detection for early differential diagnosis of tick-borne encephalitis. *J Clin Virol* 2005;33:331-5.
18. Mourya DT, Yadav PD, Mehla R, Barde PV, Yergolkar PN, Kumar SR, et al. Diagnosis of Kyasanur Forest disease by nested RT-PCR, real-time RT-PCR and IgM capture ELISA. *J Virol Methods* 2012;186:49-54.
19. Růžek D, Yakimenko VV, Karan LS, Tkachev SE. Omsk haemorrhagic fever. *Lancet* 2010;376:2104-13.
20. Phipps LP, Johnson N. Tick-borne encephalitis virus. *J Med Microbiol* 2022;71:001492.
21. Kravchuk BI, Khlusevich YA, Chicherina GS, Yakimenko VV, Krasnova EI, Tikunova NN, et al. Cross-reactive

- antibodies to the NS1 protein of Omsk hemorrhagic fever virus are absent in the sera of patients with tick-borne encephalitis. *Viruses* 2024;16:1032.
22. Vilibic-Cavlek T, Ferenc T, Vujica Ferenc M, Bogdanic M, Potocnik-Hunjadi T, Sabadi D, et al. Cross-reactive antibodies in tick-borne encephalitis: case report and literature review. *Antibodies (Basel)* 2022;11:72.
23. Estofolete CF, Milhim BHGA, Zini N, Scamardi SN, Selvante JD, Vasilakis N, et al. Flavivirus infection associated with cerebrovascular events. *Viruses* 2020;12:671.
24. Jo HJ, Lee HI, Lee SW. Trends in emerging infectious diseases according to major environmental changes. *Public Health Wkly Rep* 2017;10:1024-8.
25. Shin NR, Baek S, Yoo H, Shin I. Global trends in preparation for future infectious diseases. *Public Health Wkly Rep* 2019;12:120-6.
26. Song BG, Lee WG, Ju YR. Geographical distribution of Ixodid ticks in the Republic of Korea, 2015. *Public Health Wkly Rep* 2017;10:239-45.
27. Sung HS. Diagnosis of viral infections. In: 2012 Inter-science Conference of Infection and Chemotherapy; 2012 Nov 1-2; Jeju. *Symposium*1:40-42.

제2차 후천성면역결핍증 예방관리대책

김성남 , 김은영 , 유정희*

질병관리청 감염병정책국 에이즈관리과

초 록

2030년까지 후천성면역결핍증(acquired immune deficiency syndrome, AIDS) 유행 종식이라는 국제적 목표를 달성하기 위하여 질병관리청은 2019년부터 AIDS 관리를 위한 5년 단위의 예방관리대책을 추진 중이다. 2019년부터 2023년까지 시행된 제1차 예방관리대책의 종료에 따라 2024년부터 시행할 「제2차 후천성면역결핍증 예방관리대책(2024-2028년)」을 2024년 3월 28일 발표하였고, 이 원고에서는 주요 내용을 소개하고자 한다. 제2차 예방관리대책은 '신규감염 제로, 사망 제로, 차별 제로를 향하여'라는 비전을 표방하며, '2030년까지 2023년 대비 신규감염인 50% 감소'라는 목표를 설정하였다. 제2차 예방관리대책은 (1) 신규감염 예방, (2) 적극적 환자 발견, (3) 신속, 지속적 치료, (4) 건강권 보장, (5) 관리 기반 구축이라는 5대 추진 전략 아래 15개 핵심과제와 45개 세부과제를 포함하고 있으며, 제1차 예방관리대책에서 미진하였던 신규감염 예방, 조기 진단, 감염인 지원 및 인식 제고 개선 등의 내용이 강화되었다. 질병관리청은 제2차 예방관리대책 내 포함된 45개 세부과제의 적극적 추진으로 AIDS 종식을 위한 국제적 노력에 동참하면서 2030년까지 2023년 대비 신규 감염 50% 감소라는 목표 달성을 위해 노력할 것이다.

주요 검색어: 인체면역결핍바이러스; 후천성면역결핍증; 예방관리대책

서 론

질병관리청은 「후천성면역결핍증 예방법」에 따라 매 5년 주기로 후천성면역결핍증(acquired immune deficiency syndrome, AIDS) 예방관리대책을 수립하여 시행하고 있다. 제1차 예방관리대책이 종료되는 2023년에 제2차 예방관리대책 수립을 위한 정책연구를 수행하였고 제1차 예방관리대책에 대한 평가와 제2차 예방관리대책 추진을 위한 전략 및 세부과제들을 도출하였으며, 2024년 1월 '에이즈퇴치추진단' 회의

및 전문가 자문회의 등을 거쳐 제2차 예방관리대책(안)을 마련하였다. 2월 유관 학회, AIDS 관련 단체, 시·도 담당자 등이 참석하는 공청회 개최, 보건복지부, 법무부, 교육부, 여성가족부, 식품의약품안전처 등 관계부처 의견 반영, 3월 후천성면역결핍증 전문위원회 심의, 사회관계장관회의 보고 등을 거쳐 확정된 「제2차 후천성면역결핍증 예방관리대책(2024-2028년)」을 3월 28일 최종적으로 발표하였다[1,2].

Received September 23, 2024 Revised October 14, 2024 Accepted October 28, 2024

*Corresponding author: 유정희, Tel: +82-43-719-7330, E-mail: cheeyu@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.

핵심요약

① 이전에 알려진 내용은?

국내 후천성면역결핍증(acquired immune deficiency syndrome, AIDS) 예방관리를 위해 「제1차 후천성 면역결핍증 예방관리대책(2019-2023년)」을 추진한 결과, human immunodeficiency virus (HIV) 감염인 중 치료받는 사람의 비율과 치료받는 감염인의 바이러스 억제율은 증가하였으며, AIDS로 인한 사망은 감소하였다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2024년 3월 수립된 「제2차 후천성면역결핍증 예방관리대책(2024-2028년)」은 ‘신규감염 제로, 사망 제로, 차별 제로를 향하여’라는 비전과 ‘2030년까지 2023년 대비 신규감염인 50% 감소’를 목표로, 5대 추진 전략과 15개 핵심과제, 45개 세부과제로 구성되었다. HIV/AIDS 예방·관리를 위한 국가의 정책 방향과 세부과제를 종합적으로 살펴보았다.

③ 시사점은?

우리나라의 경우 매년 1천여 명 규모의 지속적인 HIV 신규 감염과 생존 감염인 증가에 따른 질병 부담이 가중되고 있다. 이에 강화된 후천성면역결핍증 예방관리대책으로 효과적인 정책 기반을 마련하고, 예방관리대책의 적극적 추진으로 2030년까지 AIDS 종식이라는 국제적 목표 달성에 기여하고자 한다.

본 론

2023년 말 기준으로 전 세계에서 인체면역결핍바이러스(human immunodeficiency virus, HIV) 신규 감염은 2010년 210만 명 대비 130만 명 발생으로 39% 감소하였고, AIDS로 인한 사망은 63만 명으로 2010년 130만 명 대비 51% 감소하였다. 전 세계 생존 감염인은 총 3,990만 명이며, 전체 감염인의 77% (3,070만 명)가 항레트로바이러스제 치료를 받고 있다[3]. 2023년 HIV/AIDS 신고 현황 연보에 따르면, 국내 신규 HIV 감염인은 1,005명 신고되었으며 이 중 내국인 749명(74.5%), 외국인 256명(25.5%)으로 외국인이 차지하

는 비율이 2019년 17.7% (217명)에서 2023년 25.5% (256명)로 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 연령별로는 30대가 356명(35.4%), 20대 288명(28.7%), 40대 158명(15.7%)으로 20-40대가 전체의 79.8%를 차지하였다[4]. 젊은 층과 외국인 중심으로 지속 발생하는 HIV 신규 감염과 항레트로바이러스제 치료에 따른 생존 감염인 증가로 인하여 질병 부담이 가중되고 있어 이를 최소화시키는 것이 HIV 관리 및 AIDS 종식에 가장 중요한 열쇠가 될 것이다.

제1차 예방관리대책(2019-2023년) 추진 결과, HIV 감염인 중 치료받는 사람의 비율은 2019년 94.7%에서 2022년 96.2%로, 치료받는 감염인의 바이러스 억제율은 2019년 94.9%에서 2022년 96.2%로 각각 1.5%p, 1.3%p 증가하였다. 또한 AIDS로 인한 사망은 2019년 85명에서 2022년 54명으로 31명 감소하였으나, 신규감염 예방, 조기 진단, 감염인 지원 및 인식 제고 개선 등의 과제들은 목표를 달성하지 못하였다.

제1차 예방관리대책의 미흡한 점을 보완하기 위해 「제2차 후천성면역결핍증 예방관리대책(2024-2028년)」에서는 ‘신규감염 제로, 사망 제로, 차별 제로를 향하여’라는 비전을 표방하고, ‘2030년까지 2023년 대비 신규감염인 50% 감소’를 목표로 설정하였다. 또한 (1) 신규감염 예방, (2) 적극적 환자 발견, (3) 신속, 지속적 치료, (4) 건강권 보장, (5) 관리 기반 구축 등의 5대 추진 전략 아래 15개 핵심과제와 45개 세부과제로 구성하였다(그림 1) [1].

추진전략에 따른 핵심과제별 세부과제는 다음과 같다.

첫째, 신규 감염 예방을 위한 HIV 감염취약군¹⁾에 대한 예방 활동 강화이다. 온라인 커뮤니티 등을 활용한 MSM (men who have sex with men, 남성과 성관계를 하는 남성) 대상 예방 홍보 강화, 주사 약물 사용자 검진 활성화 홍보, 바이러스 검출 감염인에 대한 성파트너 전파 예방 교육 추진과 감염취약군 대상 콘돔 배포, 노출 후 예방요법(post-exposure

1) MSM (남성과 성관계를 하는 남성), 외국인, 감염인 성접촉자, 성매개감염병 환자, 마약류 사용자, 고위험 직업군(유흥업소 등)



그림 1. 제2차 후천성면역결핍증 예방 관리대책(2024-2028년)

PrEP=pre-exposure prophylaxis; HIV=human immunodeficiency virus. Reused from Korea Disease Control and Prevention Agency [1].

prophylaxis, PEP)²⁾ 홍보 등 ‘찾아가는 캠페인’ 확대 및 검진 서비스를 활성화할 예정이다. 감염취약군의 노출 전 예방요법 (pre-exposure prophylaxis, PrEP)³⁾ 비용부담 완화 등을 위한 사업 추진, PrEP 처방 접근성 제고를 위한 처방체계 구축 등으로 PrEP을 확대할 계획이다. 대상별 예방 홍보 전략을 차별화하고, 홍보 콘텐츠 확산 등에 다양한 매체를 활용하는 방안 등을 마련하여 홍보 효과를 극대화할 계획이다.

둘째, 적극적 환자 발견을 위해 감염취약군 대상 검진 활성화와 진단체계 개선을 위하여 HIV 확인검사기관을 민간 의료기관까지 확대하는 등 검사 인프라 확대, HIV 유전형 및 내

성주 분석, 감염 시점을 추정하는 최근 감염률 조사, 보건소 HIV 검사 현황과 추이 분석 등을 실시할 계획이다. 역학조사 체계 개선을 위한 HIV 감염인 역학조사서 재설계와 외국인 신규 감염 증가에 대비한 외국어 역학조사서 확대, 역학조사 방법 개선 및 연계 분석 등으로 역학조사 역량도 강화할 예정이다.

셋째, 신속하고 지속적인 치료를 위하여 항레트로바이러스 치료 현황 분석 및 신속·당일 치료 확대, 의료기관 연계 및 의료기관 감염인 상담사업을 통한 바이러스 억제율 추적관리, 미등록 외국인 감염인에 대한 치료지원 방안 마련, 안정적인

2) PEP (노출 후 예방요법): HIV에 노출될 위험이 높은 사건 이후 혈청전환의 위험성을 줄이는 항레트로바이러스 약물요법

3) PrEP (노출 전 예방요법): HIV 예방을 위해 항레트로바이러스 약제를 사용하는 것으로 처방대로 복용할 경우 HIV 예방에 매우 효과적인

인 진료비 지원 등 지속적인 치료를 위한 지원 방안 등을 확대할 계획이다. 또한 감염인의 심리지지 등을 위한 의료기관 감염인 상담사업 확대 및 치료유지 지원 등을 위한 통합지원 프로그램을 강화할 계획이다. 또한 치료 효과 개선을 위하여 신 치료 물질을 개발하고 국내 HIV/AIDS 치료제 내성 특성을 분석하는 연구도 함께 진행할 계획이다.

넷째, 생존 HIV 감염인의 삶의 질 향상과 낙인 해소를 위한 지원체계를 구축하여 감염인의 건강권을 보장하고자 한다. HIV 감염인의 동반질환과 합병증 등에 대한 검사와 치료를 지원하고, 지역사회 기반 감염인 지원체계를 연계하며, 상담 서비스 영역의 지속적 확장 등 감염인의 통합 건강 관리체계를 마련할 것이다. 또한, 고령화 되어가는 감염인 요양 등을 위한 요양병원 및 요양시설 확보와 간병 및 요양비 지원사업 등을 확대하고 시설 및 재가 돌봄 확대 기반도 마련하고자 한다. 아울러, 일반국민, 감염취약군, 감염인 등 대상별 HIV/AIDS에 대한 인식조사와 행태조사 실시와 감염인에 대한 의료현장의 차별을 해소하기 위한 의료진 교육 등 다각적인 홍보, 교육 등을 진행할 계획이다. 특히 국민 인식개선을 위한 U=U⁴⁾ 확산, 대국민 캠페인 등의 홍보 강화와 인식개선을 측정할 수 있는 지표를 개발하여 홍보 효과 등도 체계적으로 평가할 계획이다.

다섯째, 근거 기반의 정책 수립과 효율적 업무 수행을 위한 기반을 마련하는 관리기반 구축 사업으로 국제기준의 관리 지표 산출 방안 등을 마련하고 HIV 감염인의 신고 정보 관리 체계 개선 및 에이즈지원시스템(HASNet) 기능을 강화할 것이다. 국내 HIV 질병 발생 요인 분석을 위한 코호트 연구 인프라 확대 및 연관 연구과제 발굴과 국내 연구 네트워크 강화 등 코호트 간 협업으로 HIV 관련 연구 과제들을 발굴, 추진하여 국내 HIV 특성 파악 등에 노력할 것이다.

결론

제1차 예방관리대책은 코로나바이러스감염증-19 유행 기간 중 조직역량 분산 등 현실적인 어려움으로 일부 과제에 있어서 목표를 달성하지 못하였으나, HIV 감염인의 치료율과 바이러스 억제율이 현저히 개선되는 성과가 있었다. 제2차 예방관리대책에서는 감염취약군, 외국인 등의 검진 확대 및 신속한 진단을 통한 HIV 감염인 조기 발견과 모든 감염인의 신속한 치료와 지속적인 관리, 감염인에 대한 낙인·차별 해소 등의 다양한 HIV/AIDS 예방·관리 사업 등이 추진될 것이다. 이상의 결과로 2030년까지 AIDS 종식이라는 국제적 목표와 2030년까지 2023년 대비 신규감염 50% 감소라는 국내 HIV 관리 목표를 달성할 수 있기를 기대한다.

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: SNK. Data curation: SNK. Formal analysis: SNK. Methodology: SNK. Project administration: SNK. Resources: SNK, EYK. Supervision: JY. Visualization: SNK. Writing – original draft: SNK. Writing – review & editing: SNK, EYK, JHY.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The 2nd National Action Plan on HIV/AIDS Prevention and Control (2024~2028) [Internet]. KDCA; 2024 [cited

4) 감염인 치료로 체내 바이러스 미검출 시(Undetectable), 전파되지 않음(Untransmittable)

- 2024 Mar 28]. Available from: https://kdca.go.kr/file-path/boardSyview.es?bid=0015&list_no=724901&seq=3
2. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). AIDS! Towards zero new infections, zero deaths, and zero discrimination [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2024 Mar 28]. Available from: https://kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501020000&bid=0015&list_no=724901&cg_code=C01&act=view&nPage=1&newsField=
 3. Joint United Nations Programme on HIV/AIDS (UNAIDS). Global HIV & AIDS statistics — fact sheet [Internet]. UNAIDS; 2024 [cited 2024 Jul 22]. Available from: <https://www.unaids.org/en/resources/fact-sheet>
 4. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 2023 Annual report on the notified HIV/AIDS in Korea. KDCA; 2024.

The 2nd National Action Plan on HIV/AIDS Prevention and Control (2024–2028)

Sungnam Kim , Eunyoung Kim , Jeonghee Yu* 

Division of HIV/AIDS Prevention and Control, Department of Infectious Disease Policy, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

To achieve the global goal of ending the acquired immune deficiency syndrome (AIDS) epidemic by 2030, the Korea Disease Control and Prevention Agency has been promoting a five-year national action plan for AIDS prevention and control since 2019. After the end of the 1st National Action Plan on human immunodeficiency virus (HIV)/AIDS Prevention and Control (2019–2023) implementation, the 2nd National Action Plan on HIV/AIDS Prevention and Control (2024–2028) was announced on March 28, 2024, to be implemented from 2024. This paper aims to introduce the main contents of the national action plan. The 2nd National Action Plan advocates the vision of “towards zero new infections, zero deaths, and zero discrimination” and sets the goal of “reducing new infections by 50% by 2030 compared to 2023.” The 2nd National Action Plan includes 15 core tasks and 45 detailed tasks under five major promotion strategies: (1) preventing new infection, (2) active case finding, (3) rapid and sustained treatment, (4) assuring the right to health, and (5) establishing foundations for control. The contents such as preventing new infections, early diagnosis, supporting people living with HIV, and improving awareness, which were lacking in the 1st National Action Plan, were strengthened. The Korea Disease Control and Prevention Agency will actively promote the 45 detailed tasks of the 2nd National Action Plan, join the international efforts to end AIDS, and strive to reduce new infections by 50% by 2030 compared to 2023.

Key words: Human immunodeficiency virus; Acquired immune deficiency syndrome; National action plan

*Corresponding author: Jeonghee Yu, Tel: +82-43-719-7330, E-mail: cheeyu@korea.kr

Introduction

In accordance with the Prevention of Acquired Immune Deficiency Syndrome Act, the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) formulates and implements an acquired immune deficiency syndrome (AIDS) prevention and control strategy every 5 years. With the completion of the first

5-year plan in 2023, policy research was conducted to establish the second phase of the AIDS prevention and management strategy. This research included an evaluation of the first phase strategy and identification of strategies and detailed tasks for the second phase. A draft for the second prevention and management strategy was prepared in January 2024 through the Task Force team for ending AIDS and via expert consultations.

Key messages

① What is known previously?

As a result of the 1st National Action Plan, the proportion of human immunodeficiency virus (HIV)-infected people receiving treatment and the viral suppression rate among those receiving treatment increased, and the number of acquired immune deficiency syndrome (AIDS)-related deaths decreased.

② What new information is presented?

The 2nd National Action Plan was established in 2024 with the vision of “towards zero new infections, zero deaths, and zero discrimination” and the goal of “reducing new infections by 50% by 2030 compared to 2023.”

③ What are implications?

We create an effective policy foundation through a strengthened national action plan and actively promote contribution to achieving the global goal of ending AIDS by 2030.

In February, the draft was reviewed at a public hearing attended by representatives from related academic societies, AIDS-related organizations, and provincial officials. Feedback was also gathered from relevant ministries, including the Ministry of Health and Welfare, the Ministry of Justice, the Ministry of Education, the Ministry of Gender Equality and Family, and the Ministry of Food and Drug Safety. The plan was then deliberated and resolved by the Advisory Committee on Acquired Immune Deficiency Syndrome in March and reported to the Social Affairs Ministers’ Meeting on March 28, the final second National Action Plan on HIV/AIDS Prevention and Control (2024–2028) was officially announced [1,2].

Results

As of the end of 2023, the rate of new human immunodeficiency virus (HIV) cases decreased globally by 39% from 2.1 million in 2010 to 1.3 million, while AIDS-related deaths fell by 51%, from 1.3 million in 2010 to 630,000. The global people living with HIV have reached 39.9 million, with 77% (30.7 million) receiving antiretroviral therapy (ART) [3]. According to the 2023 annual report on the notified HIV/AIDS in Republic of Korea (ROK), 1,005 new HIV cases were reported in the country, with Korean nationals comprising 749 (74.5%) and foreigners 256 (25.5%) of those cases, showing a steady increase in the proportion of foreign cases from 17.7% (217 cases) in 2019 to 25.5% (256 cases) in 2023. By age, individuals aged 30–39 years represented the largest group (n=356, 35.4%), followed by those aged 20–29 years (n=288, 28.7%) and those aged 40–49 years (n=158, 15.7%), indicating that individuals aged 20–40 constitute 79.8% of total cases [4]. The rise in new cases among younger populations and foreign nationals, coupled with the increased number of people living with HIV due to ART, are intensifying the disease burden; thus, mitigating the growing disease burden would be a key strategy for HIV control and the eventual elimination of AIDS.

The outcomes of the first National Action Plan on HIV/AIDS Prevention and Control (2019–2023) showed that the percentage of people with HIV receiving treatment increased by 1.5% from 94.7% in 2019 to 96.2% in 2022, while the viral suppression rate among treated individuals rose by 1.3% from 94.9% to 96.2%. Furthermore, AIDS-related deaths declined by 31 from 85 in 2019 to 54 in 2022. However, targets related to new infection prevention, early diagnosis, support

for people with HIV, and improved public awareness were not fully achieved.

To address the shortcomings of the first National Action Plan, the second National Action Plan on HIV/AIDS Prevention and Control (2024–2028) aims for “Towards zero new infections, zero deaths, zero discrimination.” It has set an objective of reducing new infections by 50% from 2023 levels by 2030. The strategy comprises five key initiatives: (1) prevention of new infections, (2) active case finding, (3) rapid and

sustained treatment, (4) assurance of the right to health, and (5) establishment of foundations for control. These national strategies are further divided into 15 core tasks and 45 detailed tasks (Figure 1) [1].

The detailed tasks for each main task are outlined below.

First, prevention activities will be focused on groups vulnerable¹⁾ to prevent new infection cases. Initiatives include targeted prevention campaigns for MSM (men who have sex with men) through online communities, promoting screening

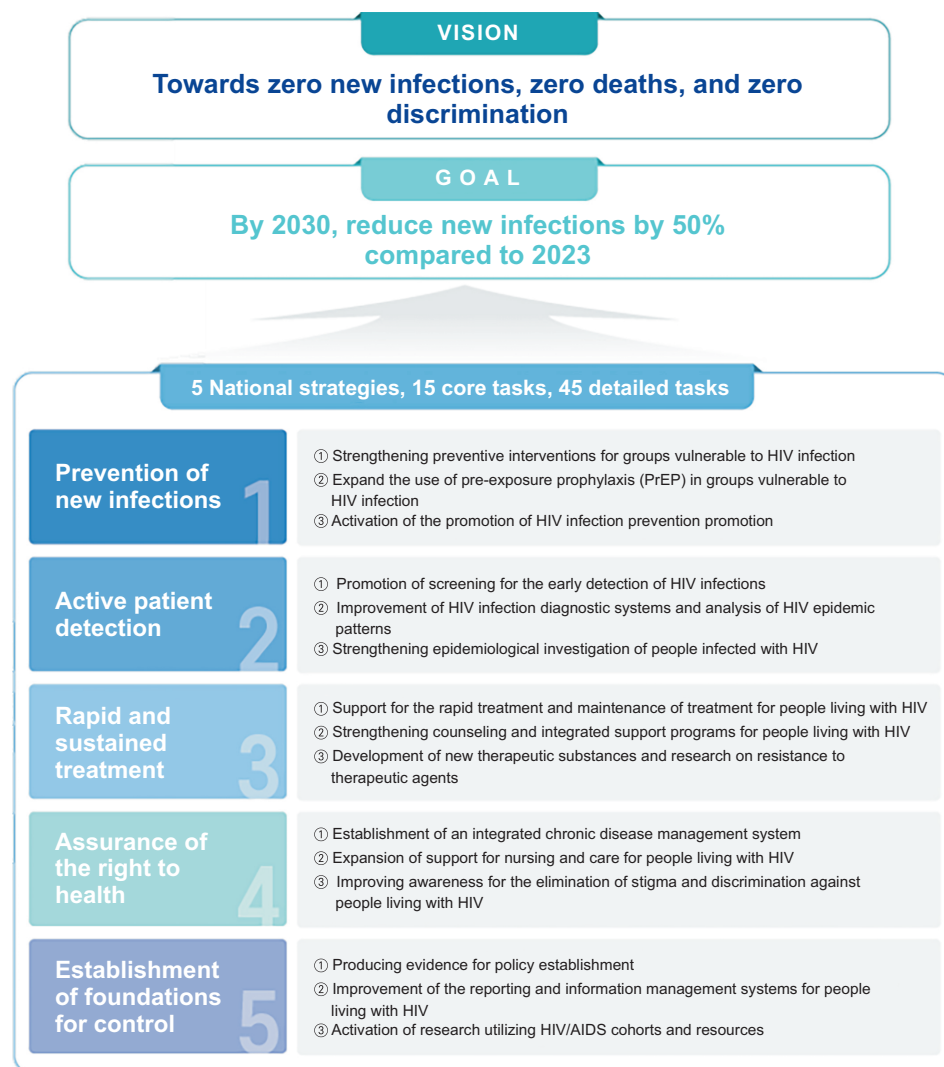


Figure 1. The 2nd National Action Plan on HIV/AIDS Prevention and Control (2024–2028)
HIV=human immunodeficiency virus; AIDS=acquired immune deficiency syndrome. Reused from Korea Disease Control and Prevention Agency [1].

1) MSM, foreign nationals, sexual partners of people with HIV, individuals with sexually transmitted infections, drug users, and high-risk occupations (e.g., sex workers)

among people who inject drugs, educating on partner transmission prevention for those with detectable viral loads, and distributing condoms among groups vulnerable. Additionally, there will be increased promotion of post-exposure prophylaxis (PEP)²⁾ and expansion of accessible testing services through outreach campaigns. Plans are underway to ease the cost burden for pre-exposure prophylaxis (PrEP)³⁾ for groups vulnerable and to improve prescription accessibility by establishing a streamlined prescription system. These efforts aim to maximize the effectiveness of preventive outreach by implementing tailored promotional strategies for specific groups and enhancing the reach and engagement of promotional content across multiple media channels.

Second, to encourage proactive detection of infected individuals, testing infrastructure will be facilitated screening services for vulnerable populations and expanded by including private medical institutions in the list of facilities capable of conducting HIV confirmatory testing in order to ameliorate the current diagnostic system. In addition, the strategy will include conducting HIV genotypes and drug resistance analysis, assessing recent infection rates to estimate the timing of infection, and monitoring HIV testing trends in public health centers. The epidemiological investigation system will be improved by redesigning the HIV epidemiological survey form, expanding foreign language versions to address rising foreign national infections, and enhancing analytical capabilities through integrated investigation methods.

Third, efforts to ensure rapid and sustained treatment will include analyzing current ART data, increasing access to same-day treatment, and tracking viral suppression rates through

coordinated patient counseling services in healthcare facilities, providing treatment support for undocumented immigrants infected individuals, and providing stable financial assistance. Additional support will focus on strengthening emotional support counseling services for patients and enhancing integrated programs that aid treatment adherence. Research initiatives will focus on developing new therapeutic substances and analyzing drug resistance characteristics of domestic HIV/AIDS treatments to improve the efficacy of treatment.

Fourth, a support system will be established to enhance the quality of life and reduce stigma among people living with HIV in order to protect their right to health. This will involve establishing a comprehensive health management system by supporting diagnostic and therapeutic measures for comorbidities and complications, establishing community-based support networks, and expanding counseling services. Additionally, in response to the aging of the HIV-positive population, measures will be implemented to increase long-term hospital care and facility access, provide financial support for caregiving and care costs, and expand both institutional and in-home care. Public awareness initiatives, including behavioral and perception surveys regarding HIV/AIDS among the general public, groups vulnerable, and infected individuals, will be implemented, and training and education for healthcare providers will be provided to address stigma in healthcare settings. In order to improve public awareness campaigns targeting the public and spreading U=U (Undetectable=Untransmittable)⁴⁾ especially will be strengthened, and measurable indicators will be developed to systematically assess the impact of these initiatives on public perception.

2) PEP (post-exposure prophylaxis): ART regimen that reduces the risk of seroconversion following a high-risk exposure event

3) PrEP (pre-exposure prophylaxis): ART medication taken to prevent HIV, highly effective when used as prescribed

4) If virus is Undetectable in patient's body due to effective treatment, it is Untransmittable.

Fifth, efforts will focus on developing evidence-based policies and enhancing operational efficiency by establishing a management foundation that includes calculating management metrics in accord with international standards, improving information systems for HIV case reporting, and strengthening the functions of the AIDS Support Network (HASNet). This includes expanding the infrastructure for cohort research to analyze the predictors of HIV incidence in ROK and promoting collaborative projects within the Korean research network to identify and pursue HIV-related research topics, ultimately to shed light on the features of HIV cases in ROK.

Conclusion

The first National Action Plan on HIV/AIDS Prevention and Control faced practical challenges due to diverted organizational capacities during the coronavirus disease 2019 pandemic and, as a result, some goals outlined in the first plan were not met. However, it led to significant improvements in the treatment and viral suppression rates among individuals living with HIV. The second plan will aim to expand testing among groups vulnerable, including foreign nationals, ensure rapid diagnosis for early detection, provide prompt treatment and continued care for all individuals with HIV, and work towards eliminating stigma and discrimination. Through these comprehensive HIV/AIDS prevention and control measures, the country seeks to achieve the national goal of reducing new infections by 50% by 2030 compared to 2023 and the international goal of ending AIDS by 2030.

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: SNK. Data curation: SNK. Formal analysis: SNK. Methodology: SNK. Project administration: SNK. Resources: SNK, EYK. Supervision: JY. Visualization: SNK. Writing – original draft: SNK. Writing – review & editing: SNK, EYK, JHY.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The 2nd National Action Plan on HIV/AIDS Prevention and Control (2024~2028) [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2024 Mar 28]. Available from: https://kdca.go.kr/file-path/boardSyview.es?bid=0015&list_no=724901&seq=3
2. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). AIDS! Towards zero new infections, zero deaths, and zero discrimination [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2024 Mar 28]. Available from: https://kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501020000&bid=0015&list_no=724901&cg_code=C01&act=view&nPage=1&newsField=
3. Joint United Nations Programme on HIV/AIDS (UNAIDS). Global HIV & AIDS statistics — fact sheet [Internet]. UNAIDS; 2024 [cited 2024 Jul 22]. Available from: <https://www.unaids.org/en/resources/fact-sheet>
4. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 2023 Annual report on the notified HIV/AIDS in Korea. KDCA; 2024.



시험·연구용 유전자변형생물체 개발·실험 승인제도 소개

이민아 , 신윤주 , 신정화 , 손태종*

질병관리청 진단분석국 생물안전평가과

초 록

질병관리청은 2023년 11월 「유전자변형생물체법 통합고시」 개정을 통해 시험·연구용 유전자변형생물체 국가승인 제도를 개선하였다. 해당 개정에는 기존 승인 제외 대상 항생제와 동일한 내성 유전자를 갖는 neomycin과 spectinomycin을 국가승인 제외 대상 약제내성 유전자 목록에 추가하였으며, 국가승인 신청 시 전자문서와 서류 중 선택하여 제출할 수 있도록 개선되었다. 이러한 개정은 연구자들의 행정적 부담을 줄이고 연구 효율성을 높일 것으로 기대된다. 질병관리청은 앞으로도 생물 안전과 연구 활성화를 위한 규제개선을 지속할 계획이다.

주요 검색어: 유전자변형생물체; 시험·연구용; 국가승인; 약제내성 유전자

질병관리청은 「유전자변형생물체 국가 간 이동 등에 관한 법률」(「유전자변형생물체법」)에 따라 시험·연구 분야에서 사용되는 유전자변형생물체(living modified organism, LMO) 중 위해 가능성이 큰 LMO에 대해 국가관리를 하고 있다[1]. 「유전자변형생물체법」은 국가관리가 필요한 시험·연구용 LMO의 범주를 (1) 증명까지 명시되어 있지 아니하고 인체병원성 여부가 밝혀지지 아니한 미생물을 이용하는 경우, (2) 척추동물에 대하여 몸무게 1 kg당 50% 치사독소량이 100 ng 미만인 단백질 독소를 생산할 능력을 가지는 유전자를 이용하는 경우, (3) 자연적으로 발생하지 아니하는 방식으로 미생물에 약제내성 유전자를 의도적으로 전달하는 경우, (4) 국민보건상 국가관리가 필요한 병원성미생물의 유전자를 직접 이용

하거나 해당 병원성미생물의 유전자를 합성하여 이용하는 경우로 정하고 있다[2].

질병관리청은 합리적 안전관리제도 개선을 통해 바이오 연구개발 활성화를 유도하기 위해 2023년 11월 「유전자변형생물체법 통합고시」를 개정하였다. 해당 개정은 국가승인 제외 대상 약제내성 유전자를 확대하고, 국가승인 신청 절차를 간소화하여 연구자들의 행정적 부담을 줄이고 연구 효율성을 높이기 위해 추진하였다.

자연적으로 발생하지 아니하는 방식으로 미생물에 약제내성 유전자를 의도적으로 도입한 LMO를 수입 및 개발·실험하는 경우 국가승인이 필요하나, 「유전자변형생물체법 통합고시」 [별표2-2]에 따라 국가승인 제외 대상 약제내성 유전자

Received September 9, 2024 Revised October 18, 2024 Accepted October 18, 2024

*Corresponding author: 손태종, Tel: +82-43-719-8040, 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?

「유전자변형생물체 국가 간 이동 등에 관한 법률」에 따라 시험·연구 분야에서 사용되는 유전자변형생물체(living modified organism, LMO) 중 위해 가능성이 큰 LMO는 질병관리청의 국가승인을 받아야 한다.

② 새로이 알게 된 내용은?

「유전자변형생물체법 통합고시」 개정(2023년 11월)을 통해 neomycin과 spectinomycin 내성 유전자가 국가승인 제외 대상 약제내성 유전자 목록에 추가되었으며, 국가승인 신청 시 전자문서 또는 서류 중 하나를 선택하여 제출할 수 있다.

③ 시사점은?

이번 개정은 연구자들의 행정적 부담을 줄이고 연구 효율성을 높이는 데 기여할 것으로 기대된다.

를 이용하여 LMO를 수입 및 개발·실험하는 경우에는 국가승인에서 제외¹⁾된다. 질병관리청은 「유전자변형생물체법 통합고시」 [별표2-2]의 개정을 통해 neomycin과 spectinomycin 내성 유전자 2종을 국가승인 제외 대상 약제내성 유전자 목록에 추가하여 국가승인 제외 대상 약제내성 유전자를 총 10종(ampicillin, chloramphenicol, hygromycin, kanamycin, neomycin, puromycin, streptomycin, spectinomycin, tetracycline, zeocin의 약제내성 유전자)으로 확대하였다. 이는 2018년 ‘유전자변형생물체 개발·실험 국가승인 세부기준 개선 연구’ 및 2021년 ‘약제내성 유전자변형미생물 위해성 평가 세부기준 개발’의 연구 결과와 유전자 재조합 실험 분야 전문가 자문 의견을 참고하여 국가승인 제외 대상 약제내성 유전자 목록 확대를 추진하였다[3,4]. 새롭게 추가된 neomycin 및 spectinomycin 내성 유전자의 경우, 기존 승인 제외 대상 약제내성 유전자와 동시에 내성을 보이므로²⁾ 국가승인 제외 대상 약제내성 유전자 목록에 추가하였다. 최근 5년간(2019-2023

년) 시험·연구용 LMO 국가승인 현황을 살펴보면, 미생물에 약제내성 유전자를 의도적으로 전달하는 경우에 해당하는 국가승인 중 neomycin 및 spectinomycin 내성 유전자를 인정 숙주-벡터계³⁾에 도입하여 실험한 건은 약 33%에 해당하는 것으로 분석되었으므로, 국가승인 제외 대상 약제내성 유전자를 확대를 통해 LMO 연구개발의 효율성이 향상될 것으로 기대된다.

또한, 질병관리청은 「유전자변형생물체법 통합고시」 제2-1조 제2항 및 제9-12조 제1항의 개정을 통해 국가승인 신청 서류 제출방법 간소화를 추진하였다. 기존에는 시험·연구용 LMO 수입승인 및 개발·실험 승인 신청 시 서류와 전자문서를 모두 제출해야 했으나, 해당 개정을 통해 서류 또는 전자문서 중 하나만 선택하여 제출할 수 있도록 개선하였다. 이러한 절차 간소화는 연구자들의 행정 부담을 완화할 것으로 기대된다.

질병관리청은 생물안전이 보장된 규제 개선 정책 추진을 위해, LMO 국가 승인제도 개선을 위한 연구용역을 지속적으로 수행하고 연구 현장의 의견을 적극적으로 청취하고 있다. 2022년 추진된 ‘합성생물학 관련 유전자변형생물체 개발·실험 승인제도 개선 연구’를 통해 기존의 ‘인정 숙주-벡터계’ 목록이 연구개발 현황을 반영하지 못한다는 연구 결과와 연구 현장의 요구를 확인하였다. 이에 따라 ‘인정 숙주-벡터계’ 목록을 확대하여 LMO 수입 및 개발·실험에 대한 면제범위 확대를 검토하고 있다. 또한, LMO 연구개발 분야, 법·제도 관련 전문가 집단의 자문을 받아 ‘인정 숙주-벡터계’를 개념적으로 정의하여 숙주-벡터의 범위를 확대하는 방향으로 시험·연구 분야의 합리적 제도 개선을 추진하고자 한다. 앞으로도 질병관리청은 LMO, 고위험병원체 등의 생물안전관리 정책 개선을 지속하여 연구자들이 안전하고 효율적인 환경에서 연구를 수행할 수 있도록 지원할 예정이다.

1) 국가승인 제외 대상 약제내성 유전자는 「유전자변형생물체법 통합고시」 [별표 2-2]의 부표에 따른 ‘인정 숙주-벡터계’에서 이용하는 경우에만 국가승인에서 제외된다.

2) *npII* 유전자는 kanamycin과 neomycin에 동시에 내성을 보이며, *aadA* 유전자는 streptomycin과 spectinomycin에 동시에 내성을 보인다.

3) 생물학적 안전성이 높다고 인정되는 숙주와 벡터의 조합.

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: MAL, YJS. Data curation: YJS. Investigation: MAL. Project administration: MAL. Supervision: JHS, TJS. Writing – original draft: MAL. Writing – review & editing: JHS, TJS.

References

1. Transboundary Movement of Living Modified Organisms Act of 2017, No. 15181 (Dec 12, 2017).
2. Enforcement Decree of The Transboundary Movement of Living Modified Organisms Act of 2018, No. 29279 (Nov 6, 2018).
3. Lee J, Shin M, Lee M, Jang W, Cho N. Improvement of the national management of development and experiments of living modified organisms to specify national approval criteria. Seoul: The Korea Society of Microbiology; 2018 Jul-Dec. 11-1352159-001191-01.
4. Shin M, Song M, Lee J, Jeong J, Hong C. Development of detailed standards for the risk assessment of living modified microorganisms with antimicrobial-resistant. Daegu: Kyungpook National University; 2021 Feb-2022 Feb. 11-1790387-000529-01.

Introduction to the Approval System for Research and Developmental Experiments with Living Modified Organisms

Min-Ah Lee , Yoonju Shin , Jeonghwa Shin , Tae Jong Son* 

Division of Biosafety Evaluation and Control, Department of Disease Diagnosis and Analysis,
Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

In November 2023, the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) revised the “Public Notice on the Transboundary Movement, etc. of Living Modified Organisms Act” to improve the national approval system for the research and development of living modified organisms. This revision included the addition of neomycin and spectinomycin resistance genes to the list of drug-resistance genes exempt from national approval and allowed the submission of either electronic documents or paper documents for approval applications. These changes are expected to reduce the administrative burden on researchers, and enhance research efficiency. The KDCA plans to continue regulatory improvements to ensure biosafety and promote research activities.

Key words: Living modified organisms; Research and development use; National approval; Drug-resistance gene

*Corresponding author: Tae Jong Son, Tel: +82-43-719-8040, E-mail: sontaejong@korea.kr

The Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) conducts manages living modified organisms (LMOs) used for research and development that have a high potential for risk in accordance with the Transboundary Movement, Etc. of Living Modified Organisms Act (hereafter, the Living Modified Organisms Act) [1]. The Living Modified Organisms Act defines the scope of LMO uses for research and development that require national control as follows: (1) using microorganisms whose species is not specified and whose pathogenicity to humans has not been determined; (2) using genes that possess the ability to produce a protein toxin with a 50% lethal dose of less than 100 ng per kg body weight in vertebrates; (3)

intentionally transferring drug-resistant genes to microorganisms in a manner that does not occur naturally; and (4) directly utilizing genes from pathogenic microorganisms of national public health concern or synthesizing genes from such microorganisms [2].

In November 2023, the KDCA revised the “Consolidated Public Notice for the Living Modified Organisms Act” to promote biological research and development by improving the rational safety management system. The revisions were implemented to expand the scope of drug-resistant genes exempted from national approval and streamline the application process for national approval, with the aim of reducing administrative

Key messages

① What is known previously?

The use of living modified organism with high potential risks in research and experimental fields must receive national approval from the Korea Disease Control and Prevention Agency under the “Public Notice on the Transboundary Movement, etc. of Living Modified Organisms Act.”

② What new information is presented?

Through the revision of the “Public notice on the Transboundary Movement, etc. of Living Modified Organisms Act” in November 2023, neomycin and spectinomycin resistance genes were added to the list of drug-resistance genes exempt from national approval, and applicants are now allowed to choose between submitting either electronic documents or paper documents for national approval.

③ What are implications?

This revision is expected to reduce the administrative burden on researchers and enhance research efficiency.

burdens on researchers and increasing research efficiency.

National approval is required for the import, research on and development of LMOs in which a drug-resistant gene has been intentionally introduced into the microorganism in a manner that does not occur naturally. However, the importation, research on and development of LMOs with drug-resistant genes excluded from national approval under the “Consolidated Public Notice for the Living Modified Organisms Act (Annex 2-2)” do not require national approval. Exemption from national approval applies only to drug-resistant genes used in an “approved host-vector system,” as defined in the “Appendix to the Consolidated Public Notice for

the Living Modified Organisms Act (Annex 2-2).”

The KDCA amended the “Consolidated Public Notice for the Living Modified Organisms Act (Annex 2-2)” to include two additional drug-resistant genes for neomycin and spectinomycin, exempting¹⁾ them from national approval. This brings the total number of drug-resistant genes exempted from national approval to 10. These include drug-resistant genes for ampicillin, chloramphenicol, hygromycin, kanamycin, neomycin, puromycin, streptomycin, spectinomycin, tetracycline, and zeocin. This revision expanded the list of drug-resistant genes exempted from national approval by referring to the results of the “Improvement of the National Management of Development and Experiments of LMO to Specify National Approval Criteria” in 2018 and “Development of Detailed Standards for the Risk Assessment of Living Modified Microorganisms with Antimicrobial-resistant” in 2021, as well as advisory comments from experts in the field of genetic recombination experiments [3,4]. As neomycin and spectinomycin-resistant genes have been identified as simultaneously resistant to existing drug-resistant genes exempted from national approval and have²⁾, therefore, been added to the list of drug-resistant genes exempted from national approval. An analysis of the national approvals of LMOs for research and development in the last five years (2019–2023) revealed that approximately 33% of the national approvals involving the intentional transfer of drug-resistant genes to microorganisms were conducted by introducing neomycin or spectinomycin-resistant genes into approved host-vector systems³⁾. Therefore, the expansion of drug-resistant genes exempted from national approval is expected to improve the efficiency of LMO research and development.

1) The drug-resistant genes exempted from national approval are only subject to exemption from national approval when used in an “approved host-vector system” in accordance with the table in (Annex 2-2) of the Consolidated Notification of the Living Modified Organisms Act.
 2) The *nptII* gene is resistant to both kanamycin and neomycin, and the *aadA* gene is resistant to both streptomycin and spectinomycin.
 3) The combinations of hosts and vectors that is recognized as exhibiting high biological safety.

Furthermore, the KDCA revised Article 2-1, paragraph 2, and Article 9-12, paragraph 1, of the Consolidated Notification of the Living Modified Organisms Act to streamline the submission of documents for national approval. Previously, both paper and electronic documents were required when applying for approvals of LMO importation, research on and development; the revisions allow submission of either paper or electronic documents. Streamlining of the process should reduce the administrative burden on researchers.

The KDCA is engaged in ongoing research to enhance the national approval process for LMOs and actively seeks input from researchers in the field to develop policies that improve regulatory frameworks for biosafety. In 2022, the “Improvement of the Approval System for Development and Experiments of LMOs in Synthetic Biology” identified that the existing list of approved host-vector systems did not reflect the latest research and development status and confirmed the needs of researchers in the field. Therefore, exemptions for importing, researching, and developing, LMOs are being considered by expanding the list of approved host-vector systems. Furthermore, in consultation with a group of experts familiar with LMO research and development, as well as legal and institutional issues, conceptually defining approved host-vector systems is planned to expand their scope and ensure rational system improvement in the field of testing and research. The KDCA is committed to enhancing biosafety management policies for LMOs and high-risk pathogens, with the aim of

providing researchers with the necessary support to conduct their work in a safe and efficient manner.

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: MAL, YJS. Data curation: YJS. Investigation: MAL. Project administration: MAL. Supervision: JHS, TJS. Writing – original draft: MAL. Writing – review & editing: JHS, TJS.

References

1. Transboundary Movement of Living Modified Organisms Act of 2017, No. 15181 (Dec 12, 2017).
2. Enforcement Decree of The Transboundary Movement of Living Modified Organisms Act of 2018, No. 29279 (Nov 6, 2018).
3. Lee J, Shin M, Lee M, Jang W, Cho N. Improvement of the national management of development and experiments of living modified organisms to specify national approval criteria. Seoul: The Korea Society of Microbiology; 2018 Jul-Dec. 11-1352159-001191-01.
4. Shin M, Song M, Lee J, Jeong J, Hong C. Development of detailed standards for the risk assessment of living modified microorganisms with antimicrobial-resistant. Daegu: Kyungpook National University; 2021 Feb-2022 Feb. 11-1790387-000529-01.

청소년 스트레스 인지율 추이, 2014-2023년

청소년의 스트레스 인지율은 2023년 남학생 30.8%, 여학생 44.2%로 2022년에 비해 남녀 학생 모두 감소하였다. 여학생이 남학생보다 스트레스를 더 많이 느끼는 것으로 나타났으며(그림 1), 고등학생(37.6%)이 중학생(37.0%)보다 스트레스 인지율이 더 높았으나 2023년에는 학교급 간 차이가 줄어들 유사하였다(그림 2).

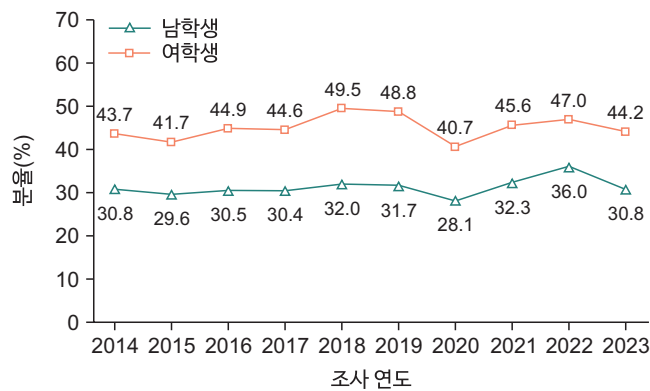


그림 1. 성별 스트레스 인지율 추이, 2014-2023년

*스트레스 인지율: 평상시 스트레스를 '대단히 많이' 또는 '많이' 느끼는 사람의 비율

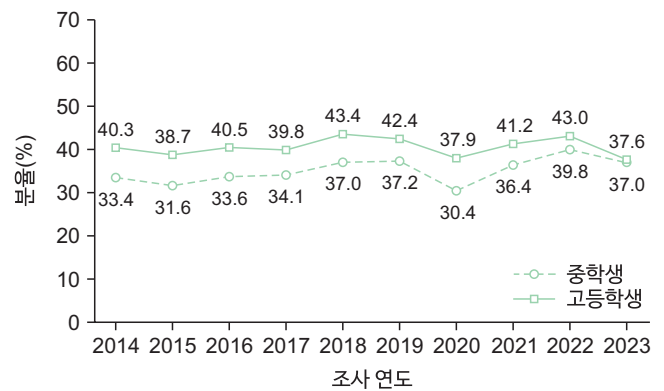


그림 2. 학교급별 스트레스 인지율 추이, 2014-2023년

출처: 제19차(2023년) 청소년건강행태조사 통계, <https://www.kdca.go.kr/yhs/>

작성부서: 질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과

QuickStats

Trends in the Prevalence of Perceived Stress among Korean Adolescents, 2014–2023

Prevalence of perceived stress among adolescents in the Republic of Korea was 30.8% for boys, 44.2% for girls in 2023 which decreased compared to 2022 in both boys and girls. The data in 2023 indicated that girls felt more stress than boys, with the proportion in boys being 30.8%, and girls 44.2% (Figure 1). High school students (37.6%) had higher prevalence than the middle school students (37.0%); however, the gap between school levels narrowed in 2023 (Figure 2).

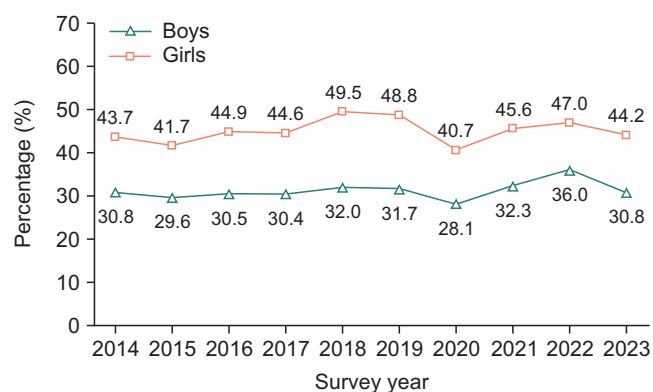


Figure 1. Trends in the prevalence of perceived stress by gender, 2014–2023

*Prevalence of perceived stress: percentage of students who felt stress “much” or “very much” in daily life

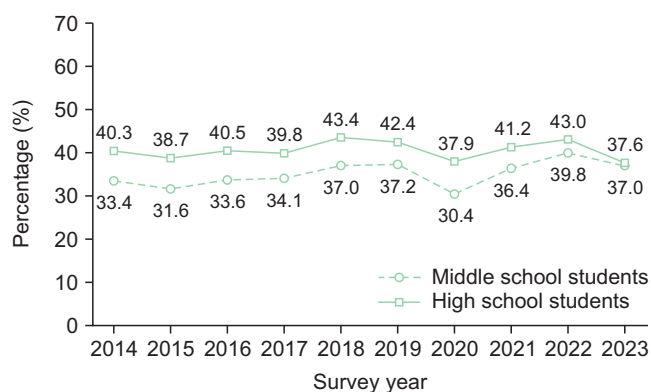


Figure 2. Trends in the prevalence of perceived stress by school level, 2014–2023

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

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