



주간 건강과 질병

PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 18, No. 5, February 6, 2025

Content

조사/감시 보고

225 국내 요양병원의 항생제 사용 실태 분석

현장 보고

244 *Streptococcus suis* 인체감염: 다부문 협력 대응체계 구축 필요성

정책 보고

260 국가 조달 인플루엔자 백신 입찰 및 공급방식 개선 결과 보고

질병 통계

274 스트레스인지율 추이, 2014-2023년



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 국가 공중보건 관련 조사·감시·연구 결과에 대한 근거 기반의 실용적이며 권위있는 정보를 보건의료인, 공중보건 종사자, 역학자, 국민 등에게 신속하고 정확하게 제공하는 목적으로 발행된다.

주간 건강과 질병은 신속한 전문가 심사를 거쳐 감염병과 비감염성 질병, 손상과 중독, 건강증진 등과 관련된 조사/감시 보고, 집단발병 보고, 현장 보고, 연구 논문, 리뷰와 전망, 권고 보고와 정책 보고 등의 원고를 게재한다. 주간 건강과 질병은 주로 국내의 공중보건 관련 정보를 제공하지만 전 세계 연구자들의 투고를 환영한다.

About the Journal

주간 건강과 질병(eISSN: 2586-0860)은 질병관리청에서 발간하는 학술지이다.

주간 건강과 질병은 연간 50호의 주간 발간 학술지로 매주 목요일에 발행되며, 신속한 전문가 심사 과정을 통해 정보를 적시에 공유한다. 주간 건강과 질병은 오픈 액세스(Open Access) 학술지로, 저작물 이용 약관(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)에 따라 원본이 적절히 인용되는 조건하에 제한없이 사용이 가능하다.

Submission and Subscription Information

주간 건강과 질병에 투고하고자 하는 모든 논문의 접수는 주간 건강과 질병의 온라인 투고시스템(<https://www.phwr.org/submission>)을 통해서 가능하며 논문투고 시 필요한 모든 내용은 원고 투고 규정과 보고 지침을 참고한다. 주간 건강과 질병은 학술지 홈페이지(<https://phwr.org> 또는 <https://eng.phwr.org>)를 통해 주간 단위로 게시되고 있으며, 무료로 구독 가능하다. 정기적 구독을 원하시는 분은 이메일(phwrcdc@korea.kr)로 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: 2025년 2월 6일

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. (국문) <https://phwr.org> (영문) <https://eng.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>

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency

This is an Open Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

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

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

이경주

국립재활원

이선희

부산대학교 의과대학

이윤환

아주대학교 의과대학

이재갑

한림대학교 의과대학

이혁민

연세대학교 의과대학

이형민

질병관리청

전경만

삼성서울병원

정은옥

건국대학교 이과대학

정재훈

가천대학교 의과대학

진여원

질병관리청

최선희

국가수리과학연구소

최원석

고려대학교 의과대학

최은화

서울대학교어린이병원

허미나

건국대학교 의과대학

사무국

김시우

질병관리청

이은영

질병관리청

박희빈

질병관리청

이희재

질병관리청

윤미라

질병관리청

원고편집인

조소연

(주)메드랑

국내 요양병원의 항생제 사용 실태 분석

이신영¹ , 김용찬² , 김동숙³ , 서승희¹ , 김승연¹ , 신나리^{1*} ¹질병관리청 의료안전예방국 항생제내성관리과, ²연세대학교 의과대학 내과학교실, ³국립공주대학교 간호보건대학 보건행정학과

초 록

요양병원 입원환자는 감염에 취약하여 항생제를 자주 사용하게 되지만 부적절한 사용이 많아 항생제 내성 발생 위험이 높다. 질병관리청은 우리나라 요양병원에 대한 항생제 사용 현황을 파악하기 위해 2020년부터 2022년까지 3년 동안 국내 요양병원을 대상으로 항생제 사용에 대한 양적·질적 평가와 의사들의 인식을 조사하였다. 조사 결과, 전국 항생제 사용량은 의료기관 종별 중 요양병원이 가장 많았다. 요양병원의 항생제 사용량은 2020년 대비 2022년에 28.1% 증가하였으나 항생제를 처방받은 환자들의 처방 적정성은 35.2% (252명/715명)로 나타났다. 요양병원 의사들은 상당수가 항생제 사용에 대한 부적절한 인식에도 불구하고 항생제 적정사용 관리에 대한 요구도가 높았다. 요양병원은 항생제 적정사용 관리 프로그램 수행에 필요한 인력 및 감염병 진단 인프라가 부족한 상황이므로 요양병원 맞춤형 지침 개발이 필요하다.

주요 검색어: 항생제; 요양병원; 항생제 적정사용 관리

서 론

최근 전 세계 인구가 급속하게 노령화됨에 따라 노인을 위한 장기 요양 시스템과 전문적 치료 수요가 높아지고 있다[1]. 우리나라 65세 이상 노인인구는 2020년 고령사회(15.7%)로 진입한 이후 2024년 19.2%로 지속 증가하고 있다. 이러한 인구통계학적 변화로 인해 장기요양 서비스에 대한 수요가 증가하면서 요양병원 기관수가 2016년 1,428개에서 2020년 1,582개로 연평균 2.6% 증가하였다[2]. 요양병원 환자는 일반적으로 고령으로 만성질환을 가지고 있는 경우가 많고, 밀집된 공간에서 장기 재원함으로써 감염에 취약하다[3,4]. 국

내·외 연구 결과에 따르면 요양병원 환자의 44.9~77.8%가 연간 한 번 이상 항생제 치료를 받고 있으나 처방된 항생제의 최대 75%는 부적절하거나 불필요한 것으로 나타났으며, 이는 결국 항생제 내성 위험을 높이게 된다[5-7]. 우리나라는 2016년부터 국가 항생제 내성 관리대책을 수립하여 항생제 적정사용과 내성균 전파를 차단하기 위해 노력하고 있다. 국가 차원의 항생제 적정사용 관리의 성공적 이행을 위해서는 의료기관 유형에 따른 항생제 사용 현황을 파악하는 것이 필요하다. 국내 요양병원의 항생제 사용에 관한 자료는 제한적이

다. 이 연구는 2020년부터 2022년까지 최근 3년간 국내 요

Received November 28, 2024 Revised December 19, 2024 Accepted December 23, 2024

*Corresponding author: 신나리, Tel: +82-43-719-7530, E-mail: shinnari@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted 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?**

요양병원 입원환자는 고령 및 만성질환자가 많고 밀집된 공간에서 장기 재원하게 됨으로써 감염에 취약하다. 또한, 이에 따라 항생제를 자주 사용하게 되지만 부적절하거나 불필요한 경우가 많은 것으로 알려져 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

우리나라의 요양병원은 항생제 사용량이 2020년 대비 2022년에 28.1% 증가하였으나 항생제를 처방받은 환자들의 처방 적정성은 35.2%로 저조하였고, 항생제 적정사용 관리 필요성이 높은 것을 확인하였다.

③ 시사점은?

요양병원은 항생제 적정사용 관리를 위해 요양병원 맞춤형 지침 개발이 필요하다.

양병원의 항생제 사용에 대한 양적·질적 평가를 통한 항생제 사용 실태 파악과, 이들 기관에 대한 항생제 사용 인식도 및 항생제 관리 요구도를 파악하기 위해 질병관리청 정책용역연구로 수행되었다.

방 법**1. 전국 요양기관 종별 항생제 사용량 조사**

건강보험청구자료를 기반으로 2020년부터 2022년까지 3년간 전국 요양기관별 항생제 사용량을 조사하였다. 연도별 항생제 사용량은 상급종합병원, 종합병원, 병원, 의원 및 요양병원을 대상으로 조사하였고, 항생제 분류는 World Health Organization (WHO)의 해부·치료·화학적(Anatomical Therapeutic Chemical, ATC) 분류체계를 사용하였다. WHO에서는 의약품 사용량을 국제적으로 비교하기 위해 ATC 분류체계에 따른 DDD (Defined Daily Dose) 기준 가이드라인을 제시하고 있다[8].

2. 전국 요양병원의 항생제 사용량 및 사용 유형 조사

건강보험청구자료를 기반으로 2020년부터 2022년까지 3년간 전국 1,764개 요양병원 입원환자 1,392,171명에 대한 항생제 사용량 및 사용 유형을 후향적으로 분석하였다. 항생제 분류는 WHO의 ATC 분류체계를 사용하였다.

3. 항생제 적정성 평가

국내 20개 요양병원을 대상으로 감염질환 진단검사 능력과 인적 자원에 대한 정보를 수집하였고, 2023년 7월 10일부터 10월 31일까지 약 3개월간 항생제를 새로 처방받은 환자에 대해 항생제 처방 적정성을 후향적으로 평가하였다. 조사지 및 평가지는 선행연구에서 개발한 구조화된 양식을 사용하였으며, 처방 적정성은 감염전문의 7명이 평가하였다. 항생제 처방의 적정성을 평가하기 위해 환자 정보와 항생제 처방 정보를 수집하였다. 개별 항생제 선택, 투여 경로, 용량을 기준으로 적정성을 평가하였으며, 이를 적정, 부분적 적정, 부적정, 평가 불가로 분류하였다. 항생제 선택의 적정성은 감염질환 치료 목적에 따라 평가되었다. 처방된 항생제가 해당 감염질환 진료지침에 부합하고 예상되는 병원체에 적합한 경우 '적정'으로 간주되었다. 반면, 항생제 스펙트럼이 과도하게 넓은 경우는 '부분적 적정'으로 평가되었으며, 그 외의 경우는 '부적정'으로 간주되었다. 항생제가 권장 경로로 투여된 경우 투여 경로는 '적정'으로 간주되었으며, 그렇지 않은 경우 '부적정'으로 평가되었다. 용량의 경우, 신기능 검사 결과를 바탕으로 평가하였으며, 검사 결과가 없는 경우 해당 항생제는 '평가 불가'로 처리되었다. 권장 범위 내의 용량은 '적정'으로 간주되었고, 권장 용량보다 높은 경우는 '부분적 적정', 권장 용량보다 낮은 경우는 '부적정'으로 평가되었다. 환자에게 여러 항생제가 처방된 경우, 개별 항생제의 적정성과 조합의 적정성을 종합적으로 고려하여 환자별 처방 적정성을 평가하였다. 환자 단위 평가에서 처방된 모든 항생제가 적정하고 불필요한 조합이 없는 경우 해당 환자의 항생제 처방은 '적정'으로 분류

되었다. 한 가지라도 부분적 적정 항생제가 포함되거나 불필요한 조합이 있는 경우에는 '부분적 적정'으로 평가되었다. 반면, 하나라도 부적정한 항생제 처방이 포함된 경우 환자의 처방은 '부적정'으로 분류되었다[9].

참여 병원은 대한요양병원협회를 통해 모집하였다. 각 지역에서 적어도 한 개 이상의 기관이 참여하였으며, 수도권역(9개) 및 경상권역(7개)이 가장 많았다. 재활 및 암전문 요양병원은 참여기관에서 제외되었으며 처방된 항생제 중 급성기 병원에서 처방된 항생제, 항진균제, 항바이러스제, 항결핵제, 항기생충제는 조사 대상에서 제외하였다.

4. 전국 요양병원 의사들의 항생제 사용에 대한 인식도 및 antimicrobial stewardship program 요구도 조사

2023년 11월 8일부터 11월 26일까지 총 19일간 전국 요양병원 의사 총 106명을 대상으로 익명으로 온라인 설문조사를 실시하여 항생제 사용에 대한 인식과 antimicrobial stewardship program (ASP)¹⁾ 요구도를 조사하였다.

결 과

1. 전국 요양기관 종별 항생제 사용량 및 사용 유형의 변화

최근 3년간(2020-2022년) 국내 요양기관 종별에 따른 환자당 항생제 사용량 조사 결과, 요양병원 사용량은 평균 27.5 DID²⁾로 가장 많았으나 2020년 대비 2022년 증감률은 의원(19.4%)에서 높은 것으로 나타났다(그림 1).

2020-2022년까지 1,764개 요양병원에 1,392,171명의 환자가 입원하였으며, 이 중 776,992명(55.8%)이 항생제를 사용하였다. 항생제 사용 환자는 65세 이상(85.4%)과 여성(60.7%)이 많았으며 전체 입원 기간에 비해 항생제 사용 환자가 더 장기간 입원(210.3일)하는 것으로 나타났다. 항생제 사용 환자에서 기저질환은 치매(47.6%)가 가장 많았고, 뇌졸중(23.5%)과 고혈압(20.5%)이 뒤를 이었다(표 1).

ATC 분류체계에 따른 국내 요양병원 항생제 사용량은 2020년 1,000재원일당 하루 83.2 DPD³⁾에서 2022년 106.6 DPD³⁾로 28.1% 증가하였고, 4세대 세팔로스포린(194.1%)과 카바페넴(78.6%)의 증가율이 높게 나타났다. 가장 흔하게 사용된 항생제는 플루오로퀴놀론(23.7 DPD)이었으며, 다음으

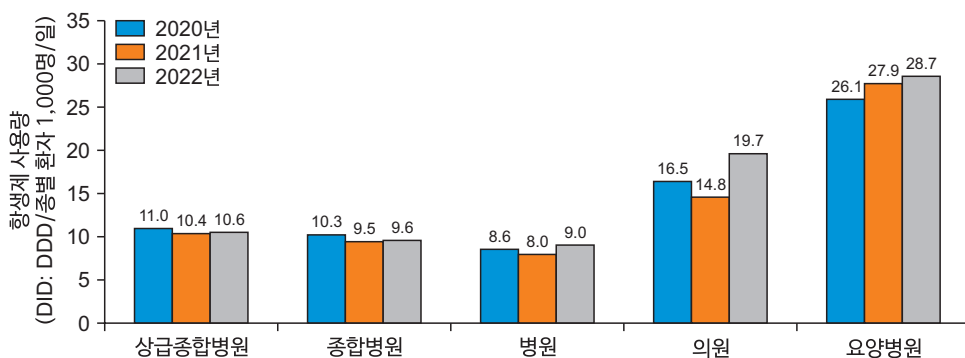


그림 1. 2020-2022년 국내 요양기관 종별 항생제 사용량

^{a)}DID (DDD/인구 1,000명/일)=의료기관 종별환자 1,000명당 하루 표준 항생제 소비량. DDD (Defined Daily Dose)=의약품 소비량 측정 단위(70 kg 성인이 하루 동안 복용해야 하는 평균 유지량).
^{b)}2020년 대비 2022년 증감률=2022년 사용량-2020년 사용량/2020년 사용량×100.

요양기관 종별	상급종합병원	종합병원	병원	의원	요양병원
평균 항생제 사용량(DID ^{a)})	10.6	9.8	8.5	17.0	27.5
2020년 대비 2022년 증감률 ^{b)} , %	-3.7	-6.4	+5.5	+19.4	+10.0

1) Antimicrobial stewardship program (ASP)=항생제 적정사용 관리. 항생제의 적절한 투약 결정, 치료 기간, 투여 경로를 포함한 최적의 항생제 사용을 지원하는 방법
2) DID (DDD/1,000 inhabitants/day)=의료기관 종별환자 1,000명당 하루 표준 항생제 소비량, DDD (Defined Daily Dose)=의약품 소비량 측정 단위(70 kg 성인이 하루 동안 복용해야 하는 평균 유지량).
3) DPD (DDD/1,000 patient-days)=1,000재원일당 하루 표준 항생제 소비량.

표 1. 2020-2022년 국내 요양병원 입원환자의 일반적 특성

항목	전체	항생제 처방 환자
	1,392,171 (100.0)	776,992 (100.0)
성별		
남	539,906 (38.8)	305,411 (39.3)
여	852,265 (61.2)	471,581 (60.7)
연령군		
0-64세	299,222 (21.5)	113,197 (14.6)
≥65세	1,092,949 (78.5)	663,795 (85.4)
다빈도 기저질환		
치매	566,780 (40.7)	370,200 (47.6)
뇌졸중	269,011 (19.3)	182,253 (23.5)
고혈압	272,786 (19.6)	159,347 (20.5)
암	226,374 (16.3)	105,629 (13.6)
당뇨병	164,311 (11.8)	98,170 (12.6)
파킨슨병	88,209 (6.3)	59,245 (7.6)
신장질환	57,672 (4.1)	40,283 (5.2)
심부전	29,521 (2.1)	19,617 (2.5)
뇌혈관질환	25,888 (1.9)	16,390 (2.1)
부정맥	18,999 (1.4)	12,431 (1.6)
재원일수	172.7±147.2	210.3±142.0

단위: 명(%) 혹은 평균±표준편차.

표 2. 2020-2022년 전국 요양병원의 항생제 분류별 사용량

분류 기준	항목	2020년	2021년	2022년	평균	증감률(%) ^{a)}
ATC (단위: DPD ^{b)})	전체	83.2	91.9	106.6	93.9	(28.1)
	테트라사이클린	2.2	1.6	1.9	1.9	(-14.8)
	광범위 페니실린	3.3	2.8	3.1	3.1	(-8.1)
	베타락탐분해효소저해제를 포함한 페니실린	11.9	13.5	16.3	13.9	(37.0)
	1세대 세팔로스포린	3.0	2.9	2.9	2.9	(-3.0)
	2세대 세팔로스포린	7.4	7.2	7.8	7.4	(5.6)
	3세대 세팔로스포린	16.5	19.3	23.2	19.7	(40.2)
	4세대 세팔로스포린	0.2	0.3	0.5	0.3	(194.1)
	모노박탐	0.02	0.02	-	0.01	-
	카바페넴	4.7	6.6	8.4	6.6	(78.6)
	마크로라이드	1.2	1.2	1.3	1.2	(8.2)
	린코사마이드	0.8	0.8	1.0	0.9	(27.6)
	아미노글라이코시드	5.7	6.2	6.7	6.2	(17.5)
	플루오로퀴놀론	20.9	23.5	26.7	23.7	(27.6)
	글라이코펩티드	0.5	0.7	0.8	0.7	(40.7)
	폴리믹신	0.1	0.2	0.2	0.2	(21.4)
	이미다졸유도체	4.6	5.1	5.9	5.2	(27.4)
	기타 항생제	0.1	0.1	0.1	0.1	(28.6)

ATC=해부(anatomical), 치료(therapeutic) 및 화학적(chemistry) 항생제 분류체계. ^{a)}증감률=2020년 대비 2022년 증감률(2022년 사용량-2020년 사용량/2020년 사용량×100). ^{b)}DPD=DDD/1,000 patient-days=1,000재원일당 하루 표준 항생제 소비량.

표 3. 항생제 적정성 평가에 참여한 요양병원의 일반적 특성

특성	총합
요양병원 소재 지역	20 (100.0)
수도권(서울, 인천, 경기)	9 (45.0)
충청권(대전)	1 (5.0)
전라 및 제주권(전라, 광주, 제주)	3 (15.0)
경상권(경상남·북도, 대구, 부산, 울산)	7 (35.0)
보건의료인력(명), 평균±표준편차	
100병상당 의사	2.3±0.5
100병상당 간호사	12.3±4.3
100병상당 약사	0.5±0.2
검사 능력(전체=20)	
원내 소변검사	11 (55.0)
원내 배양검사	0 (0.0)
흉부 X-선 검사	19 (95.0)
처방 환자(전체=740)	
일반병동	739 (99.9)
내과계	562 (75.9)
외과계	128 (17.3)
정신 보행	75 (10.1)
혈액 보행	238 (32.2)
와상	427 (57.7)
혈액 배양검사	159 (21.5)
기타 배양검사	223 (30.1)
전자의무기록 상 eGFR 검사자료	475 (64.2)
감염증 치료목적으로 항생제 사용	715 (96.6)
연령(세), 중위수(사분위수)	81.0 (71.0-86.0)
항생제 처방(전체=885건)	
감염증 치료 목적	855 (96.6)
내·외과적 예방 목적	20 (2.3)
정맥 투여	603 (68.1)
경구 투여	279 (31.5)
<200병상	431 (48.7)
200-299병상	180 (20.3)
≥300병상	274 (31.0)
주요 개별 항생제 처방(전체=885건)	
세프트리악손	181 (20.5)
피페라실린/타조박탐	179 (20.2)
아미카신	67 (7.6)
시프로플록사신	64 (7.2)
아목시실린	57 (6.4)
감염증별 처방(전체=855건)	
호흡기 감염	415 (48.5)
요로 감염	202 (23.6)
피부연조직 감염	83 (9.7)
원인불명 감염	73 (8.5)
소화기 감염	37 (4.3)
기타 혈류감염	35 (4.1)
귀, 코, 구강 내 감염	15 (1.8)
골관절 감염	8 (0.9)

단위: 개수(%) 또는 건수(%). eGFR (estimated glomerular filtration rate)=신장 기능 지표.

로 3세대 세팔로스포린(19.7 DPD) 및 베타락탐분해효소저해제를 포함한 페니실린(13.9 DPD) 순으로 나타났다(표 2).

2. 국내 20개 요양병원의 항생제 사용 적정성

항생제 사용 적정성 평가에 참여한 20개 요양병원은 대부분 수도권역(45.0%)과 경상권역(35.0%)에 소재하였다. 요양병원 내 ASP 수행에 필요한 인력과 검사 수행 능력을 조사한 결과 100명당 보건의료인력은 의사 2.3 ± 0.5 명, 간호사 12.3 ± 4.3 명, 약사 0.5 ± 0.2 명이었고, 흉부 X-선 검사는 대부분 병원(95.0%)에서 가능하였다. 그러나 원내 소변검사가 가능한 곳은 11곳(55.0%)에 불과하였으며, 배양검사는 모두 외부 검사기관에 의뢰되었다.

2023년 7월 10일부터 10월 31일까지 항생제를 처방받은 환자는 총 740명으로 이 중 715명(96.6%)이 감염증 치료 목적으로 항생제를 처방받았다. 내과계 562명(75.9%) 및 일반병동 환자가 739명(99.9%)으로 많았고, 665명(89.9%)이 스스로 보행이 불가능하였다. 항생제 투여 전 혈액 배양검사를

받은 환자는 159명(21.5%)이었고, 신기능 검사 정보가 있는 환자는 475명(64.2%)이었다.

전체 885건의 항생제 처방 건 중 855건(96.6%)이 감염증 치료 목적이었다. 개별 항생제는 세프트리악손(181건, 20.5%) 및 피페라실린/타조박탐(179건, 20.2%)이 가장 흔하게 처방되었다. 경구제(31.5%)에 비해 주사제(68.1%)가 많았고, 감염증별 다빈도 처방 건수는 호흡기 감염(48.5%), 요로 감염(23.6%) 및 피부연조직 감염(9.7%) 순으로 나타났다(표 3).

감염증 치료 목적으로 사용된 전체 855건의 항생제 처방 건에 대한 적정성은 투여 경로 적정성이 99.6% (852건)로 가장 높았으나 항생제 선택과 처방 용량에 대한 적정성은 62.0% (530건)와 56.1% (480건)로 확인되었다. 또한, 감염증 치료 목적으로 항생제를 처방받은 환자 715명 중 적정 처방을 받은 환자의 비율은 35.2% (252명)였다. 항생제 다빈도 사용 감염증에 대한 적정성은 호흡기 감염 40.7% (169건/415건), 요로 감염 37.1% (75건/202건) 및 피부연조직 감염 21.7% (18건/83건) 순이었다(그림 2).

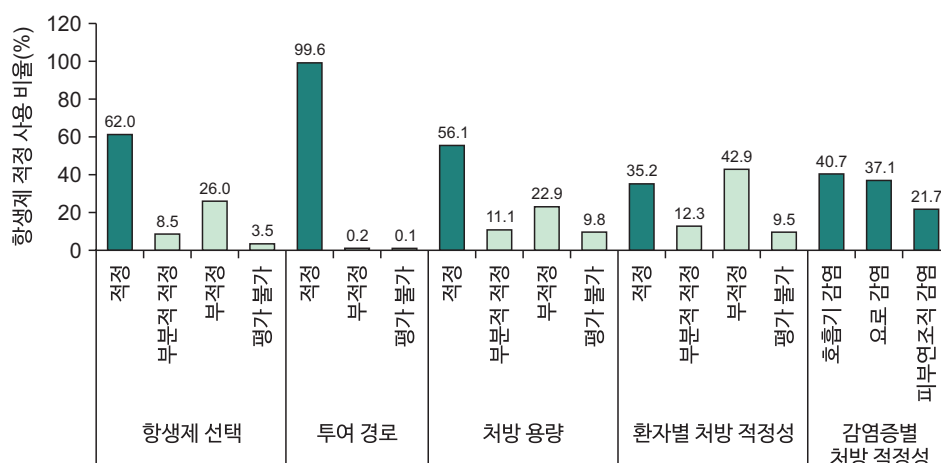


그림 2. 항생제 처방 적정성

항생제 선택(감염질환 치료 목적에 따라 평가): 적정=처방 항생제가 해당 감염질환 진료지침에 부합하고 예상되는 병원체에 적합한 경우; 부분적 적정=항생제 스펙트럼이 과도하게 넓은 경우; 부적정=그 외의 경우; 평가 불가=항생제 종류의 적합성을 평가할 수 없는 경우. 투여 경로: 적정=항생제가 권장 경로로 투여된 경우; 부적정=항생제가 권장 경로로 투여되지 않은 경우; 평가 불가=항생제 투여 경로를 평가할 수 없는 경우. 처방 용량(신기능 검사 결과를 기준으로 평가): 적정=권장 범위 내의 용량; 부분적 적정=권장 용량보다 높은 경우; 부적정=권장 용량보다 낮은 경우; 평가 불가=신기능 검사 결과가 없어 용량의 적합성을 평가할 수 없는 경우. 환자 기준 항생제 적정성 평가(환자에게 여러 항생제가 처방된 경우 개별 항생제의 적정성과 조합의 적정성을 종합적으로 고려하여 평가): 적정=처방된 모든 항생제가 적정하고 불필요한 조합이 없는 경우; 부분적 적정=처방된 항생제 중 하나 이상에서 부분적 적정 항생제가 포함되거나 불필요한 조합이 있는 경우; 부적정=처방된 항생제 중 하나 이상에서 부적정한 항생제가 포함된 경우; 평가 불가=평가 불가인 항생제가 하나 이상 있는 경우

3. 요양병원 의사들의 항생제 사용 인식도 및 항생제 적정 사용 관리 요구도

전국 요양병원 의사 106명에 대해 익명으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사에 참여한 의사들은 40대 이상(92.4%)이 많았고, 진료과는 가정의학과(21.7%), 외과(18.9%), 내과(17.9%) 및 재활의학과(15.1%)가 대부분을 차지하였다. 요양병원 근무 기간은 10년 이상(49.1%)이 많았으며 봉직 의사(67.9%)가 많았다(표 4).

의사들의 상당수는 항생제를 사용할 수 없는 임상 상황에서 항생제를 사용하는 것에 동의하지 않았으며(17.9-30.2%), 항생제 사용으로 인한 부작용(96.2%)과 요양병원의 높은 내성률(76.4%)에 대해 잘 인식하고 있었다. 그러나 항생제가 원인불명의 발열(66.0%)과 염증 수치(72.6%)를 개선시킨다는 부적절한 인식을 가지고 있는 경우도 상당하였다. 또한, 항생제 사용 전 세균 배양검사가 저조(49.1%)한 이유에 대해 59.3%가 검사 인력 부족과 내성균 확인 시 관리가 어렵기 때문이라고 답변하였다. 의사들은 요양병원의 항생제 적정사용 관리 체계를 구현하기 위해 항생제 사용관리 중재 활동(88.7%), 의사 대상 항생제 및 감염질환 교육(74.5%), 요양병원 맞춤형 지침서 개발(84.9%), 전문가 및 전문기관의 도움(73.6%), 노력에 대한 보상(85.8%)이 필요하다고 하였다(그림 3).

논 의

본 연구에서 의료기관 종별에 따른 항생제 사용량은 다른 종별에 비해 요양병원에서 가장 높았고, 요양병원은 3·4 세대 세팔로스포린 및 카바페넴 등 광범위 항생제 사용량이 가장 높은 증가 추세를 보였다. 이러한 현상은 고령 및 기저질환 상태에 있는 요양병원 환자들의 임상적 특성, 요양병원 수의 증가 및 항생제 치료 기간 중 급성기병원으로부터 환자 이입 증가 등 다양한 요인과의 연관성을 추정해 볼 수 있다[2-4].

표 4. 전국 요양병원 설문조사 참여 의사들의 일반적 특성

특성	명(%)
연령	
<30세	1 (0.9)
30-39세	7 (6.6)
40-49세	39 (36.8)
50-59세	35 (33.0)
≥60세	24 (22.6)
진료과	
가정의학과	23 (21.7)
내과	19 (17.9)
마취통증의학과	1 (0.9)
산부인과	6 (5.7)
소아과	2 (1.9)
신경과	8 (7.5)
신경외과	1 (0.9)
영상의학과	1 (0.9)
외과	20 (18.9)
응급의학과	1 (0.9)
재활의학과	16 (15.1)
정형외과	4 (3.8)
흉부외과	2 (1.9)
일반의	2 (1.9)
요양병원 근무 기간	
<1년	6 (5.7)
1-3년	11 (10.4)
4-9년	37 (34.9)
≥10년	52 (49.1)
업무 형태	
병원장	34 (32.1)
봉직의	72 (67.9)

전체=106.

감염증 치료 목적으로 처방된 환자들의 부적절한 항생제 처방률(55.2%)은 국내 요양병원(41.3%) 및 급성기병원(27.7%)을 대상으로 한 다른 연구 비해 높은 것으로 나타났는데, 이는 장기요양시설에서 부적절 처방률이 최대 75%에 달한다는 국내·외의 다른 연구와도 일치한 결과이다[6,9,10]. 특히 다빈도로 항생제가 처방되는 호흡기 감염, 요로 감염, 피부·연조직 감염증에서 부적절 처방(21.7-40.7%)이 많았는데, 이는 요양병원에서 ASP의 필요성을 시사한다.

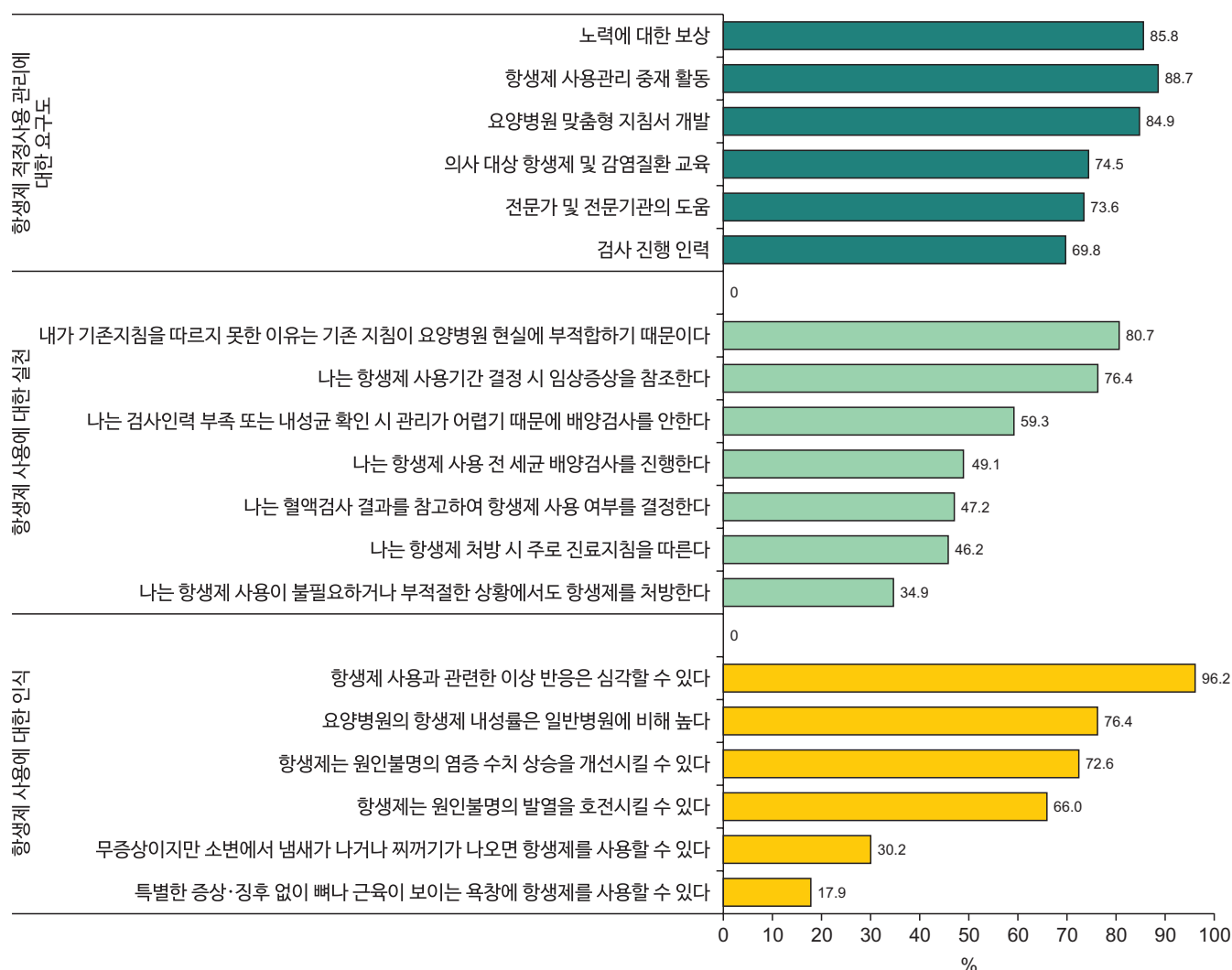


그림 3. 요양병원 의사들의 항생제 사용에 대한 인식, 실천 및 적정사용 관리 요구도

결론적으로 국내 요양병원은 항생제 처방 적정성이 40% 미만으로 낮고, ASP 수행에 필요한 약사(0.5 ± 0.2 명) 등과 같은 인력과 진단 인프라가 부족하며, 요양병원 의사들의 높은 ASP 요구도를 고려하여 감염증 진단 및 치료를 도와줄 수 있는 맞춤형 지침 개발이 필요하다.

본 연구의 적정성 평가에 참여한 20개 의료기관은 무작위 표본 추출에 의해 선정된 것이 아닌 자발적 참여에 의한 것이었다. 이로 인해 선택 편향(selection bias)이 발생했을 수 있지만, 다양한 특징을 가진 기관들이 고루 참여하였기 때문에 우리나라 요양병원 항생제 적정성 평가를 대표하는 자료로 활용될 수 있을 것이다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: SYL. Data curation: SYL. Formal analysis: SYL. Methodology: SYL. Project administration: YCK, DSK. Supervision: NRS. Visualization: SYL. Writing – original draft: SYL. Writing

– review & editing: NRS, YCK, DSK, SHS, SYK.

References

1. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Health at a Glance 2023. OECD; 2023.
2. National Health Insurance Service (NHIS). National health and medical status survey 2022. Wonju: NHIS; 2022 Feb. Report No.: 11-1352000-000524-13.
3. Lee S, Yoon NH, Choi JY, Kim KI, Kim H. Factors associated with acute hospitalizations and mortality of older adults in long-term care facilities and long-term care hospitals: a population-based, public-insurance big-data analysis. *J Korean Gerontol Nurs* 2022;24:162-73.
4. Montoya A, Mody L. Common infections in nursing homes: a review of current issues and challenges. *Aging health* 2011;7:889-99.
5. Falcone M, Paul M, Yahav D, Orlando G, Tiseo G, Prendki V, et al.; Study Group for Infections in the Elderly (ESGIE). Antimicrobial consumption and impact of antimicrobial stewardship programmes in long-term care facilities. *Clin Microbiol Infect* 2019;25:562-9.
6. Lim CJ, Kong DC, Stuart RL. Reducing inappropriate antibiotic prescribing in the residential care setting: current perspectives. *Clin Interv Aging* 2014;9:165-77.
7. Kim HJ, Oh DK, Lim SY, Cho YJ, Park S, Suh GY, et al. Antibigram of multidrug-resistant bacteria based on sepsis onset location in Korea: a multicenter cohort study. *J Korean Med Sci* 2023;38:e75.
8. WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology. Guidelines for ATC classification and DDD assignment 2023. 26th ed. WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology; 2022.
9. Kim YC, Park JY, Kim B, Kim ES, Ga H, Myung R, et al.; Korea Study Group for Antimicrobial Stewardship (KOSGAP). Prescriptions patterns and appropriateness of usage of antibiotics in non-teaching community hospitals in South Korea: a multicentre retrospective study. *Antimicrob Resist Infect Control* 2022;11:40.
10. Park SY, Moon SM, Kim B, Lee MJ, Park JY, Hwang S, et al.; Korea Study Group for Antimicrobial Stewardship (KOSGAP). Appropriateness of antibiotic prescriptions during hospitalization and ambulatory care: a multicentre prevalence survey in Korea. *J Glob Antimicrob Resist* 2022;29:253-8.

Antibiotic Use Analysis in Long-term Care Hospitals in the Republic of Korea

Shin-Young Lee¹ , Yong-Chan Kim² , Dong-Sook Kim³ , Seung-Hee Seo¹ , Seung-Yun Kim¹ , Na-Ri Shin^{1*} 

¹Division of Antimicrobial Resistance Control, Department of Healthcare Safety and Immunization, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea, ²Department of Internal Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea, ³Department of Health Administration, College of Nursing and Health, Kongju National University, Gongju, Korea

ABSTRACT

Patients in long-term care hospitals (LTCHs) are vulnerable to infections and are frequently prescribed antibiotics; however, the inappropriate use of antibiotics is common, leading to a high risk of developing resistance. The Korea Disease Control and Prevention Agency conducted a quantitative and qualitative evaluation of antibiotic use and surveyed doctor's perceptions in domestic LTCHs from 2020 to 2022. The survey results showed that LTCHs had the highest antibiotic usage among the various healthcare institutions, with a 28.1% increase in usage from 2020 to 2022. Moreover, the appropriateness of antibiotic prescriptions for patients was low at only 35.2% (252/715). Due to inadequate awareness of antibiotic use, many LTCHs doctors have expressed a strong demand for proper antimicrobial stewardship. Since LTCHs lack personnel and infectious disease diagnosis infrastructure necessary to perform antimicrobial stewardship programs, customized antibiotic use guidelines for LTCHs are needed.

Key words: Anti-bacterial agents; Long-term care; Antimicrobial stewardship

*Corresponding author: Na-Ri Shin, Tel: +82-43-719-7530, E-mail: shinnari@korea.kr

Introduction

The global population has rapidly aged in recent years, which has increased the demand for long-term care systems and specialized treatments for older individuals worldwide [1]. Since Republic of Korea (ROK) has become an aged society, with 15.7% of its population aged 65 or older in 2020, this demographic has continued to increase, reaching 19.2% in 2024. With these demographic shifts, the need for long-term care services has surged, resulting in an annual increase

of 2.6% in long-term care hospitals from 1,428 in 2016 to 1,582 in 2020 [2]. Patients in these hospitals are typically older, often have chronic diseases, and are particularly vulnerable to infections due to prolonged stays in crowded facilities [3,4]. Domestic and international studies have indicated that 44.9–77.8% of inpatients in these hospitals receive antibiotic treatment at least once annually. However, up to 75% of these prescriptions are deemed inappropriate or unnecessary, which ultimately increases the risk of developing antibiotic resistance [5–7]. In 2016, ROK implemented the National Action Plan

Key messages

① What is known previously?

Patients admitted to long-term care hospitals are vulnerable to infections because majority are older adults with chronic diseases and are hospitalized for long periods of time in crowded spaces. Consequently, antibiotics are frequently used; however, they are known to be prescribed inappropriately or unnecessarily in many cases.

② What new information is presented?

In long-term care hospitals in the Republic of Korea, compared to 2020, the total amount of antibiotic use increased by 28.1% in 2022 with a low appropriateness of prescriptions at 35.2%, confirming the necessity for antimicrobial stewardship.

③ What are implications?

To implement antimicrobial stewardship in long-term care hospitals, it is necessary to develop customized guidelines for these hospitals.

on Antimicrobial Resistance to ensure the proper use of antibiotics and prevent the spread of antibiotic-resistant bacteria. To effectively manage antibiotic use nationally, assessing the patterns of antibiotic use across different types of medical institutions is crucial. Currently, data on antibiotic use in long-term care hospitals are limited.

This study was conducted as a policy service research initiative by the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). We aimed to assess the current status of antibiotic use through quantitative and qualitative evaluations over 3 years (2020–2022). We also sought to gauge the perceptions of antibiotic use and the need for improved antibiotic management among doctors in long-term care hospitals.

Methods

1. Investigation of Antibiotic Usage by Type of Medical Institution Nationwide

Using national health insurance claims data, we analyzed antibiotic usage across various medical institutions for 3 years (2020–2022). We investigated the annual antibiotic usage in tertiary care hospitals, general hospitals, hospitals, clinics, and long-term care hospitals. Antibiotics were classified according to the World Health Organization (WHO) Anatomical Therapeutic Chemical (ATC) Classification System. To facilitate international comparison of pharmaceutical usage, the WHO guidelines for Defined Daily Dose (DDD) standards, based on the ATC Classification System, were utilized [8].

2. Investigation of Antibiotic Usage and Use Patterns in Long-term Care Hospitals Nationwide

Antibiotic usage and usage patterns were retrospectively analyzed in 1,392,171 inpatients across 1,764 long-term care hospitals nationwide, using national health insurance claims data over 3 years (2020–2022). Antibiotics were classified using the WHO ATC Classification System.

3. Evaluating the Appropriateness of Antibiotic Use

Data regarding the diagnostic testing capabilities for infectious diseases and related human resources were collected from 20 long-term care hospitals in ROK. The appropriateness of newly prescribed antibiotics was retrospectively evaluated over approximately 3 months, from July 10 to October 31, 2023. The questionnaire and evaluation form used in this study were

adapted from structured forms developed in a previous study. Seven infectious disease specialists assessed the appropriateness of the prescriptions. Patient information and antibiotic prescription details were gathered to evaluate the appropriateness based on the choice of antibiotics, route of administration, and dosage. The prescriptions were classified as optimal, suboptimal, inappropriate, or not evaluable. Appropriateness was determined by whether the antibiotic was chosen in accordance with the treatment guidelines for the expected infectious disease and its pathogens. Prescriptions that aligned with these guidelines and targeted the expected pathogens were deemed “optimal.” Prescriptions were considered “suboptimal” if the antibiotic spectrum was excessively broad; otherwise, they were deemed “inappropriate.” If an antibiotic was administered via the recommended route, the route of administration was considered “optimal;” otherwise, it was considered “inappropriate.” Dosage evaluation was based on renal function test results; without these results, the dosage was deemed “not evaluable.” A dosage within the recommended range was considered “optimal,” while a dosage exceeding the recommended range was considered “suboptimal,” and a dosage below the recommended range was considered “inappropriate.” When multiple antibiotics were prescribed to a patient, the appropriateness of the antibiotic prescription for each patient was comprehensively assessed, considering the appropriateness of individual antibiotics and the combined use of antibiotics. In the patient-by-patient evaluation, the antibiotic prescription was classified as optimal if all prescribed antibiotics were appropriate without any unnecessary combinations. If at least one antibiotic was deemed partially appropriate or if an unnecessary combination

was included, it was considered “suboptimal.” Conversely, if at least one antibiotic prescription was considered inappropriate, the entire prescription for the patient was classified as “inappropriate” [9].

Participating hospitals were recruited through the Korean Convalescent Hospital Association. Each region was represented by more than one hospital, with most participating hospitals located in the capital area (n=9) and Gyeongsang Province (n=7). Rehabilitation and cancer-specialized long-term care hospitals were excluded. Antibiotics prescribed in acute care hospitals, along with antifungals, antivirals, antituberculosis drugs, and antiparasitic drugs, were excluded from the survey.

4. Survey on the Perceptions of Antibiotic Use and the Need for Antimicrobial Stewardship Programs among Doctors in Long-term Care Hospitals Nationwide

From November 8 to November 26, 2023, 106 doctors in long-term care hospitals nationwide participated in an anonymous online survey that explored perceptions of antibiotic use and the need for antimicrobial stewardship programs (ASPs¹⁾).

Results

1. Changes in Antibiotic Usage and Use Patterns by Type of Medical Institution Nationwide

An analysis of antibiotic usage per patient by type of medical institution over 3 years (2020–2022) revealed that long-term care hospitals had the highest average usage (27.5 DID²⁾ [DDD³⁾ per 1,000 inhabitants per day]) than in other types

1) ASP=antimicrobial stewardship program is a method that supports optimal antibiotic use, including appropriate antibiotic prescribing decisions, treatment duration, and route of administration.

2) DID (DDD/1,000 inhabitants/day)=DDD of antibiotics per 1,000 inhabitants per day, categorized by the type of medical institution

3) DDD (Defined Daily Dose)=daily defined doses of antibiotics (average maintenance dose that a 70 kg adult should take per day)

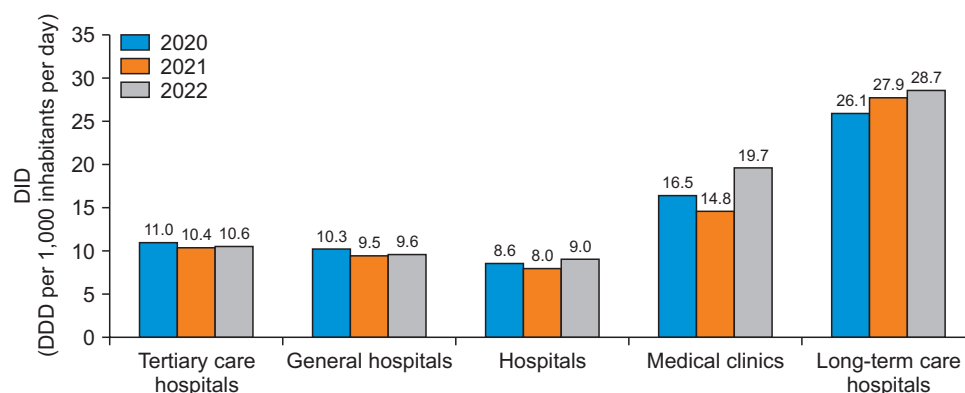


Figure 1. Antimicrobial usage by type of medical institution in Republic of Korea, 2020–2022

^a) DID (DDD/1,000 inhabitants/day)= Defined Daily Doses (DDD) per 1,000 inhabitants per day. ^b) Variance=change rate in 2022 compared to 2020 (2022 usage–2020 usage/2020 usage×100).

Types of medical institutions	Tertiary care hospitals	General hospitals	Hospitals	Medical clinics	Long-term care hospitals
Antimicrobial usage (DID ^a), mean	10.6	9.8	8.5	17.0	27.5
Variance (2022 compare to 2020) ^b , %	–3.7	–6.4	+5.5	+19.4	+10.0

Table 1. General characteristics of patients admitted to long-term care hospitals in Republic of Korea, 2020–2022

Variable	Total	No. of patients who received antibiotics
	1,392,171 (100.0)	776,992 (100.0)
Sex		
Male	539,906 (38.8)	305,411 (39.3)
Female	852,265 (61.2)	471,581 (60.7)
Age (yr)		
0–64	299,222 (21.5)	113,197 (14.6)
≥65	1,092,949 (78.5)	663,795 (85.4)
Comorbidity		
Dementia	566,780 (40.7)	370,200 (47.6)
Stroke	269,011 (19.3)	182,253 (23.5)
Hypertension	272,786 (19.6)	159,347 (20.5)
Cancer	226,374 (16.3)	105,629 (13.6)
Diabetes mellitus	164,311 (11.8)	98,170 (12.6)
Parkinson disease	88,209 (6.3)	59,245 (7.6)
Renal disease	57,672 (4.1)	40,283 (5.2)
Heart failure	29,521 (2.1)	19,617 (2.5)
Cerebro vascular disease	25,888 (1.9)	16,390 (2.1)
Arrhythmia	18,999 (1.4)	12,431 (1.6)
Hospitalization days	172.7±147.2	210.3±142.0

Values are presented as number (%) or mean±standard deviation.

of medical institutions. However, the rate of change in 2022 compared with 2020 was highest in clinics at 19.4% (Figure 1).

From 2020 to 2022, a total of 1,392,171 patients were admitted to 1,764 long-term care hospitals, with 776,992

patients (55.8%) receiving antibiotics. Antibiotic use was more prevalent among patients aged 65 years or older (85.4%) and female (60.7%). Additionally, patients taking antibiotics had longer hospital stays, averaging 210.3 days, compared with the

overall average length of hospitalization. The most frequent underlying conditions in patients receiving antibiotics were dementia (47.6%), followed by stroke (23.5%), and hypertension (20.5%; Table 1).

Antibiotic use in long-term care hospitals, as categorized by the ATC Classification System, increased by 28.1% from 83.2 DPD⁴⁾ (DDD per 1,000 patients per day) in 2020 to 106.6 DPD in 2022. Notably, the use of fourth-generation cephalosporins rose by 194.1%, and carbapenems rose by 78.6%. The most commonly administered antibiotics were fluoroquinolones (23.7 DPD), followed by third-generation cephalosporins (19.7 DPD) and penicillins, including beta-lactamase inhibitors (13.9 DPD; Table 2).

2. Appropriateness of Antibiotic Use in 20 Long-term Care Hospitals

Most of the 20 long-term care hospitals participating in the evaluation of antibiotic use appropriateness were located in the capital area (45.0%) and in Gyeongsang Province (35.0%). An investigation into the human resources and testing capabilities necessary to implement ASPs in these hospitals revealed that there were, on average, 2.3 ± 0.5 doctors, 12.3 ± 4.3 nurses, and 0.5 ± 0.2 pharmacists per 100 beds. Chest radiographic examinations were available in most hospitals (95.0%). However, in-hospital urine tests were available in only 11 hospitals (55.0%), and all culture tests were outsourced to external laboratories.

From July 10 to October 31, 2023, a total of 740 patients were prescribed antibiotics, of whom 715 (96.6%) received

Table 2. Antibiotic usage by category in all long-term care hospitals in Republic of Korea, 2020–2022

Classification	Category	2020	2021	2022	Mean	Variance (%) ^{a)}
	Total	83.2	91.9	106.6	93.9	(28.1)
ATC	Tetracyclines	2.2	1.6	1.9	1.9	(-14.8)
Classification	Penicillins with extended spectrum	3.3	2.8	3.1	3.1	(-8.1)
System	Combinations of penicillins, including	11.9	13.5	16.3	13.9	(37.0)
(unit: DPD ^{b)})	beta-lactamase inhibitors					
	1st Generation cephalosporins	3.0	2.9	2.9	2.9	(-3.0)
	2nd Generation cephalosporins	7.4	7.2	7.8	7.4	(5.6)
	3rd Generation cephalosporins	16.5	19.3	23.2	19.7	(40.2)
	4th Generation cephalosporins	0.2	0.3	0.5	0.3	(194.1)
	Monobactams	0.02	0.02	-	0.01	-
	Carbapenems	4.7	6.6	8.4	6.6	(78.6)
	Marcrolides	1.2	1.2	1.3	1.2	(8.2)
	Lincosamides	0.8	0.8	1.0	0.9	(27.6)
	Aminoglycosides	5.7	6.2	6.7	6.2	(17.5)
	Fluoroquinolones	20.9	23.5	26.7	23.7	(27.6)
	Glycopeptide antibacterials	0.5	0.7	0.8	0.7	(40.7)
	Polymyxins	0.1	0.2	0.2	0.2	(21.4)
	Imidazole derivatives	4.6	5.1	5.9	5.2	(27.4)
	Other antibacterials (oxazolidinones)	0.1	0.1	0.1	0.1	(28.6)

ATC=Anatomical Therapeutic Chemical. ^{a)}Variance of usage rate in 2022 compared to 2020=2022 usage-2020 usage/2020 usage×100.

^{b)}DPD=Defined Daily Dose (DDD)/1,000 patient-days.

4) DPD (DDD/1,000 patient-days)=DDD per 1,000 patients per day

Table 3. Characteristics of long-term care hospitals included in the evaluation of antibiotic prescription appropriateness

Characteristic	Total
Regional distribution of the long-term care hospitals	20 (100.0)
Seoul, Incheon, Gyeonggi	9 (45.0)
Daejeon	1 (5.0)
Gwangju, Jeolla, Jeju island	3 (15.0)
Gyeongsang, Daegu, Busan, Ulsan, Pohang	7 (35.0)
Health care personnel, mean±SD	
No. of doctors per 100 beds	2.3±0.5
No. of nurses per 100 beds	12.3±4.3
No. of pharmacists per 100 beds	0.5±0.2
Possibility of diagnostic testing (N=20)	
In-hospital urine test	11 (55.0)
In-hospital culture test (blood, urine)	0 (0.0)
Chest X-ray	19 (95.0)
Patients of prescribed antibiotics (N=740)	
General ward	739 (99.9)
Medical departments	562 (75.9)
Surgical departments	128 (17.3)
Ambulation	75 (10.1)
Wheelchair ambulation	238 (32.2)
Bed-ridden state	427 (57.7)
Blood culture studies	159 (21.5)
Non-blood culture studies	223 (30.1)
Data about renal eGFR at EMR	475 (64.2)
Use of antibiotics to treat infections	715 (96.6)
Age (yr), median (IQR)	81.0 (71.0–86.0)
Prescription of antibiotics (N=885)	
Treatment of infection	855 (96.6)
Medical and surgical prophylaxis	20 (2.3)
Intravenous administration	603 (68.1)
Oral administration	279 (31.5)
<200 beds capacity	431 (48.7)
200–299 beds capacity	180 (20.3)
≥300 beds capacity	274 (31.0)
No. of major prescriptions by antibiotics type (N=885)	
Ceftriaxone	181 (20.5)
Piperacillin/tazobactam	179 (20.2)
Amikacin	67 (7.6)
Ciprofloxacin	64 (7.2)
Amoxicillin	57 (6.4)
No. of prescriptions by infection type (N=855)	
Respiratory infections	415 (48.5)
Urinary tract infections	202 (23.6)
Skin and soft tissue infections	83 (9.7)
Infections of Unknown cause	73 (8.5)
Gastrointestinal infections	37 (4.3)
Blood stream infections	35 (4.1)
Infections of the ear, nose and mouth	15 (1.8)
Bone and joint infections	8 (0.9)

Unit: n (%). SD=standard deviation; eGFR=estimated glomerular filtration rate; EMR=electronic medical record; IQR=interquartile range.

them for infection treatment. The breakdown of these patients included 562 in internal medicine departments (75.9%), 739 in general wards (99.9%), and 665 who were unable to walk independently (89.9%). Only 159 patients (21.5%) underwent blood culture tests before antibiotic administration, and renal function test results were available for 475 patients (64.2%).

Of the 885 antibiotic prescriptions, 855 (96.6%) were issued to treat infections. The most commonly prescribed antibiotics were ceftriaxone (n=181, 20.5%) and piperacillin/tazobactam (n=179, 20.2%). The injectable forms were prescribed more frequently (68.1%) than the oral forms (31.5%). The most frequent indications were respiratory (48.5%), urinary tract

(23.6%), and skin and soft tissue infections (9.7%; Table 3).

Of the 855 antibiotic prescriptions for infectious diseases, 99.6% (n=852) were deemed optimal in terms of administration route. However, the optimal antibiotic choice and dosage were observed in only 62.0% (n=530) and 56.1% (n=480) of cases, respectively. Among the 715 patients treated for infectious diseases, 35.2% (n=252) received prescriptions that were considered optimal. The highest rates of appropriate antibiotic use were for respiratory infections (40.7%, n=169/415), followed by urinary tract (37.1%, n=75/202), and skin and soft tissue infections (21.7%, n=18/83; Figure 2).

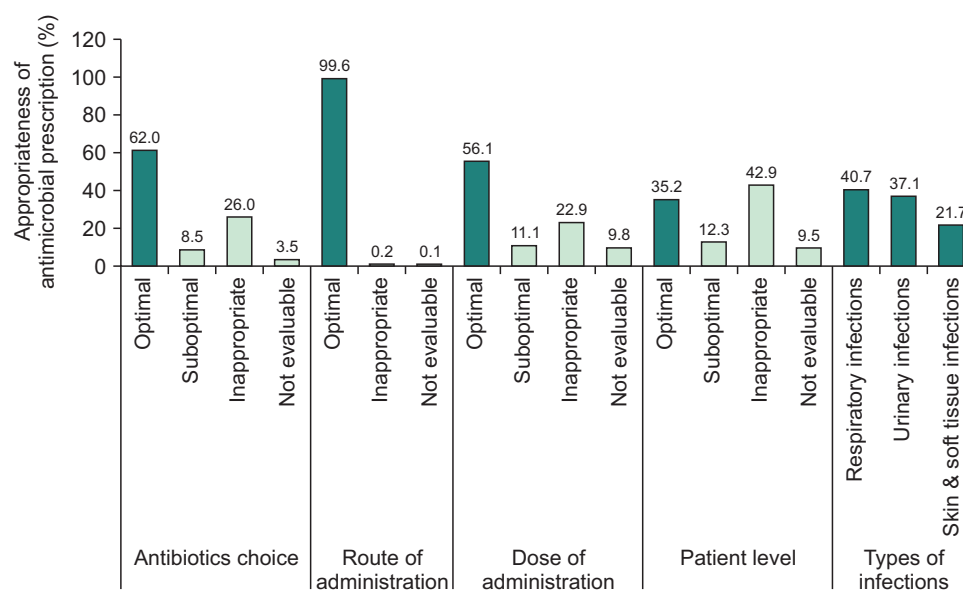


Figure 2. Appropriateness of antimicrobial prescriptions

Antibiotics choice (evaluated according to the purpose of infectious disease treatment): optimal=if the prescribed antibiotic complies with the relevant infectious disease treatment guidelines and is appropriate for the expected pathogen; suboptimal=if the antibiotic spectrum is too broad; inappropriate=in other cases; not evaluable=if the appropriateness of the antibiotic type cannot be evaluated. Route of administration: optimal=when the antibiotic was administered by the recommended route; inappropriate=when the antibiotic was not administered by the recommended route; not evaluable=when the route of antibiotic administration could not be evaluated. Dose of administration (evaluated based on renal function test results): optimal= dose within the recommended range; suboptimal=higher than the recommended dose; inappropriate=lower than the recommended dose; not evaluable=when the appropriateness of the dose cannot be evaluated due to the absence of renal function test results. Comprehensive appropriateness of prescription, at the level of patient (when multiple antibiotics are prescribed to a patient, comprehensively evaluates the appropriateness of each antibiotic and the appropriateness of the combination): optimal=when all prescribed antibiotics are appropriate and there are no unnecessary combinations; suboptimal=when at least one of the prescribed antibiotics contains a partially appropriate antibiotic or contains an unnecessary combination; inappropriate=when at least one of the prescribed antibiotics contains an inappropriate antibiotic; not evaluable=when there is at least one antibiotic that cannot be evaluated.

3. Perception of Antibiotic Use and ASP Demand among Doctors in Long-term Care Hospitals

An anonymous survey was conducted with 106 doctors in long-term care hospitals nationwide. Most respondents were aged 40 or older (92.4%) and primarily practiced family medicine (21.7%), surgery (18.9%), internal medicine (17.9%), and rehabilitation medicine (15.1%). Notably, 49.1% of these doctors had worked in long-term care hospitals for over 10 years, and 67.9% were salaried civil servants (Table 4).

A considerable number of doctors disagreed with using antibiotics in clinical situations where they were contraindicated (17.9–30.2%). They were aware of the side effects associated with antibiotic use (96.2%) and high resistance rates in long-term care hospitals (76.4%). However, many incorrectly thought antibiotics could improve fever of unknown origin (66.0%) and reduce inflammation levels (72.6%). Furthermore, 59.3% of the respondents indicated that the low frequency of bacterial culture tests before prescribing antibiotics (49.1%) was owing to a lack of testing personnel and challenges in managing resistant bacteria. Doctors emphasized the need for various interventions to improve antibiotic management in long-term care hospitals. Intervention activities were deemed necessary by 88.7% of respondents. Specifically, education on infectious diseases for doctors (74.5%), development of infectious disease guidelines tailored to long-term care hospital settings (84.9%), support from experts and specialized organizations (73.6%), and rewards for efforts (85.8%) were considered necessary (Figure 3).

Discussion

This study revealed that antibiotic usage was higher in

Table 4. General characteristics of doctors participating in the long-term care hospitals survey

Characteristic	n (%)
Age group (yr)	
<30	1 (0.9)
30–49	7 (6.6)
40–49	39 (36.8)
50–59	35 (33.0)
≥60	24 (22.6)
Specialty	
Family medicine	23 (21.7)
Internal medicine	19 (17.9)
Anesthesiology	1 (0.9)
Obstetrics and gynecology	6 (5.7)
Pediatrics	2 (1.9)
Neurology	8 (7.5)
Neurosurgery	1 (0.9)
Radiology	1 (0.9)
General surgery	20 (18.9)
Emergency medicine	1 (0.9)
Rehabilitation medicine	16 (15.1)
Orthopedics	4 (3.8)
Thoracic and cardiovascular surgery	2 (1.9)
General practitioner	2 (1.9)
Years of service in long-term care hospital	
<1	6 (5.7)
1–3	11 (10.4)
4–9	37 (34.9)
≥10	52 (49.1)
Types of work	
Hospital director	34 (32.1)
Attending physician	72 (67.9)

N=106.

long-term care hospitals than in other types of medical institutions. Notably, long-term care hospitals exhibited the largest increase in the use of broad-spectrum antibiotics such as third- and fourth-generation cephalosporins and carbapenems. This trend is likely influenced by several factors, including the clinical characteristics of patients in long-term care hospitals (typically older with underlying diseases), the growing number of these facilities, and the frequent transfer of patients from acute hospitals during antibiotic treatment [2–4].

The rate of inappropriate antibiotic prescriptions in

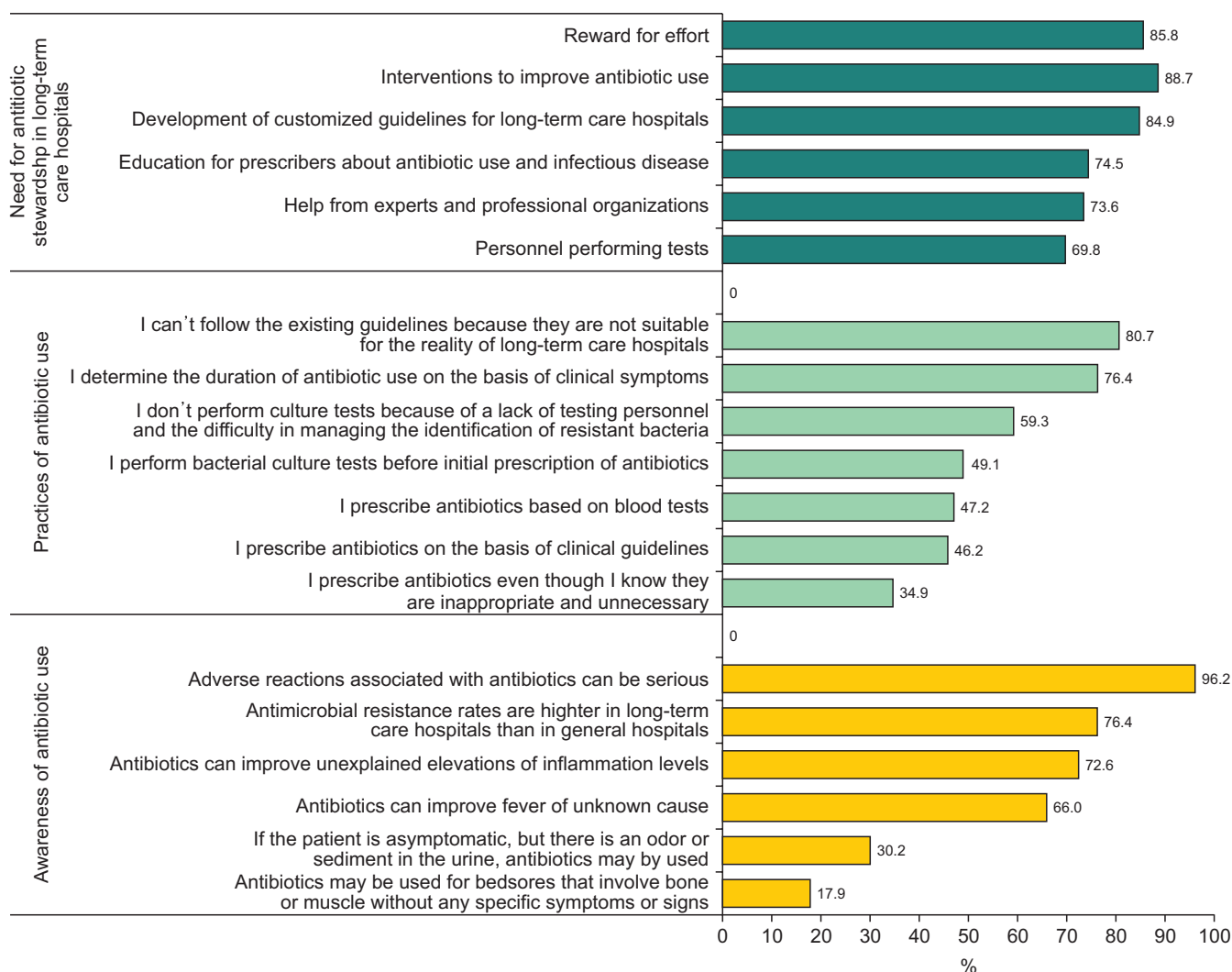


Figure 3. Prescribers' awareness, practices and needs regarding antibiotic use

long-term care hospitals for treating infectious diseases was 55.2%, which is higher than the rates observed in other studies on domestic long-term care (41.3%) and acute hospitals (27.7%). These findings align with those of domestic and international studies reporting that inappropriate antibiotic prescription rates can reach as high as 75% in long-term care facilities [6,9,10]. Specifically, high rates of inappropriate prescriptions (21.7–40.7%) were observed in the treatment of respiratory, urinary tract, and skin and soft tissue infections, all of which frequently necessitate antibiotics. These results underscore the need to implement ASPs in long-term care hospitals.

In conclusion, the appropriateness of antibiotic prescriptions in long-term care hospitals was notably low at less than 40%. Furthermore, we found deficiencies in critical resources such as pharmacists (0.5 ± 0.2 per 100 beds) and that diagnostic infrastructure is necessary to implement ASPs. Given the high demand for ASPs among doctors in long-term care hospitals, it is crucial to develop tailored guidelines that can assist in effectively diagnosing and treating infections.

The 20 long-term care hospitals involved in evaluating the appropriateness of antibiotic use in this study volunteered to participate rather than being selected through random

sampling. This might have introduced selection bias. However, the diverse characteristics of the participating medical institutions ensure that the findings can be considered representative of the state of antibiotic use in long-term care hospitals across ROK.

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: SYL. Data curation: SYL. Formal analysis: SYL. Methodology: SYL. Project administration: YCK, DSK. Supervision: NRS. Visualization: SYL. Writing – original draft: SYL. Writing – review & editing: NRS, YCK, DSK, SHS, SYK.

References

1. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Health at a Glance 2023. OECD; 2023.
2. National Health Insurance Service (NHIS). National health and medical status survey 2022. Wonju: NHIS; 2022 Feb. Report No.: 11-1352000-000524-13.
3. Lee S, Yoon NH, Choi JY, Kim KI, Kim H. Factors associated with acute hospitalizations and mortality of older adults in long-term care facilities and long-term care hospitals: a population-based, public-insurance big-data analysis. *J Korean Gerontol Nurs* 2022;24:162-73.
4. Montoya A, Mody L. Common infections in nursing homes: a review of current issues and challenges. *Aging health* 2011;7:889-99.
5. Falcone M, Paul M, Yahav D, Orlando G, Tiseo G, Prendki V, et al.; Study Group for Infections in the Elderly (ESGIE). Antimicrobial consumption and impact of antimicrobial stewardship programmes in long-term care facilities. *Clin Microbiol Infect* 2019;25:562-9.
6. Lim CJ, Kong DC, Stuart RL. Reducing inappropriate antibiotic prescribing in the residential care setting: current perspectives. *Clin Interv Aging* 2014;9:165-77.
7. Kim HJ, Oh DK, Lim SY, Cho YJ, Park S, Suh GY, et al. Antibigram of multidrug-resistant bacteria based on sepsis onset location in Korea: a multicenter cohort study. *J Korean Med Sci* 2023;38:e75.
8. WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology. Guidelines for ATC classification and DDD assignment 2023. 26th ed. WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology; 2022.
9. Kim YC, Park JY, Kim B, Kim ES, Ga H, Myung R, et al.; Korea Study Group for Antimicrobial Stewardship (KOSGAP). Prescriptions patterns and appropriateness of usage of antibiotics in non-teaching community hospitals in South Korea: a multicentre retrospective study. *Antimicrob Resist Infect Control* 2022;11:40.
10. Park SY, Moon SM, Kim B, Lee MJ, Park JY, Hwang S, et al.; Korea Study Group for Antimicrobial Stewardship (KOSGAP). Appropriateness of antibiotic prescriptions during hospitalization and ambulatory care: a multicentre prevalence survey in Korea. *J Glob Antimicrob Resist* 2022;29:253-8.

Streptococcus suis 인체감염: 다부문 협력 대응체계 구축 필요성

이혜영¹ , 최서율² , 양동석³ , 박현옥⁴ , 이민정⁵ , 주인선⁵ , 이상명⁶ , 윤혜정² , 유진희⁷ , 권정란¹ , 김윤아^{1*} 

¹질병관리청 충청권질병대응센터 감염병대응과, ²청주시 상당보건소 감염병대응과, ³청주시 하나병원 신경과, ⁴청주시 하나병원 감염관리실,

⁵식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 미생물과, ⁶충북동물위생시험소 방역과, ⁷충북도청 보건복지국 감염병관리과

초 록

본 보고서는 2024년 8월 충청북도에서 확인된 *Streptococcus suis* 뇌수막염 사례를 소개하고, 이를 통해 지역 차원의 다부문 협력 대응체계 구축 필요성을 제시하고자 한다. *S. suis*는 돼지에 정상적으로 존재하는 인수공통감염병 병원체로, 환자의 경우 돼지고기로 만든 소시지 섭취와 돼지 농장 종사자로서 직업적 노출이 주요 전파경로로 의심되어 역학조사가 진행되었다. 그러나, 위험 요인과 질병 간의 인과관계를 입증할 과학적 근거가 부족하여 추정 전파경로는 불명으로 결론지어졌다. 이번 대응 과정에서는 식품의약품안전처, 충북동물위생시험소 등 다양한 기관이 협력하였으나, 기관 간 정보 공유 체계의 미흡과 역할 분담의 부재로 신속한 대응에 한계가 드러났다. 특히, 인체 검체가 초기에 폐기되어 인체 검체와 환경 검체 간 혈청형 비교 분석이 이루어지지 않은 점은 다부문 협력 체계의 부재를 명확히 보여주는 사례로 지적된다. 환자는 퇴원 후에도 돼지 농장에서 근무하며 돼지와 지속적으로 접촉해야 하는 상황에 놓여 있었다. 이에 따라, 개인 보호구 착용과 돼지 사육 시설의 위생 관리 강화를 위한 교육이 이루어졌다. 본 사례는 인수공통감염병 대비 및 대응을 위해 지역 차원의 다부문 협력 대응체계 구축과 신속한 정보 공유 시스템 마련이 필수적임을 강조하는 중요한 근거 자료로 활용될 수 있을 것이다.

주요 검색어: 인수공통감염병; 연쇄상구균; 원헬스; 역학

서 론

*Streptococcus suis*는 병원성 그람 양성균으로[1], 양돈 산업에서 중요한 병원체 중 하나이다[2]. 기회감염 병원체인 *S. suis*는 돼지의 상부 호흡기(비강 및 편도선)에 서식하며[1,2], 주로 면역력이 낮은 5-10주령의 새끼 돼지에서[3], 뇌수막염, 관절염, 폐렴, 패혈증을 나타내며 때로는 급성 폐사를 동반하

기도 한다[2]. *S. suis* 혈청형은 중합효소 연쇄 반응검사를 통해 총 29개가 확인되었으며[2], 독성에 따라 고병원성, 약병원성(저독성) 및 비병원성(무독성)으로 분류된다[4]. 특히 혈청형 2는 독성이 가장 강하며[3], 돼지와 인체감염에서 가장 흔하게 발견된다[3,5].

*S. suis*는 높은 인수공통감염 가능성으로 인해 공중보건에 심각한 위협이 되고 있다[3]. 주로 감염된 돼지와 밀접한 접촉이나 익히지 않은 오염된 돼지고기 제품 섭취를 통해 전파

Received November 21, 2024 Revised December 19, 2024 Accepted December 23, 2024

*Corresponding author: 김윤아, Tel: +82-42-229-1520, E-mail: yunaghim@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted 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?

*Streptococcus suis*는 인간과 돼지 모두에게 침습성 감염을 유발하여 뇌수막염, 관절염 및 패혈증과 같은 심각한 질환을 일으키는 중요한 인수공통감염병 병원체이다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2024년 8월, 충청북도에서 *S. suis* 인체감염 사례가 처음으로 확인되었으며, 과학적 근거 부족으로 추정 전파경로를 불명으로 결론 내렸다.

③ 시사점은?

본 사례는 사람-동물-환경이 서로 연결되어 있다는 원헬스 접근법을 기반으로, 인수공통감염병 대비 및 대응을 위해 지역 차원의 다부문 간 협력 및 정보 공유 체계 구축의 필요성을 강조한다.

되며[3], 잠복기는 노출 후 수 시간에서 2주까지로 다양하지만, 일반적으로 2-3일로 알려져 있다[6]. 감염된 사람은 대부분 뇌수막염 증상을 보이며, 심한 경우 패혈증과 연쇄상구균 독성 쇼크 증후군이 나타날 수 있고, 일부는 청력 소실과 같은 심각한 후유증을 영구적으로 겪기도 한다[7]. 1968년 덴마크에서 인체감염 사례가 처음 보고된 후[4], 전 세계적으로 발생이 증가하고 있다. 2005년 7월, 중국에서 대규모 유행으로 총 215명 중 61명(28.4%)이 연쇄상구균 독성 쇼크 증후군을 앓았으며, 이 중 38명(62.3%)이 사망하였다[8]. 북미와 유럽 국가에서 *S. suis* 감염은 주로 돼지 도축자 및 사육자에게 발생하는 직업병의 일종으로 간주된다[7]. 그러나 전 세계 확진자의 85% 이상이 발생하는 동남아시아에서는[9] 동물과 밀접하게 접촉하고 익히지 않은 돼지고기 제품을 섭취하는 전통적인 음식 문화로 인해 일반 인구집단의 위험도가 높은 편이다[7]. 국내에서는 2011년, 돼지 사체를 취급했던 67세 남성에서 *S. suis* 뇌수막염 사례가 처음 보고된 후[10], 주로 양돈 산업이 발달한 제주도에 간헐적으로 보고되고 있다[11-13].

S. suis 감염은 인수공통감염병으로, 이와 같이 인간-동물-환경에서 발생하는 복잡한 건강 문제를 해결하기 위해, 인간과 동물의 건강 및 환경이 서로 밀접하게 연결되어 있음을 인식하여 가장 적절한 건강 수준을 달성하기 위한 협력적이고 다부문적이며 다학제적인 접근이 필요한데 이를 원헬스라고 한다[14]. 특히 다부문 접근법은 다양한 이해관계자 그룹(예: 정부, 시민사회, 민간 부분)과 부문(예: 건강, 환경, 경제) 간의 신중한 협력을 통해 정책 결과를 공동으로 달성하는 것으로[15], 이는 자원을 모으고 공통의 목표를 공식화하여 식별된 건강 문제를 집중적으로 해결하는 데 도움이 된다[16]. 그러나 국내외 연구 결과에 따르면, *S. suis* 감염 사례에 대한 다부문 증례보고나 유행 역학조사는 이루어지고 있지만, 다양한 분야의 전문가들이 서로 소통하고 협력하여 대응한 다부문 사례보고는 드문 편이다.

이에, 충청북도에서 발생한 *S. suis* 뇌수막염 사례를 여러 기관과 함께 대응한 과정을 살펴보고, 다부문 협력 대응체계 구축의 필요성과 구체적인 방안을 제시하고자 한다.

본 론

1. 사건의 시작과 인지

2024년 8월 27일, 충청북도에 소재한 일개 의료기관에서 *S. suis* 인체감염 사례가 처음으로 확인되었다. 말초 혈액 배양 검사에서 *S. suis*가 검출된 후, 감염병 신고 여부를 관할 보건소에 문의하면서 사례가 인지되었다. 충청권질병대응센터는 환자의 전파경로를 규명하기 위해 여러 기관과 협력하여 대응하였으며, 주요 사건의 흐름도는 그림 1에 제시하였다.

2. 조사 내용과 기술

1) 설문조사

최초 증상 발생일을 기준으로, 이전 2주간의 역학적 위험요인을 조사하기 위해 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」

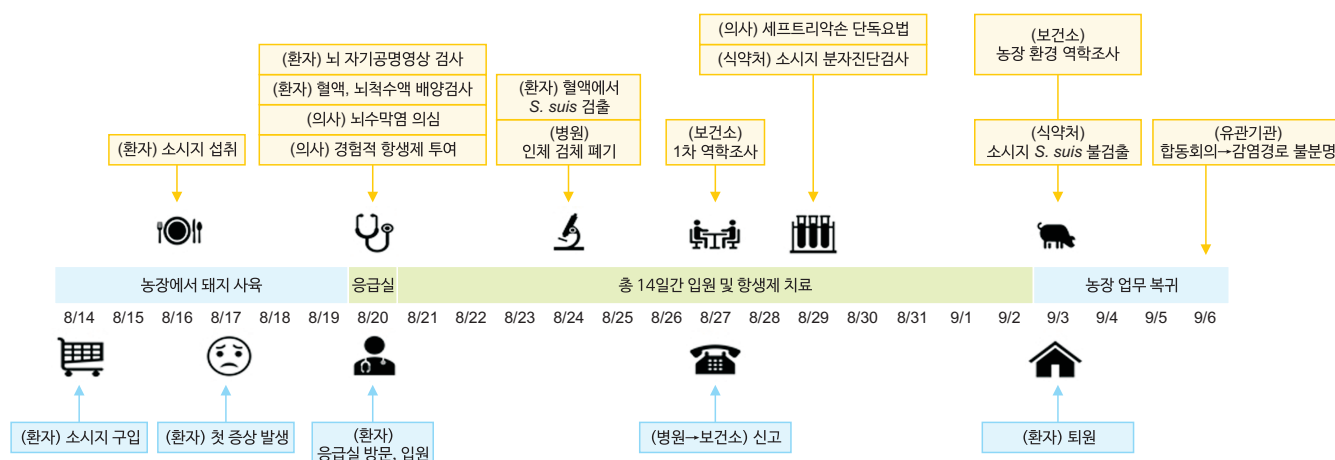


그림 1. 소시지 구매부터 유관기관 합동회의를 통한 상황 종료까지 *Streptococcus suis* 인체감염 사례의 주요 일정
 식약처=식품의약품안전처(식품의약품안전평가원)

제18조에 따라 설문조사를 실시하였다.

환자는 2018년에 태국에서 이주했으며, 한국어 소통이 어려워 한국인 남편이 동석한 상태에서 대면으로 진행되었다. 조사 결과, 환자는 충청북도 청주시에 거주하는 38세 여성으로, 남편 외 다른 동거인은 없었다. 평소 기저질환 없이 건강한 편으로, 8월 17일에 두통, 어지러움 및 목 통증이 갑자기 발생하였고 8월 20일에 주소지 인근 종합병원에 입원하였다. 최근 1년간 해외 방문 이력은 없었으며, 육안상 피부 상처는 관찰되지 않았다. 다만, 돼지 농장 종사자로 돼지 먹이 주기, 축사 청소 등의 업무를 수행하고 있었고, 증상 발생 1일 전에 돼지고기로 만든 소시지를 익히지 않고 섭취한 이력이 확인되었다.

2) 의무기록 조사

환자의 임상적 소견을 확인하기 위하여 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」 제18조4에 따라 의료기관에 의무기록을 요청하여 자료를 검토하였다.

환자는 8월 17일에 첫 증상이 발생한 이후, 8월 20일 오전 4시부터 눈앞이 흐려지고 통증이 심해져 구급차를 이용하여 응급실을 방문하였다. 신체 검진 결과, 환자는 목이 뻣뻣하고 멀리 쳐다보면 사물이 두 개로 보이는 복시 증상이 관찰되었

다. 활력징후는 혈압 129/48 mmHg, 맥박수 100회/분, 호흡수 20회/분, 체온 38.4℃로 측정되었다. 혈액검사에서는 백혈구 17,050/mm³ (정상 범위: 4,000-10,000/mm³), 호중구 87.1% (정상 범위: 40-60%), 혈소판 311,000/μl (정상 범위: 140,000-400,000/μl), 혈청 C-반응성 단백질 5.84 mg/dl (정상 범위: 0.0-0.3 mg/dl)로 나타났다. 뇌척수액은 비교적 투명하였으며, 두개내압은 19 cmH₂O (정상 범위: 20 cmH₂O 이내)로 경계선에 있었다. 뇌척수액 분석 결과, 백혈구 3,935/mm³ (정상 범위: 0-5/mm³), 림프구 31.8% (정상 범위: 음성), 단백질 150.03 mg/dl (정상 범위: 15-45 mg/dl), 포도당 58 mg/dl (혈청 포도당: 117 mg/dl)로 확인되었다. 영상학적 검사에서는 뇌 자기공명영상 검사에서 뇌수막의 넓은 부위에 조영 증강이 관찰되어 혈액-뇌 장벽 손상이 의심되었다. 이에 같은 날(8월 20일), 뇌척수액 및 말초 혈액 배양 검사를 위한 검체를 채취한 후 환자는 신경과 병동에 입원하였다. 뇌척수액은 요추천자를 실시하여 무균적으로 채취하였다. 혈액은 환자의 양측 팔에서 무균적으로 채취되었고, 한 쌍의 호기성 및 혐기성 배양병에 각각 주입한 후(총 두 쌍), 진단검사실에서 액체 배지에 분주하고 VITEK 2 gram-positive card system (BioMérieux)을 사용하여 5일간 배양하였다.

담당의는 환자의 상태를 세균성 및 바이러스성 뇌수막염

의 경계에 있다고 판단하였고, 두개내압 상승 및 신경학적 결손 증상(복시, 시야장애)이 확인됨에 따라 경험적 항생제(반코마이신 1.0 g, 1일 3회; 세프트리악손 2.0 g, 1일 2회), 항바이러스제(조이렉스 10 mg/kg, 1일 3회) 및 스테로이드(덱사메타손 10 mg, 1일 4회)를 우선 처방하였다.

8월 24일, 뇌척수액 배양 검사에서는 균이 검출되지 않았으나, 말초 혈액 배양 검사에서 *S. suis*가 검출되었고, 이에 당당의 세균성 뇌수막염으로 확진하였다. 항균제 감수성 검사 결과, 테트라사이클린에만 내성이 있었으며[17], 8월 29일부터 반코마이신을 중단하고 세프트리악손 단독 요법을 시행하였다. 환자는 총 14일간 항생제 치료를 받은 후, 9월 3일 특별한 후유증 없이 퇴원하였다.

3) 식품 섭취력 조사

최초 증상 발생 1일 전에 환자가 돼지고기로 만든 소시지를 먹지 않고 섭취했다고 진술함에 따라, 해당 소시지에 대한 미생물학적 검사를 진행하였다.

8월 14일, 환자는 태국 명절을 맞아 주소지 인근 식료품점에서 국내 업체가 제조한 태국식 소시지(상품명: 냄무, 식품유형: 소시지[비살균제품], 원재료명: 돼지고기[국산] 70.59% 등) 2팩(4개/팩)을 구매하였다. 8월 16일, 환자는 1팩(4개)을 혼자 섭취했으며 공동 섭취자는 없었다. 나머지 1팩(4개)은 냉장 보관 중이었고, 8월 29일 미생물학적 분석을 위해 수거하여 식품의약품안전처에 실시간 중합효소 연쇄 반응검사(real-time polymerase chain reaction, RT-PCR)를 의뢰하였다. 9월 3일, 검사 결과 '*S. suis* 불검출' 판정을 통보받았다.

식품의약품안전처에서 실시한 검사는 증균배양 후 RT-PCR을 통해 확인되었다. 증균배양은 Brain Heart Infusion Broth (Oxoid Ltd.) 100 ml에 소시지 100 g을 무균적으로 채취 후 균질화하여 37℃에서 24시간 배양하였다. 또한 유전자 확인을 위하여 배양액 1 ml를 원심분리하여 상층액을 제거하고, 100 µl buffer에 재현탁 후 95℃에서 10분간 끓이고, 5분

간 원심분리 후 상층액을 사용하여 RT-PCR로 *S. suis* house-keeping 유전자(recN)를 확인하여 *S. suis*의 검출 유무를 확인하였다.

4) 농장에 대한 조사

환자는 돼지 농장 종사자로서 직업적 노출을 통해 감염되었을 가능성이 제기되어 농장에 대한 역학조사를 실시하였다.

농장주는 환자의 남편으로, 농장 입구에 있는 건물을 개조해 아내인 환자와 함께 거주하고 있었다. 남편은 80일령(30-40 kg) 돼지 2,000수를 위탁받아 축사 4개 동에서 사육하고 있으며, 농장 내 돼지 출산은 없었고 10주령 이하의 새끼 돼지도 없었다. 농장은 슬러리(slurry) 돈사 구조로, 돼지 분변이 축사 바닥의 틈새로 자동 배출된 후 지하에 있는 집수조에 저장되고, 일정량이 모이면 외부 업체가 와서 수거하며 분뇨 처리는 남편이 전담하고 있었다. 아내는 3년 전부터 농장업무에 종사했으며, 증상이 발생하기 전까지 일상적인 업무(돼지 먹이 주기, 축사 청소 등)를 수행하였다. 남편은 농장 작업 시 방수 및 방진이 되는 방역복, 안면 마스크, 장화, 장갑을 착용하고 이는 아내도 같다고 진술하였다. 공동 노출자인 남편은 특별한 증상이 없었으며, 농장 내 돼지 무리에서도 식욕부진, 발열, 운동실조, 폐사 등 이상 증상이나 유사 질병(돼지열병)은 발생하지 않았다. 남편은 매일 과황산칼륨 화합물 기반 소독제(상품명: 버콘에스)를 사용해 축사 내부와 외부를 소독하고 있었다. 농장 일에 참여하는 외부 인력은 없었으며, 최근에 방문한 외부인은 역학조사를 위해 방문한 보건소 직원 외 없었다.

9월 6일, 돼지 및 농장 환경에 대한 미생물학적 조사 방안을 논의하기 위해 충청북도 지역의 동물 및 축산물에 관한 방역, 검사 및 연구 업무를 담당하는 충북동물위생시험소와 영양회의를 개최하였다. 해당 기관의 수의사는 *S. suis*가 돼지의 정상 상재균으로 환경에서 장기간 생존할 수 있어 검출되더라도 의미가 제한적일 수 있다고 설명하였다. 다만, 질병관리

청-농림축산검역본부 간 협력을 통해 인체 검체와 환경 시료 간의 혈청형 비교가 가능하다면 환경 시료 채취 등 적극적으로 협조하겠다고 밝혔다. 그러나 이미 인체 검체가 폐기된 상태였기 때문에 혈청형 비교는 불가능하였다. 인체감염 사례를 신고한 의료기관은 (2024년 11월 기준) 431명상 규모의 종합병원으로, 검체는 일주일간 보관해야 하지만 검체 보관 장소가 부족하여 다제내성균 외에는 검사 결과 보고 후 즉시 폐기하고 있었다. 또한, *S. suis* 혈청형을 확인할 수 있는 실험실 역량과 자원을 갖추고 있지 않은 상황이었다.

3. 결과

환자는 돼지 농장에서 근무하며 지속적으로 돼지와 접촉한 이력이 있고, *S. suis*는 생물막을 형성하여 환경 스트레스와 항생제로부터 생존하며 숙주의 면역 체계를 회피할 수 있는 특성을 지니고 있어[18], 직업적 노출이 주요 전파경로로 의심된다. 그러나 농장 내 보균 상태의 돼지나 환경과 환자 간의 연관성은, 인체 검체와 환경 검체 간의 혈청형 비교 분석이 이루어지지 않아 확인할 수 없었다. 반면, 소시지 섭취를 통한 전파 가능성은 미생물학적 검사에서 *S. suis*가 검출되지 않았고, 추가적인 의심 사례도 보고되지 않아 '낮음'으로 평가하였다. 또한, 돼지를 다루거나 농장 작업 중 피부 상처를 통해 전파될 가능성도 있으나, 환자가 피부 상처가 없다고 진술함에 따라 이 경로 역시 '낮음'으로 판단하였다.

임시 결론

2024년 8월 27일, 충청북도 *S. suis* 인체감염 첫 사례가 의료기관의 신고를 통해 인지되었다. 환자는 두통, 경부 강직감 및 복시 증상을 경험하였으며, 14일간의 입원 치료 후 후유증 없이 호전되었다. 역학조사 결과, 환자는 돼지고기로 만든 소시지를 익히지 않고 섭취한 이력과 돼지 농장에서 근무하며 지속적으로 돼지와 접촉한 이력이 있었다. 이에 소시지

를 수거하여 RT-PCR을 실시한 결과 *S. suis*는 검출되지 않았고, 시·공간적으로 연관된 개체(납편, 돼지)에서 유사한 증상이나 건강 이상은 발견되지 않았다. 따라서 위험 요인 노출과 질병 사이의 연관성 및 인과성을 입증할 과학적 근거가 부족하다고 판단하여 추정 전파경로는 불명으로 결론이 내려졌다.

본 사례는 인체에서 검출된 *S. suis*의 전파경로 규명과 추가 확산 방지를 위해 충청권질병대응센터, 보건소, 식품의약품안전처, 충북동물위생시험소 등 다양한 기관이 협력한 중요한 사례이다. 그러나 *S. suis* 감염은 국내 감시체계에 포함되지 않은 감염병으로 의료기관에서 검체가 폐기된 이후에 사례가 인지되었다. 식품 검사를 담당할 소관 부처에 대한 정보 부족으로 불필요한 시간이 소요되었고, 사전에 정립된 역할 분담의 부재로 환경 시료 채취를 담당할 기관을 정하는 것도 지연되었다. 또한 본 사례는 직업적 노출이나 경피적 감염 가능성을 포함해 다양한 전파경로에 대한 면밀한 검토가 필요함을 시사한다. 환자는 국내로 이주하기 전에 태국에서 장기간 거주하였으나, 최근 1년간 태국을 포함하여 해외 방문 이력이 없었다. 그리고 3년 전부터 농장업무에 종사하였으나 이전에 이러한 증상을 경험한 적이 없었다. 따라서, 문화적 편견을 배제하고 환경적 요인과 숙주의 면역 상태 차이가 감염 위험에 미치는 영향을 평가해야 하며, 동일한 환경 노출에서도 면역력에 따라 발병률이 달라질 수 있음을 고려해야 한다.

조 치

*S. suis*에 대한 백신은 아직 개발되지 않았기 때문에, 인체 감염 예방은 돼지 또는 돼지고기 제품을 취급하는 사람들의 개인 보호구 착용과 돼지 사육 시설의 위생 관리에 의존한다[19]. *S. suis* 집락화와 개인 보호구 착용 간의 연관성에 대한 연구는 부족하지만, 안면 마스크를 착용한 돼지 사육자들은 비강에서 *Staphylococcus aureus*의 집락화가 낮았으며 이는 동거 가족에게도 동일하게 나타났다[20]. 이를 근거로 개인

보호구 착용과 손씻기 등 개인위생의 중요성을 강조하였으며, 특히 돼지와 접촉 시 마스크 착용을 철저히 준수하도록 교육하였다. 또한 돼지고기는 반드시 충분히 익혀 섭취해야 한다는 점을 환자와 남편에게 교육하였다. 충북동물위생시험소의 의견에 따르면, 해당 농장의 방역 수준은 적절한 편이나 축사 내 돼지의 밀도를 낮게 유지하고, 위생적인 환경을 유지하도록 당부하였다[5]. *S. suis*는 면역력이 저하되면 재발하거나 기회감염을 유발할 가능성이 있으므로, 농장 근로자와 돼지의 건강 상태를 정기적으로 점검하였다. 10월 21일 기준, 환자와 남편, 농장 내 돼지 모두에서 특이소견은 발견되지 않았다.

우리는 본 사례를 통해 지역 차원에서 다부문 협력 대응 체계 구축의 필요성을 다음과 같이 제시하고자 한다. 첫째, 인수공통감염 병원체와 같은 신종감염병 병원체는 대응의 범위와 복잡성이 크기 때문에[21] 지역 차원에서 공중보건, 농축산, 환경 전문가들이 명확한 역할 분담 아래 협력할 수 있도록 교육 및 훈련 프로그램을 정기적으로 운영해야 한다. 또한 원헬스 내에서 다부문 협업을 개발하기 위해서 국가적 차원뿐만 아니라 지역 차원에서도 인수공통감염병의 우선순위를 지정해야 한다[22]. 이를 통해 지역 수준에서 집중해야 할 중요한 감염병을 강조할 수 있을 뿐만 아니라 지역 이해관계자 간의 원헬스 협력 개발을 촉진할 수 있다[22]. 둘째, 인수공통감염병의 발병과 확산은 예측하기 어려운 측면이 있으므로 공중보건 시스템이 이러한 위협의 초기 징후를 신속하게 식별하고 빠르게 대응할 수 있어야 한다[23]. 따라서, 국내 감시체계에 포함되지 않은 감염병이 의료기관에서 인지된 경우, 공중보건 기관과 신속하게 소통할 수 있는 정보 공유 체계 구축이 필요하다. 이를 통해 공중보건 기관의 즉각적인 개입과 중재가 가능해질 것이다. 셋째, 원헬스 접근법을 준수하여 인간-동물-환경 간 미생물학적 및 분자학적 조사를 수행하는 것은 질병 확산과 통제에 대한 포괄적인 이해를 촉진하는 데 필수적이다[19]. 이를 위해, 인체 및 환경 검체를 포함한 감염 원인분석이 체계적으로 이루어질 수 있도록 표준화된 지침과 지역사회

자원을 활용한 진단기관 네트워크를 강화해야 한다. 넷째, 농촌 지역은 동물과의 접촉 빈도가 높아 감염병 노출 위험이 상대적으로 크며, 외국인 근로자와 국제결혼 여성의 비율이 증가하고 있는 점을 고려하여 손씻기와 개인 보호구 착용 등 직업 안전 교육을 강화해야 한다. 이를 위해 시민사회 참여가 절대적으로 필요하며, 문화적 특성을 반영한 맞춤형 교육 프로그램을 개발한다면 교육의 수용도와 효과를 극대화할 수 있을 것이다.

본 사례는 지역 차원의 다부문 협력 대응체계 구축과 정보 공유 시스템 마련의 중요성을 강조한다. 이를 통해 인수공통감염병 대응 역량을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 향후 신종 감염병에 대한 대응 능력도 크게 강화될 것이다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: This research was supported by a grant (2219MFDS020) from the Ministry of Food and Drug Safety in 2023, for which we express our sincere gratitude.

Acknowledgments: None.












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

Author Contributions: Conceptualization: HYL, JRK, YAK. Data curation: SYC, DSY, HOP, MJL, HYL. Funding acquisition: ISJ, MJL. Formal analysis: MJL, ISJ. Investigation: SYC, HJY, DSY, HOP, MJL. Methodology: HYL, SYC, DSY, HOP, MJL, SML. Project administration: YAK, JRK, JHY, HJY, ISJ, SML. Supervision: YAK, JHY, HJY, ISJ, SML. Visualization: HYL. Writing – original draft: HYL. Writing – review & editing: HYL, SYC, DSY, HOP, MJL, ISJ, SML, HJY, JHY, JRK, YAK.

References

1. Feng Y, Zhang H, Wu Z, et al. *Streptococcus suis* infection: an emerging/reemerging challenge of bacterial infectious diseases? *Virulence* 2014;5:477-97.
2. Wu CF, Chen SH, Chou CC, Wang CM, Huang SW, Kuo HC. Serotype and multilocus sequence typing of *Streptococcus suis* from diseased pigs in Taiwan. *Sci Rep* 2023;13:8263.
3. Gottschalk M, Segura M. Streptococcosis. In: Zimmerman JJ, Karriker LA, Ramirez A, Schwartz KJ, Stevenson GW, Zhang J, editors. *Diseases of swine*. 11th ed. John Wiley & Sons, Inc.; 2019. p. 934-50.
4. Staats JJ, Feder I, Okwumabua O, Chengappa MM. *Streptococcus suis*: past and present. *Vet Res Commun* 1997;21:381-407.
5. Segura M. *Streptococcus suis* research: progress and challenges. *Pathogens* 2020;9:707.
6. Centre for Health Protection (CHP). Health topics: *Streptococcus suis* infection [Internet]. CHP; 2024 [updated 2024 Jun 27; cited 2024 Sep 9]. Available from: <https://www.chp.gov.hk/en/healthtopics/content/24/3648.html>
7. Huong VT, Ha N, Huy NT, et al. Epidemiology, clinical manifestations, and outcomes of *Streptococcus suis* infection in humans. *Emerg Infect Dis* 2014;20:1105-14.
8. Yu H, Jing H, Chen Z, et al; *Streptococcus suis* study groups. Human *Streptococcus suis* outbreak, Sichuan, China. *Emerg Infect Dis* 2006;12:914-20.
9. Wertheim HF, Nghia HD, Taylor W, Schultz C. *Streptococcus suis*: an emerging human pathogen. *Clin Infect Dis* 2009;48:617-25.
10. Huh HJ, Park KJ, Jang JH, et al. *Streptococcus suis* meningitis with bilateral sensorineural hearing loss. *Korean J Lab Med* 2011;31:205-11.
11. Kim JG, Seong GM, Kim YR, Heo ST, Yoo JR. *Streptococcus suis* causes bacterial meningitis with hearing loss in patients without direct exposure to pigs in a regional pork industry territory. *J Med Life Sci* 2023;20:43-7.
12. Choi S, Park TH, Lee HJ, et al. Subdural empyema from *Streptococcus suis* infection, South Korea. *Emerg Infect Dis* 2024;30:616-9.
13. Kim ET, Heo ST, Yoo JR, Kim M, Kim TH, Kim YR. Case report: *Streptococcus suis* human infections among pork consumers in Jeju, South Korea: zoonotic threats. *Am J Trop Med Hyg* 2024;111:1243-6.
14. U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). One health [Internet]. CDC; 2024 [updated 2024 Oct 30; cited 2024 Dec 3]. Available from: <https://www.cdc.gov/one-health/about/index.html>
15. Salunke S, Lal DK. Multisectoral approach for promoting public health. *Indian J Public Health* 2017;61:163-8.
16. Guell C, Mackett R, Ogilvie D. Negotiating multisectoral evidence: a qualitative study of knowledge exchange at the intersection of transport and public health. *BMC Public Health* 2017;17:17.
17. van Hout J, Heuvelink A, Gonggrijp M. Monitoring of antimicrobial susceptibility of *Streptococcus suis* in the Netherlands, 2013-2015. *Vet Microbiol* 2016;194:5-10.
18. Wang H, Fan Q, Wang Y, Yi L, Wang Y. Rethinking the control of *Streptococcus suis* infection: biofilm formation. *Vet Microbiol* 2024;290:110005.
19. Ramos GSS, Rego RFDS, Oliveira MFF, Rocha VFD, Oliveira EP, Reis JN. *Streptococcus suis* meningitis: an emerging zoonotic disease in Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2024;57:e00805.
20. Nadimpalli ML, Stewart JR, Pierce E, et al. Face mask use and persistence of livestock-associated *Staphylococcus aureus* nasal carriage among industrial hog operation workers and household contacts, USA. *Environ Health Perspect* 2018;126:127005.
21. El Zowalaty ME, Järhult JD. From SARS to COVID-19: a previously unknown SARS- related coronavirus (SARS-CoV-2) of pandemic potential infecting humans - call for a one health approach. *One Health* 2020;9:100124.
22. Yasobant S, Saxena D, Bruchhausen W, Memon FZ, Falkenberg T. Multi-sectoral prioritization of zoonotic diseases: one health perspective from Ahmedabad, India. *PLoS One* 2019;14:e0220152.
23. Emerging zoonoses: a one health challenge. *EClinicalMedicine* 2020;19:100300.

Streptococcus suis Human Infection: the Need for Establishing a Multisectoral Collaborative Response System

Hye Young Lee¹ , Seoyul Choi² , Dongseok Yang³ , Hyunok Park⁴ , Min Jung Lee⁵ , Insun Joo⁵ , Sangmyung Lee⁶ , Hye Jeong Yun² , Jinhee Yu⁷ , Jeong Ran Kwon¹ , Yuna Kim^{1*} 

¹Division of Infectious Disease Response, Chungcheong Regional Center for Disease Control and Prevention, Korea Disease Control and Prevention Agency, Daejeon, Korea, ²Division of Infectious Disease Response, Sangdang Public Health Center, Cheongju, Korea, ³Department of Neurology, Hana General Hospital, Cheongju, Korea, ⁴Infection Control Unit, Hana General Hospital, Cheongju, Korea, ⁵Food Microbiology Division, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea, ⁶Division of Animal Infectious Disease Prevention, Institute of Chungbuk Provincial Veterinary Service and Research, Cheongju, Korea, ⁷Division of Infectious Disease Management, Bureau of Health & Welfare, Chungbuk Provincial Government, Cheongju, Korea

ABSTRACT

This report presents a case of *Streptococcus suis* meningitis identified in Chungcheongbuk Province, Republic of Korea, in August 2024, and proposes strategies for establishing a multi-sectoral collaborative response system at the regional level. *S. suis* is a zoonotic pathogen commonly found in pigs. In this case, transmission was suspected to have occurred through the consumption of pork sausage and occupational exposure on a pig farm, prompting an epidemiological investigation. However, owing to insufficient scientific evidence, a causal relationship between the risk factors and the disease cannot be established, and the transmission route remains inconclusive. During the response process, multiple agencies, including the Ministry of Food and Drug Safety and the Institute of Chungbuk Provincial Veterinary Service and Research, collaborated. Nevertheless, limitations arose due to inadequate information-sharing systems and a lack of clearly defined roles among agencies, which hindered swift responses. Notably, the premature disposal of human specimens prevented serotype comparison between human and environmental samples, highlighting a significant gap in the multi-sectoral collaboration framework. Upon discharge, the patient continued to work on a pig farm, maintaining ongoing exposure to pigs. Therefore, strict education on the use of personal protective equipment and hygiene maintenance in pig farming facilities is emphasized. This case underscores the critical importance of establishing a multi-sectoral collaborative response system and rapid information-sharing platform at the regional level. It serves as a key reference for enhancing preparedness and response to zoonotic infections that are not yet included in national surveillance systems.

Key words: Zoonoses; *Streptococcus suis*; One Health; Epidemiology

*Corresponding author: Yuna Kim, Tel: +82-42-229-1520, E-mail: yunaghim@korea.kr

Key messages

① What is known previously?

Streptococcus suis is an important zoonotic pathogen that causes invasive infections in both humans and pigs, leading to severe diseases such as meningitis, arthritis, and septicemia.

② What new information is presented?

In August 2024, the first *S. suis* human infection was confirmed in Chungcheongbuk Province; however, due to insufficient scientific evidence, the presumed transmission route was deemed unknown.

③ What are implications?

This case underscores the necessity of establishing multi-sectoral collaboration and information-sharing systems at the regional level to enhance preparedness and response to zoonotic diseases following the One Health approach that recognizes the interconnectedness of humans, animals, and the environment.

Introduction

Streptococcus suis is a pathogenic gram-positive bacterium [1], recognized as one of the most significant pathogens in the swine industry [2]. As an opportunistic pathogen, *S. suis* colonizes the upper respiratory system, including the nasal cavity and tonsils, of pigs [1,2]. It causes a range of diseases, such as meningitis, arthritis, pneumonia, sepsis, and, in some cases, sudden death, primarily in 5- to 10-week-old piglets with low immunity [3]. To date, 29 *S. suis* serotypes have been identified by polymerase chain reaction [2], classified into highly pathogenic, mildly pathogenic (low virulence), and non-pathogenic (non-toxic) categories based on virulence [4]. Notably, serotype 2 exhibits the highest virulence [3] and is most frequently associated with both swine and human infections [3,5].

S. suis poses a significant public health threat due to its high zoonotic potential [3]. The bacterium is primarily transmitted through direct contact with infected pigs or the consumption of undercooked contaminated pork products [3]. Although the incubation period ranges from a few hours to 2 weeks following exposure, it is typically around 2 to 3 days [6]. Infected individuals often present with meningitis, and in severe cases, sepsis and streptococcal toxic shock syndrome (STSS) may develop, with some patients suffering permanent sequelae, such as hearing loss [7]. Since the first human infection was reported in Denmark in 1968 [4], there has been a notable global increase in incidence. A major outbreak occurred in China in July 2005, resulting in 61 cases of STSS out of 215 total infections (28.4%), 38 of which (62.3%) were fatal [8]. In North American and European countries, *S. suis* infection is regarded as an occupational disease, predominantly affecting among occupationally exposed groups, including abattoir workers and pig breeders [7]. However, in Southeast Asia, where 85% of the world's cases occur [9], the general population is at heightened risk due to cultural practices involving close contact with animals and the consumption of undercooked pork products [7]. In Republic of Korea (ROK), the first reported case of meningitis occurred in 2011 in a 67-year-old male who had handled pig carcasses [10]. Since then, sporadic cases have been reported, particularly on Jeju Island, where the pork industry is thriving [11-13].

S. suis infection causes a zoonotic disease that necessitates a One Health approach, which is a collaborative, multisectoral, and multidisciplinary strategy to address complex health problems arising from human-animal-environmental interactions. The goal is to achieve optimal health outcomes while recognizing the interconnections between human health, animal

health, and the environment [14]. Specifically, a multisectoral approach seeks to achieve policy outcomes through careful collaboration among various stakeholder groups (e.g., governments, civil society, and private entities) and sectors (e.g., health, environment, and economy) [15]. This approach facilitates resource mobilization and the formulation of shared objectives, thereby focusing on addressing identified health problems [16]. Although domestic and international studies in ROK have reported single-sector case studies and epidemiologic investigations of *S. suis* infections, there is a scarcity of multisectoral case reports in which experts from diverse fields collaborate and communicate in response.

Here, we describe the multi-institutional response to a case of *S. suis* meningitis in Chungcheongbuk Province and advocate for the establishment of a multisectoral collaborative response system, along with concrete measures to enhance coordinated action.

Main

1. The Onset and Recognition of the Case

On August 27, 2024, the first reported case of *S. suis* infection occurred in a medical institution located in Chungcheongbuk Province. The case was identified when the medical institution inquired with the jurisdictional public center about whether to report the infectious disease. To identify the patient's transmission route, the Chungcheong Regional Center for Disease Control and Prevention of Korea Disease Control and Prevention Agency initiated a collaborative response involving multiple institutions. A detailed timeline of events is presented in Figure 1.

2. Survey Content and Techniques

1) Survey

To investigate the epidemiologic risk factors within the two weeks preceding symptom onset, a survey was conducted in accordance with Article 18 of the Infectious Disease Control and Prevention Act.

The patient, an immigrant from Thailand since 2018, was

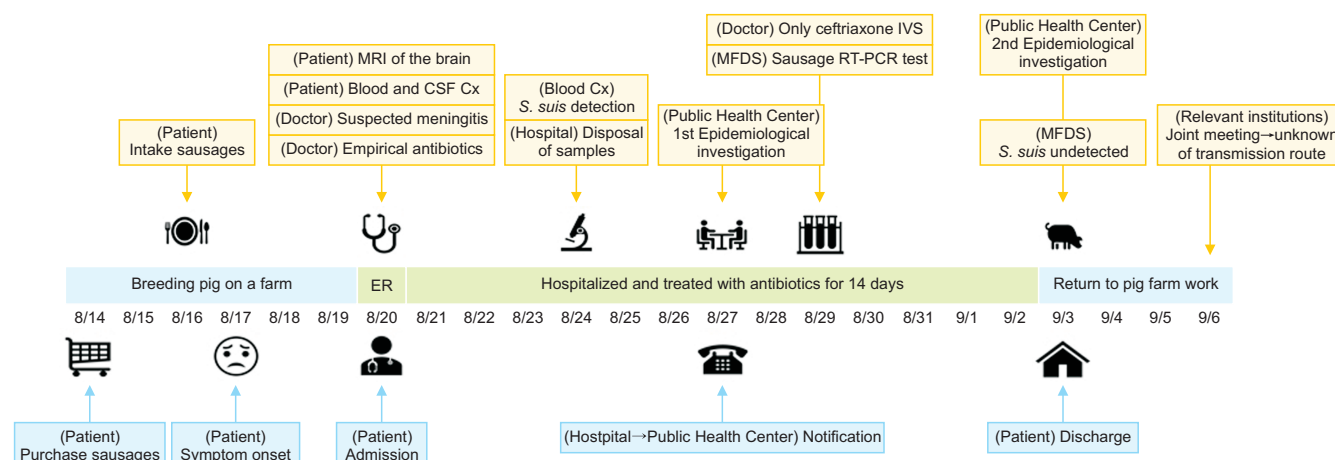


Figure 1. Timeline for the *Streptococcus suis* human infection case, from sausage purchase to the conclusion of the situation. MRI=magnetic resonance imaging; CSF=cerebrospinal fluid; Cx=culture; ER=emergency room; IVS=intravenous injection; MFDS=Ministry of Food and Drug Safety; RT-PCR=real-time polymerase chain reaction.

interviewed in person with the assistance of her Korean husband due to communication difficulties in Korean. The survey revealed that the patient was a 38-year-old female residing in Cheongju City, Chungcheongbuk Province, with no cohabitants except her husband. She had been in good health without any underlying medical conditions and developed a sudden onset of headache, dizziness, and neck pain on August 17. She was admitted to a medical institution near her residence on August 20. The patient had no history of international travel within the past year, and no visible skin wounds were detected. However, she worked at a pig farm, where her duties included feeding pigs and cleaning the barn. Additionally, she reported consuming uncooked pork sausage 1 day prior to the onset of symptoms.

2) Investigating medical records

To verify the patient's clinical findings, we requested her medical records from the treating institution in accordance with Article 18-4 of the Infectious Disease Control and Prevention Act and reviewed the data.

After the initial onset of symptoms on August 17, the patient visited the emergency department by ambulance on August 20 at 4 a.m. due to blurred vision and worsening pain. Physical examination revealed a stiff neck and double vision, in which the patient perceived objects as two separate images when looking at distant objects. Vital signs were as follows: blood pressure 129/48 mmHg, pulse rate 100 beats/min, respiratory rate 20 breaths/min, and body temperature 38.4°C. A blood test indicated 17,050 white blood cells/mm³ (normal range: 4,000–10,000/mm³), 87.1% segmented neutrophils (normal range: 40–60%), 311,000 platelets/μl (normal range: 140,000–400,000/μl), and 5.84 mg/dl of serum C-reactive

protein (normal range: 0.0–0.3 mg/dl). The cerebrospinal fluid (CSF) was colorless, and the intracranial pressure was on the borderline at 19 cmH₂O (normal range: within 20 cmH₂O). CSF analysis revealed 3,935/mm³ in white blood cell counts (normal range: 0–5/mm³), 31.8% lymphocytes (normal range: negative), 150.03 mg/dl microprotein level (normal range: 15–45 mg/dl), and 58 mg/dl glucose (serum glucose: 117 mg/dl). Magnetic resonance imaging indicated diffuse leptomeningeal enhancement in the brain, suggesting possible blood-brain barrier disruption.

On the same day (August 20), CSF and peripheral blood samples for culture tests were collected, and the patient was admitted to the neurology ward. The CSF was collected aseptically via lumbar puncture. For the peripheral blood culture test, blood was drawn aseptically from both arms and inoculated into anaerobic and aerobic culture bottles (2 pairs total). These samples were then placed in a liquid medium and incubated using the VITEK 2 gram-positive card system (BioMérieux) in the department of laboratory medicine.

The attending physician determined that the patient's condition was on the borderline between bacterial and viral meningitis. Given the elevated intracranial pressure and neurological symptoms (diplopia and visual disturbance), empirical antibiotics (vancomycin 1.0 g, 3 times daily; ceftriaxone 2.0 g, twice daily), an antiviral (zoylex 10 mg/kg, 3 times daily), and a steroid (dexamethasone 10 mg, 4 times daily) were initiated as part of the initial treatment.

On August 24, the CSF culture test detected no bacteria, while the peripheral blood culture test identified *S. suis*, confirming the diagnosis of bacterial meningitis. Antimicrobial susceptibility testing revealed resistance only to tetracycline [17]. On August 29, the patient was switched to ceftriaxone

monotherapy after discontinuing vancomycin. Following a total of 14 days of antibiotic therapy, the patient was discharged from the medical institution on September 3 without significant sequelae.

3) Survey of food intake history

Based on the patient's statement that she had consumed uncooked sausage made from pork 1 day before the onset of symptoms, microbiological testing was performed on the sausage.

On August 14, the patient purchased 2 packs (4 pcs/package) of Thai-style sausages (product name: Naemmu, food type: unpasteurised sausage, ingredients: 70.59% domestic pork, etc.) from a grocery store near her house in celebration of a Thai holiday. The sausages were produced by a Korean manufacturer. On August 16, the patient consumed 1 pack (4 pieces) alone, with no co-consumers. The remaining 1 pack (4 pieces) was stored in the refrigerator, and recovered for microbiological analysis on August 29. The Ministry of Food and Drug Safety conducted real-time polymerase chain reaction (RT-PCR) testing on the sausage, and on September 3, it reported, "No detection of *S. suis*."

Regarding the test conducted by the Ministry of Food and Drug Safety, the sample underwent enrichment culture followed by RT-PCR. For the enrichment culture, 100 g of sausage was aseptically collected and homogenized in 100 ml of Brain Heart Infusion Broth (Oxoid Ltd.), followed by incubation at 37°C for 24 hours. For identification of genes, 1 ml of the culture was centrifuged to remove the supernatant, resuspended in 100 µl buffer, boiled at 95°C for 10 minutes, and centrifuged for 5 minutes. The supernatant was then collected and used to identify the *S. suis* housekeeping gene (*recN*) via

RT-PCR to confirm the presence of *S. suis*.

4) Survey of the farm

Given that the patient was a pig farm worker, there was a possibility of occupational exposure, prompting an epidemiologic investigation of the farm.

The farm owner was the patient's husband, and they resided in a converted building near the farm entrance. The husband managed a herd of 2,000 80-day-old pigs (30–40 kg) across 4 barns. There had been no swine births on the farm, and no piglets under 10 weeks of age were present. The farm utilized a slurry-type waste management system, where pig feces were automatically drained through gaps in the barn floors and stored in a basement tank. Once a certain amount of waste accumulated, an external company collected it, though the husband was responsible for handling the feces. The patient had worked on the farm for 3 years, performing routine duties such as feeding pigs and cleaning barns until the onset of symptoms. The husband stated that he always wore waterproof and dust-proof clothing, a face mask, boots, and gloves when working on the farm, and his wife followed the same precautions. The husband, as a co-exposure, exhibited no unusual symptoms, and the herd of pigs showed no signs of illness, such as loss of appetite, fever, lethargy, or mortality, nor did they exhibit symptoms of any similar diseases (e.g., classical swine fever). The husband had been disinfecting both the interior and exterior of the barn daily with a potassium persulfate-based disinfectant (product name: Virkon-S). No external workers were involved in the farm's operations, and the only outsider to visit recently was public health center staff member conducting an epidemiological survey.

To discuss options for microbiological investigation of

the pigs and farm environment, a video conference was held on September 6 with the Institute of Chungbuk Provincial Veterinary Service and Research, which is responsible for quarantine, inspection, and research on animals and livestock products in the Chungcheongbuk Province. A veterinarian from the institute explained that *S. suis* can survive in the environment as part of the normal flora in pigs, meaning that even if detected, its presence might be of limited significance. However, they suggested that if it were possible to compare serotypes between human and environmental samples through collaboration between the Korea Disease Control and Prevention Agency and the Korea Animal and Plant Quarantine Agency, they would actively participate in the collection of environmental samples. Since the human samples had already been discarded, it was impossible to compare the serotypes. The medical institution that reported the human infection case was a general hospital with 431 beds (as of November 2024.) Although specimens were required to be stored for a week, the hospital routinely discarded specimens immediately after reporting test results, except for multidrug-resistant strains, due to limited storage capacity. Additionally, the hospital lacked the laboratory resources to identify *S. suis* serotypes.

3. Results

The patient had a history of continuous contact with pigs while working on a pig farm, and *S. suis* has properties that enable it to form biofilms, allowing it to survive environmental stress and antibiotics while evading the host's immune system [18]. Therefore, occupational exposure was suspected to be the primary route of transmission. However, it was not possible to determine whether the patient had been exposed to carrier pigs on the farm or to the environment, as no serotype comparison

was conducted between the human and environmental samples. On the other hand, the likelihood of transmission through sausage consumption was assessed as “low” as microbiological tests detected no *S. suis*, and no additional suspected cases were reported. Additionally, there was a possibility of transmission through skin wounds during pig handling or farm work; however, this route was also considered “low,” as the patient reported no skin wounds.

Preliminary Conclusions

On August 27, 2024, the first case of human infection with *S. suis* in Chungcheongbuk Province was recognized through a report from a medical institution. The patient experienced headache, neck stiffness, and diplopia, which improved without sequelae after 14 days of inpatient treatment. Epidemiologic investigation revealed that the patient had a history of consuming uncooked sausages made from pork and a history of continuous contact with pigs while working at a pig farm. The sausage was collected and subjected to molecular diagnostic testing (RT-PCR), which detected no *S. suis*. No similar symptoms or health abnormalities were found in spatiotemporally related individuals (husband and pigs). Due to the lack of scientific evidence to establish an association and causality between the risk factor exposure and the disease, the presumptive mode of transmission was concluded to be unknown.

This case serves as an important example of the various institutional collaborations, including the Chungcheong Regional Center for Disease Control and Prevention, community public health center, the Ministry of Food and Drug Safety, and the Institute of Chungbuk Provincial Veterinary Service and Research, aimed at identifying the transmission route of *S.*

suis in humans and preventing further spread. However, *S. suis* was not included in the ROK surveillance system, and the case was identified only after the specimen had been discarded by the medical institution. The lack of clarity regarding the competent authority for food inspection led to unnecessary delays, and the absence of a pre-defined allocation of responsibilities created challenges in determining which agency would oversee environmental sampling. Furthermore, this case highlights the need for comprehensive investigations into various transmission routes, including the possibility of occupational exposure or percutaneous infection. While the patient had resided in Thailand for an extended period before moving to ROK, she reported no history of international travel, including to Thailand, within the past year. Despite having worked on the farm for 3 years, she had never previously experienced these symptoms. Thus, it is crucial to assess the impact of environmental factors and variations in host immune status on the risk of infection, excluding cultural biases, and to recognize that identical environmental exposures may lead to different incidence rates based on immune status.

Actions

Since no vaccine for *S. suis* has been developed, the prevention of human infection primarily relies on the use of personal protective equipment (PPE) by individuals who handle pigs or pork products, as well as the hygienic management of pig breeding facilities [19]. While research on the association between *S. suis* colonization and the use of PPE is limited, studies have shown that pig breeders who wore face masks had lower nasal colonization of *Staphylococcus aureus*, a trend also observed in cohabiting household members [20]. Based on these

findings, we emphasized the importance of personal hygiene, including the use of PPE and handwashing. Specifically, we educated the patient and her husband on the necessity of wearing masks when in contact with pigs. Furthermore, we advised them to ensure that pork products were thoroughly cooked before consumption. According to Institute of Chungbuk Provincial Veterinary Service and Research, the farm's quarantine measures were deemed adequate. However, we recommend reducing the density of pigs in the barns and maintaining a clean environment [5]. Given that *S. suis* can cause relapses or opportunistic infections when the immune system is compromised, the health status of both farm workers and pigs was monitored regularly. As of October 21, there were no abnormal findings among the patient, her husband, or the pigs on the farm.

This case highlights the need for establishing a multisectoral collaborative response system at the regional level. First, regular education and training programs should be implemented at the regional level to foster collaboration among experts in public health, agriculture and livestock, and environmental science, with a clear distribution of roles. Emerging infectious diseases, particularly zoonotic pathogens, require multifaceted and coordinated responses [21]. To enhance multisectoral collaboration within the One Health framework, prioritization of zoonotic diseases should be established at both the national and regional levels [22]. This approach not only underscores the importance of addressing serious infectious diseases at the regional level but also facilitates the development of One Health collaboration among regional stakeholders [22]. Second, the outbreak and spread of zoonotic diseases can be unpredictable, requiring public health systems to be equipped to quickly detect early signs of such threats and respond promptly [23].

Therefore, it is critical to establish information-sharing system that enables healthcare facilities to rapidly communicate with public health organizations upon the recognition of an infectious disease that is not included in the national surveillance system. This would allow public health organizations to engage and intervene without delay. Third, microbiological and molecular testing of humans, animals, and the environment, in alignment with the One Health approach, is crucial for promoting a comprehensive understanding of disease transmission and control [19]. To achieve this, strengthening a network of diagnostic facilities is necessary, utilizing standardized guidelines and community resources to systematically analyze human and environmental specimens to trace the source of infection. Fourth, occupational safety education, particularly regarding handwashing and the use of PPE, should be prioritized in rural areas, where there is a relatively high risk of exposure to infectious diseases due to frequent contact with animals, as well as an increasing proportion of foreign workers and women from international marriages. Civil society participation is essential for this effort, and the development of culturally tailored and customized training programs can maximize their acceptance and effectiveness.

This case highlights the importance of establishing a coordinated multisectoral response and an information-sharing system at the regional level. Such a system would not only enhance zoonotic disease response capabilities but also significantly improve the ability to address emerging infectious diseases in the future.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: This research was supported by a grant (2219MFDS020) from the Ministry of Food and Drug Safety in 2023, for which we express our sincere gratitude.

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: HYL, JRK, YAK. Data curation: SYC, DSY, HOP, MJL, HYL. Funding acquisition: ISJ, MJL. Formal analysis: MJL, ISJ. Investigation: SYC, HJY, DSY, HOP, MJL. Methodology: HYL, SYC, DSY, HOP, MJL, SML. Project administration: YAK, JRK, JHY, HJY, ISJ, SML. Supervision: YAK, JHY, HJY, ISJ, SML. Visualization: HYL. Writing – original draft: HYL. Writing – review & editing: HYL, SYC, DSY, HOP, MJL, ISJ, SML, HJY, JHY, JRK, YAK.

References

1. Feng Y, Zhang H, Wu Z, et al. *Streptococcus suis* infection: an emerging/reemerging challenge of bacterial infectious diseases? *Virulence* 2014;5:477-97.
2. Wu CF, Chen SH, Chou CC, Wang CM, Huang SW, Kuo HC. Serotype and multilocus sequence typing of *Streptococcus suis* from diseased pigs in Taiwan. *Sci Rep* 2023;13:8263.
3. Gottschalk M, Segura M. Streptococcosis. In: Zimmerman JJ, Karriker LA, Ramirez A, Schwartz KJ, Stevenson GW, Zhang J, editors. *Diseases of swine*. 11th ed. John Wiley & Sons, Inc.; 2019. p. 934-50.
4. Staats JJ, Feder I, Okwumabua O, Chengappa MM. *Streptococcus suis*: past and present. *Vet Res Commun* 1997;21:381-407.
5. Segura M. *Streptococcus suis* research: progress and challenges. *Pathogens* 2020;9:707.
6. Centre for Health Protection (CHP). Health topics: *Streptococcus suis* infection [Internet]. CHP; 2024 [updated 2024 Jun 27; cited 2024 Sep 9]. Available from: <https://www.chp.gov.hk/en/health-topics/streptococcus-suis-infection>

- www.chp.gov.hk/en/healthtopics/content/24/3648.html
7. Huong VT, Ha N, Huy NT, et al. Epidemiology, clinical manifestations, and outcomes of *Streptococcus suis* infection in humans. *Emerg Infect Dis* 2014;20:1105-14.
8. Yu H, Jing H, Chen Z, et al; *Streptococcus suis* study groups. Human *Streptococcus suis* outbreak, Sichuan, China. *Emerg Infect Dis* 2006;12:914-20.
9. Wertheim HF, Nghia HD, Taylor W, Schultz C. *Streptococcus suis*: an emerging human pathogen. *Clin Infect Dis* 2009;48:617-25.
10. Huh HJ, Park KJ, Jang JH, et al. *Streptococcus suis* meningitis with bilateral sensorineural hearing loss. *Korean J Lab Med* 2011;31:205-11.
11. Kim JG, Seong GM, Kim YR, Heo ST, Yoo JR. *Streptococcus suis* causes bacterial meningitis with hearing loss in patients without direct exposure to pigs in a regional pork industry territory. *J Med Life Sci* 2023;20:43-7.
12. Choi S, Park TH, Lee HJ, et al. Subdural empyema from *Streptococcus suis* infection, South Korea. *Emerg Infect Dis* 2024;30:616-9.
13. Kim ET, Heo ST, Yoo JR, Kim M, Kim TH, Kim YR. Case report: *Streptococcus suis* human infections among pork consumers in Jeju, South Korea: zoonotic threats. *Am J Trop Med Hyg* 2024;111:1243-6.
14. U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). One health [Internet]. CDC; 2024 [updated 2024 Oct 30; cited 2024 Dec 3]. Available from: <https://www.cdc.gov/one-health/about/index.html>
15. Salunke S, Lal DK. Multisectoral approach for promoting public health. *Indian J Public Health* 2017;61:163-8.
16. Guell C, Mackett R, Ogilvie D. Negotiating multisectoral evidence: a qualitative study of knowledge exchange at the intersection of transport and public health. *BMC Public Health* 2017;17:17.
17. van Hout J, Heuvelink A, Gonggrijp M. Monitoring of antimicrobial susceptibility of *Streptococcus suis* in the Netherlands, 2013-2015. *Vet Microbiol* 2016;194:5-10.
18. Wang H, Fan Q, Wang Y, Yi L, Wang Y. Rethinking the control of *Streptococcus suis* infection: biofilm formation. *Vet Microbiol* 2024;290:110005.
19. Ramos GSS, Rego RFDS, Oliveira MFF, Rocha VFD, Oliveira EP, Reis JN. *Streptococcus suis* meningitis: an emerging zoonotic disease in Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2024;57:e00805.
20. Nadimpalli ML, Stewart JR, Pierce E, et al. Face mask use and persistence of livestock-associated *Staphylococcus aureus* nasal carriage among industrial hog operation workers and household contacts, USA. *Environ Health Perspect* 2018;126:127005.
21. El Zowalaty ME, Järhult JD. From SARS to COVID-19: a previously unknown SARS- related coronavirus (SARS-CoV-2) of pandemic potential infecting humans - call for a one health approach. *One Health* 2020;9:100124.
22. Yasobant S, Saxena D, Bruchhausen W, Memon FZ, Falkenberg T. Multi-sectoral prioritization of zoonotic diseases: one health perspective from Ahmedabad, India. *PLoS One* 2019;14:e0220152.
23. Emerging zoonoses: a one health challenge. *EClinicalMedicine* 2020;19:100300.

국가 조달 인플루엔자 백신 입찰 및 공급방식 개선 결과 보고

정수연 , 김민정 , 이규영 , 정상균 , 박준구* 

질병관리청 의료안전예방국 백신수급과

초 록

본 보고는 인플루엔자 국가예방접종 지원사업의 입찰 및 공급방식 개선을 중심으로, 2022-2023절기 사업의 주요 변화와 그 결과를 분석하였다. 기존 민간개별구매방식과 혼재된 입찰방식은 백신 수급 불균형 및 행정적 비효율성을 초래하였다. 이를 개선하기 위해 백신 공급방식을 사전현물공급방식으로 일원화하고, 입찰방식은 백신 제조·수입사가 참여하는 희망수량 경쟁입찰로 전환하였다. 이러한 개선을 통해 공급의 안정성을 확보하고, 행정 소요를 줄이며, 백신 재분배 과정에서 콜드체인 유지와 안전성을 강화하였다. 결과적으로 유찰 건수가 감소하고, 입찰 및 계약 소요 기간이 단축되었으며, 지역 간 백신 수급 불균형 문제가 해소되었다. 그러나 일부 민간개별구매방식 적용 등 개선해야 하는 한계가 여전히 존재한다. 본 보고를 통해 현행 공급방식의 한계를 검토하고 보다 안정적이고 효율적인 국가예방접종백신 공급방식으로의 개선 방향을 제안한다.

주요 검색어: 인플루엔자; 예방접종; 공급방식

서 론

인플루엔자 국가예방접종 지원사업은 1997년부터 보건소에 한해 65세 이상 어르신 대상 접종 지원에서 2015년부터 민간의료기관 접종까지 확대하여 지원하였다. 이후 2016년 6-12개월 미만 영유아, 2017년 6-59개월 어린이, 2018년 6개월-12세 어린이, 2019년 임신부, 2020년 생후 6개월-13세 어린이까지 사업 지원대상을 꾸준히 확대한 바 있다. 사업 대상 및 지원 기관 확대에 따라 인플루엔자 수급 정책 또한 변화하였는데 사업 대상별로 조달계약을 체결하는 방식은 사업 대상별 계약기간 상이 및 접종기관별 백신 구매 방

식 차이 등으로 인해 일부 지역에서 인플루엔자 백신 부족 상황이 발생하였다. 이에 질병관리청(질병청)은 매년 절기마다 산발적으로 발생하던 백신 수급 불안을 해소하고 보다 안정적인 백신 공급 강화를 위해 2022-2023절기 사업부터 모든 사업 대상에 대한 공급방식 및 입찰방식을 일원화하여 진행하였다. 공급방식은 민간개별구매방식과 사전현물공급방식이 혼재되었던 공급방식을 정부 주도 물량 조정이 가능한 사전현물공급방식(의원급 소아청소년과 제외)으로 통일하였으며, 입찰방식은 신속한 백신 확보를 위해 백신 제조·수입사가 참여하는 희망수량 경쟁입찰로 개선했다. 입찰방식은 추정단가 적정 산출 및 유통비 적정기준에 대해 일원화하였으며 백신 제조·

Received November 11, 2024 Revised December 11, 2024 Accepted December 23, 2024

*Corresponding author: 박준구, Tel: +82-43-719-6810, E-mail: bg2556@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted 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?

인플루엔자 국가예방접종사업은 65세 이상 어르신, 임신부 및 생후 6개월-13세 어린이를 대상으로 매년 절기마다 시행하고 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

국가예방접종사업에 사용되는 인플루엔자 백신의 공급방식 개선을 통해 백신 수급 안정성이 증가되었다.

③ 시사점은?

현재 공급방식이 개선된 인플루엔자 백신 외 백신에 대해서도 지속적인 수급 안정을 위해 백신별 공급 특성 및 접종 대상 등을 고려하여 향후 공급방식 개선에 대해 다각도로 검토하는 방안이 마련되어야 한다.

수입사 및 도매업체 등이 입찰 가능한 일반경쟁입찰에서 백신 제조·수입사만 참여 가능한 희망수량 경쟁입찰로 개선하였다. 이에 본 원고에서는 현재 국가예방접종백신 입찰 및 공급 방식별 특징과 개선된 인플루엔자 백신 입찰·공급 관련 주요 결과를 살펴보고, 한계점 등에 대해 제시하고자 한다.

본 론

1. 국가예방접종백신 입찰 및 계약 개요

국가예방접종백신 입찰 및 계약은 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 및 동법 시행령에 의거 현재 ‘조달청을 통한 입찰 및 계약’ 또는 ‘수의계약’을 통해 공급하고 있다. ‘조달청을 통한 입찰’의 경우 경쟁방식에 따라 최저가 입찰업체 낙찰 및 적격심사하는 과정이며 이후 계약이 체결된다. 백신 조달 입찰은 ‘일반경쟁입찰’ 및 ‘희망수량 경쟁입찰’이라는 경쟁방식을 채택하여 적용하고 있다. ‘일반경쟁입찰’은 입찰 참가 자격이 있는 사업자가 입찰에 참여하여 예정가격 이하 최저가격으로 입찰한 자가 낙찰되는 방식으로 백신 조달계약의

경우 대부분 도매업체가 참여하고 있다. 현재 국가예방접종사업 중 수의계약 백신(장티푸스, 신증후군출혈열, 인유두종바이러스감염증[human papillomavirus infection, HPV] 4가 등) 및 인플루엔자 백신을 제외한 대다수의 백신이 일반경쟁입찰을 통해 단가가 책정된다.

‘희망수량 경쟁입찰’은 1인의 능력이나 생산시설로는 그 공급이 불가능하거나 곤란하다고 인정되는 경우 또는 수인의 공급자 또는 매수자와 분할 계약하는 것이 가격·품질 기타 조건에 유리하다고 인정되는 경우 등에 구매할 때 적용되는 입찰방식으로 입찰 참여자들은 입찰 시 단가와 희망수량을 제출한다. 이후 예정가격 이하 최저가격으로 입찰한 순으로 계약이 체결되며 수요수량에 도달할 때까지 입찰자를 낙찰자로 결정하고 계약한다.

계약방식의 경우 ‘총액계약방식’과 ‘3자단가계약방식’으로 진행 중이며, ‘총액계약방식’은 질병청에서 해당연도 사업에 보건소 및 위탁의료기관이 사용할 백신 총량을 계약하는 방식으로 대상 백신으로는 5품목(피내용 결핵[Bacillus Calmette-Guerin, BCG], 폐렴구균 단백결합[pneumococcal conjugate vaccine, PCV] 13·15가, 폐렴구균 23가 다당질[pneumococcal polysaccharides vaccine, PPSV], HPV 4가)이 있다. 이때 분기별 사용물량에 대해 질병청에서 수요조사 후 공급이 이루어진다. ‘3자단가계약방식’은 질병청에서 해당연도 사업에 보건소만 사용할 백신 물량을 계약하는 방식으로, 계약된 건에 한해 각 보건소는 사용할 물량에 대해 자체적으로 발주 및 구매를 진행하게 된다. 이때 의료기관의 경우 자체적으로 백신을 구매하고 접종한 건에 한해 관할보건소에 비용청구를 진행한다. 이러한 계약방식이 적용되는 백신은 18품목(B형간염, 디프테리아·파상풍·백일해[Tdap] 등)으로 ‘총액계약방식’이 적용되지 않는 대다수의 국가예방접종백신이다. 이러한 입찰과 계약방식은 각 백신별 공급방식 등을 고려하여 결정·운영된다.

2. 국가예방접종백신 공급방식 개요

국가예방접종백신은 현재 4가지 공급방식으로 운영하고 있으며, 이는 백신별 수급 특성, 접종시기, 접종 실시기관의 특성에 따라 진행되고 있다[1].

첫 번째로 민간의료기관에서 백신을 구비하고, 국가예방접종사업 사용분에 대한 비용을 보건소를 통해 상환받는 ‘민간개별구매(백신비용 지원)’ 방식이 있으며, 이때 보건소는 질병청에서 진행한 조달계약 이후 조달청 나라장터를 통해 자율적으로 구매하고 접종을 시행한다. 이는 접종기관의 백신 선택 자율성을 존중할 수 있는 방식으로, 현재 대다수 백신(B형간염, 수두 등)에 적용되는 공급방식이다. 다만, 각 의료기관이 개별적으로 백신을 확보함에 따라 기관별 백신의 재고 편차가 발생할 수 있는데 이때 정부(질병청 또는 지자체)가 개입하여 물량 조정이 불가하다는 한계가 있다.

두 번째는 ‘정부총량-사전현물(정부구매 I 형)’ 방식으로 질병청이 주도하여 인구수, 접종실적 등을 고려해 사업기간 동안 필요한 백신 소요량을 파악하여 조달구매 후 지역별·기관별로 사업에 사용될 백신을 접종기관에 적정 배분하고, 접종을 실시하는 방식으로 의료기관은 조달업체를 통해 현물백신으로 공급 받고, 그에 대한 백신비는 보건소가 백신을 납품한 조달업체에 지급한다. 이 방식은 질병청이 지역별·기관별 적정량을 공급하고 백신 부족 시 보건소를 통해 재분배를 실시할 수 있어 효율적인 백신 수급관리가 가능하나, 정부에서 구매한 백신을 일괄 공급하므로 의료기관의 백신 선택권(국내 단독 공급되는 품목 제외)이 사전 차단된다는 단점이 있다.

세 번째는 ‘정부총량-사후현물(정부구매 II 형)’ 방식으로 이는 사업기간 동안 필요한 백신에 대해 보건소는 분기별로 조달구매하여 접종하고, 해당 공급방식의 백신을 접종하는 의료기관은 사전에 자체적으로 백신을 구비한 다음 국가예방접종 대상자에게 사용한 백신에 대해 조달업체에서 현물(백신)로 공급해주고, 해당 백신비용은 조달업체가 보건소에 청구하는 방식이다. 의료기관에서 사전에 사업에 참여할 백신 중

류를 선택해서 구매하므로 백신 선택권이 존중되나, 의료기관 초기물량에 대한 재고량 감소 및 관리가 용이하지 않고, 사전 구매한 초기물량 백신은 의료기관 소유이므로 백신 공급 편차 등 수급 불안 발생 시 정부(질병청 또는 지자체) 개입 및 조정에 한계가 있다.

마지막으로 ‘정부총량-사후비용차감(정부구매 III 형)’ 방식은 백신을 확보하고 보건소에 공급하는 방법으로 I, II 형과 유사하나, 의료기관은 백신이 공급된 후 국가예방접종으로 사용한 물량에 대해 조달업체에서 의료기관으로 세금계산서 등 재발행을 통해 백신비용을 정산(환급)해주고, 해당 백신비용은 보건소에 청구하는 방식이다. ‘정부구매 II 형’과 동일한 장점이 있으나, 마찬가지로 공급 관련 정부(질병청 또는 지자체)의 개입이 어렵고, 의료기관에서 시스템 등록 시 사후현물 비용처리 관련 오류가 잦아 백신비 정산이 지연되는 등의 문제점이 제기되고 있다(표 1).

3. 2022-2023절기 인플루엔자 입찰방식 개선 추진

2020-2021절기부터 모든 사업대상에게 접종되는 인플루엔자 백신은 4가 백신으로 적용되었으나, 입찰 시 수요기관에서 조달청으로 요청하는 단가(추정단가)는 동일 백신임에도 불구하고 유통비 차이 등의 이유로 사업 대상별(어린이·임신부 등, 어르신)로 별도 산정되었으며, 입찰 또한 사업 대상별로 나누어 진행되었다. 이에 다수 입찰로 인한 행정력 소모 및 단가 차이 등으로 인한 현장 혼선 등의 사유로 입찰방식 개선을 검토하였다.

매년 9-11월 중 대다수의 공급이 집중되는 인플루엔자 백신 절기 접종사업 특성을 반영하기 위해 정책연구용역사업(2021년 11월)을 진행하였으며, 해당 연구에서는 인플루엔자 백신 생산 및 유통업체 대상으로 국내 유통(운송) 실태와 유통 항목별 원가분석 등 기초조사 자료를 검토하였다. 유통 단계별 업무 흐름과 관련 비용구조 등의 분석을 통해 인플루엔자 백신의 적정 유통비용을 도출하여 그간 관례적으로 적용하

표 1. 백신 공급방식별 주요 특징

구분	정의	장점 및 단점	대상 백신
민간개별구매	위탁의료기관이 백신 개별 자체 구매, 정부사업 사용물량에 대해 백신 구매 비용 환급	(장점) 의료기관 희망제품·수량·수령시기 선택 가능, 보건소 행정력 경감 (단점) 지역별·위탁 의료기관별 확보 편차 발생, 과·부족 시 정부 개입 조절 불가	B형간염, DTaP, IPV 등 15품목
사전현물	정부가 일괄구매·확보 및 의료기관 배분 후 접종상황에 따라 재분배	(장점) 위탁 의료기관별 백신 적정량 배분 및 과·부족 시 재분배 가능 (단점) 위탁 의료기관의 희망제품·수량·수령시기 등 선택권 사전 차단	인플루엔자, 피내용 BCG, PPSV, 장티푸스, 신증후군출혈열 5품목
사후현물	정부가 백신 일괄구매·확보, 위탁의료기관에 정부사업 사용물량에 한해 사후 현물공급	(장점) 위탁 의료기관 백신비 상환으로 세금부담 경감, 초기물량 선택권 가능 (단점) 재고량 지속 보유·관리 어려움, 과·부족 시 정부주도 개입 조절 불가	PCV 13·15가 2품목
사후비용차감	정부가 백신 일괄구매·확보, 위탁의료기관의 정부사업 사용물량에 대해 업체 통해 비용환급	(장점) 의료기관 백신비 상환으로 세금 부담 경감, 협약업체로부터 희망제품·수량·수령시기 선택권 보유 가능 (단점) 백신 납품업체 오등록에 따른 정산 지연, 과·부족 시 정부 주도 개입 조절 불가	HPV 4가 1품목

DTaP=Diphtheria/Tetanus/Pertussis (디프테리아·파상풍·백일해); IPV=polio (폴리오); BCG=Bacillus Calmette-Guerin (결핵); PPSV=pneococcal polysaccharides vaccine (폐렴구균 23가 다당질); PCV=pneumococcal conjugate vaccine (폐렴구균 단백결합); HPV=human papillomavirus infection (인유두종바이러스감염증).

였던 조달계약 단가에 유통비 별도 가산(조달단가×14.5%)을 폐지하였으며, 이를 통해 인플루엔자 백신 구매단가에 유통(운송)비용, 기타비용 등을 통합한 적정 추정단가를 산정하였다. 이러한 연구 결과를 참고하여 2022-2023절기 사업에서는 조달계약 시점부터 유통비를 포함한 적정 추정단가로 공개 입찰을 실시하였다.

또한 기존 이분화된 입찰방식(어르신-희망수량 경쟁입찰, 어린이·임신부-일반경쟁입찰)에서 전 사업 물량 통합 후 희망수량 경쟁입찰로 일원화하는 방식으로 변경하였다. 2021-2022절기 인플루엔자 예방접종 지원사업까지 어르신(65세 이상) 대상 사업 물량은 희망수량 경쟁입찰, 어린이(생후 6개월-13세)·임신부 대상 사업 물량은 일반경쟁입찰방식으로 이분화되어 진행되었다. 일반경쟁입찰방식의 경우 백신 제조·수입사뿐만 아니라 도매업체도 참여 가능하여 대다수 낙찰은 적은 금액을 투찰하는 도매업체가 선정되었다. 이 경우 낙찰받은 도매업체는 백신 제조·수입사로부터 백신확

보 담보 가능 확약서로 ‘공급확약서’를 계약 부처인 조달청에 제출하게 되는데, 낙찰업체의 공급확약서 확보가 늦어지는 경우(최소 몇 주-수개월) 최종 계약까지 지연되는 일이 발생하기도 하였다. 이에 2022-2023절기부터 입찰 참여를 백신 제조·수입사로 제한하고 전 사업 물량을 희망수량 경쟁입찰로 변경함으로써 입찰 소요기간 단축을 통한 행정력 등을 감소할 수 있었다. 또한 낙찰된 업체에는 백신 조달 공급부터 사업기간 내 백신 재분배까지 백신 공급 및 사후관리 관련 추가 과업 수행의무를 지정하였으며, 이를 통해 사업기간 내 백신 콜드체인 관리 강화를 진행할 수 있었다.

4. 2022-2023절기 인플루엔자 백신 공급방식 개선 추진

2021-2022절기까지 인플루엔자 백신 공급방식은 민간개별구매방식으로 진행되었다. 이는 모든 사업 물량을 위탁의료기관에서 별도로 백신 구매 후 국가예방접종사업 대상에 접종한 것에 한해 사후비용 정산 방식으로 사업을 진행하는 방식

이다. 민간개별구매방식이 적용되는 사업 물량은 공급 상황에 따라 과다 혹은 과소 공급되는 경우가 발생하는 경우가 있으며, 이때 정부(질병청 또는 지자체)에서 개입해서 조절하는 것이 불가함에 따라 시기별·지역별 수급 편차가 우려되는 등의 문제점이 지속적으로 제기되었다. 또한 국가사업 물량과 민간 시장(비급여 대상) 물량 구분이 불가능하여 민간시장 수요 증가 시 국가사업 대상 백신 부족현상이 발생할 우려 또한 제기되었다. 이에, 절기 사업기간 내 인플루엔자 백신 지역 편차 없는 적기 공급 지속 및 의료기관 간 재분배를 통한 폐기량 발생 최소화 목적 등으로 공급방식을 사전현물공급(정부구매 I 형) 방식으로 개선하는 것을 검토하였다. 이러한 방식은 사업 대상자의 수요에 맞춰 사전에 사업 물량을 계약 및 공급함으로써 백신 공급의 안정성을 강화하고 국가사업대상 백신의 관리 효율을 높일 수 있는 장점이 있다.

이에 원활한 현장 적용을 위해 의료계 의견 조회(2021년 3월-2022년 1월, 총 3회) 등을 실시하였다. 각 진료과목별 협회를 통해 현행 백신 공급방식에 대한 애로사항 및 선호 공급방식 등에 대해 서면 및 대면으로 의견을 수렴하고, 백신 공급방식 개선 취지 및 필요성에 대해 적극적으로 설명 및 안내하였다. 정부구매 I 형의 경우 그 결과에 따라 공급방식 개선에 동의한 의료계(의원급 소아청소년과 제외)는 전 국가사업 대상을 위한 백신을 질병청에서 전량 선구매 후 사업 시작 전 현물로 공급하는 방식(정부구매 I 형)으로 변경되었으며, 의원급 소아청소년과의 경우 국가사업 대상 중 어린이(생후 6개월-13세) 사업 물량에 한해 의료기관에서 별도로 민간개별구매 후 사후비용 정산 방식을 적용하는 개선안이 확정(2021년 5월)되었다. 이후 2022-2023절기 인플루엔자 접종사업부터 이러한 공급방식이 적용되었다[2].

결론

1. 인플루엔자 백신 입찰 및 공급방식 개선 결과

2022-2023절기 인플루엔자 접종사업부터 유통비(조달단가×14.5%) 별도 가산을 폐지한 추정단가 산정(2022년 기준 10,919원)으로 단가 산정 효율을 높였다. 또한 전 사업대상을 통합하여 단일 입찰을 실시한 결과 유찰 건이 줄어들어 1회 입찰만으로 전 사업 물량에 대한 계약을 완료할 수 있게 되었다(2020년 22회, 2021년 10회 유찰). 이후 진행된 사업에도 1회 입찰을 통해 신속하게 계약이 진행되었다. 또한 입찰 참여를 백신 제조·수입사로 제한하면서 도매업체의 공급확약서 미확보로 최대 수개월까지 소요되었던 계약기간이 1주일 내로 단축되었다. 백신 입찰 및 계약에 소모되는 시간적·행정적 소모를 최소화한 것이다. 또한 백신 추정단가 산정 시도즈당 유통비를 포함하면서 각 백신 제조·수입사를 재분배 과업 수행 주체로 지정하였으며, 백신 제조·수입사 중 최종 낙찰된 업체 및 그에 계약된 유통위탁업체는 질병청이 지정한 기간 내 콜드체인(2-8℃) 유지 상태에서 백신 재분배를 진행한다. 또한 절기 사업 실시 전에는 질병청이 주관하는 인플루엔자 백신 입찰 업체(백신 제조·수입사) 대상 유통사업계획 발표회를 통해 사업기간 중 백신 보관 및 운송 계획 등에 대해 전반적인 논의를 실시하며, 사업 중에는 전 업체 대상 백신 보관·유통 실태 현장점검을 통해 백신 보관·유통 관련 관리 감독을 강화하였다[3].

공급방식의 경우 어르신·임신부·어린이 사업 대상 공급방식을 사전현물공급(정부구매 I 형) 방식으로 개선하였다. 다만 의원급 소아청소년과에 한해 어린이 대상 사업 물량 일부는 민간개별구매방식을 적용하는 방식으로 현행 유지 방식을 지속하였다. 개선된 공급방식을 통해 전국 보건소 및 위탁 의료기관에 사전 구매한 백신을 각 대상자 접종 수요대로 사업 시행 전에 전체물량 공급을 진행함으로써 지역별 수급 불균형을 해소하였으며, 개선 전에 지속적으로 제기되었던 백

신 공급 관련 민원이 감소되었다. 또한 사업기간 중에 실시하는 재분배 과업을 기존 보건소·의료기관 간 개별 실시에서 조달계약업체 실시로 변경하면서 백신 재분배 시 안전관리 강화와 더불어 보건소 등 담당자의 업무경감을 도모하였다. 2022-2023절기부터 적용된 이러한 개선 방안들은 현 2024-2025절기 사업까지도 동일하게 적용하여 진행 중이다. 또한 질병청은 절기 사업 전 적기 공급뿐만 아니라 사업기간 중에도 일주 단위로 각 지자체별로 추가공급 물량 수요 취합 및 계약사 공급지시를 통해 원활한 사업수행을 위해 적극 노력 중이다.

2. 현행 공급방식의 한계 및 향후 공급방식 개선 방향

현행 인플루엔자 백신 공급방식은 의원급 소아청소년과 제외 사전현물공급방식이 적용되고 있다. 이는 소아청소년과 의원의 경우 백신 민간개별구매방식이 단독 적용되고 있어 각 지역 및 의료기관별 재고량 등을 파악하기 어려우므로, 만일 지역별 공급 편차가 발생될 경우 정부(질병청 또는 지자체) 주도하의 분배 및 관리가 쉽지 않은 실정이다. 그러므로 질병청은 향후 각각의 공급방식이 별도 적용됨으로써 발생하는 장단점 등을 면밀히 검토하고, 국가예방접종 대상 백신의 경우 지역별 편차 없는 안정적인 공급 및 분배가 될 수 있도록 각 의료계 및 제약업체 등의 의견수렴을 거쳐 공급방식 개선 방향을 지속적으로 검토할 예정이다.

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: SYJ. Investigation: MJK, KYL, SGJ. Supervision: SGJ, JKP. Writing – original draft: SYJ, MJK. Writing – review & editing: KYL, SGJ.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The guidelines for national immunization program. KDCA; 2024.
2. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The guidelines for The 2024-2025 seasonal influenza vaccination program. KDCA; 2024.
3. Korea Productivity Center. Cost analysis of distribution costs for influenza vaccines. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2021 Nov. Report No.: 11-1790387-000465-01.

National Procurement of Influenza Vaccine: Bidding and Supply Method Improvement

Suyeon Jeong , Minjeong Kim , Kueyoung Lee , sanggyun Jeong , Joonku Park* 

Division of Vaccine Supply, Department of Healthcare Safety and Immunization, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

This report examines improvements in the bidding and supply methods for the National Influenza Vaccination Support Program, focusing on key changes and their outcomes during the 2022–2023 season. The previous mixed bidding system, combined with the individual private purchase method, led to imbalances in vaccine supply and administrative inefficiencies. To address these issues, the vaccine supply method was unified into a pre-supply system and the bidding process was transitioned to a competitive model based on desired quantities from vaccine manufacturers and importers. These improvements ensured supply stability, reduced administrative burdens, and enhanced the cold chain and safety measures during vaccine redistribution. As a result, the number of failed bids decreased, the time required for bidding and contracting processes were shortened, and regional vaccine supply imbalances were addressed. However, some limitations remain, such as the continued application of the individual private purchase method in certain areas, which requires further improvement. This report evaluates the limitations of the current supply method and suggests strategies for enhancing the vaccine supply system to improve stability and efficiency.

Key words: Influenza; Immunization; Supply method

*Corresponding author: Joonku Park, Tel: +82-43-719-6810, E-mail: bg2556@korea.kr

Introduction

Since 1997, the National Influenza Vaccination Support Program has facilitated influenza vaccinations for individuals aged 65 and over at public health centers. In 2015, the program's scope was expanded to encompass vaccination services at private healthcare organizations. Thereafter, the program has steadily expanded to infants under 6–12 months of age in 2016; children aged 6–59 months in 2017; children aged 6 months–12 years in 2018; pregnant women in 2019; and

children aged 6 months–13 years in 2020. The influenza vaccine procurement policy has also undergone modifications in response to the augmentation of both projects and support organizations. However, the manner in which procurement contracts are concluded for each project has caused vaccine shortages in certain regions. In particular, this shortage is attributable to the disparities in contract periods for each project and vaccine procurement methods employed by vaccination organizations. In response, the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) has established a unified

Key messages

① What is known previously?

The National Influenza Vaccination Program is conducted annually for seniors aged over 65 years, pregnant women, and children aged 6 months to 13 years during the influenza season.

② What new information is presented?

Enhancements to the supply methods for influenza vaccines in the national vaccination program have significantly improved the stability of vaccine availability.

③ What are implications?

To ensure sustained stability in vaccine supply, including but not limited to the improved influenza vaccine, a multifaceted approach must be developed, taking into account the supply characteristics and target populations of each vaccine to enhance future supply methods.

procurement and bidding method for all projects from the 2022–2023 season. This initiative aims to address the intermittent supply and demand insecurities that have affected the seasonality of vaccine supply, and strengthen the overall vaccine supply. Specifically, the supply method transitioned from a blend of private individual purchases and pre-supply to a pre-supply method that permits government-led volume adjustment (except pediatric clinics). Additionally, the bidding method was enhanced to a competitive bidding process for the desired quantity, with vaccine manufacturers and importers participating to ensure the expeditious procurement of vaccines. The bidding method was streamlined to calculate the estimated unit cost and criteria for the appropriate distribution cost. Furthermore, the bidding method was refined from general competitive bidding, wherein vaccine manufacturers and wholesalers, to a desired quantity competitive bidding, wherein only vaccine manufacturers and importers could participate.

This article describes the characteristics of the current national immunization vaccine bidding and supply arrangements, highlight key findings related to improved influenza vaccine tendering and supply, and discusses limitations.

Results

1. Overview of National Immunization Vaccine Bids and Contracts

Tendering and contracting for national immunization vaccines are currently undertaken through “bidding and contracting through the Public Procurement Service,” or “veterinary contracts” in accordance with the Act on Contracts to which the State is a Party, and the Enforcement Decree of the same Act. For bidding and contracting through the Public Procurement Service, the lowest bidder is selected and qualified according to the competitive method, and the contract is then signed. Bidding for vaccine procurement is conducted using competitive methods: “general competitive bidding” and “competitive bidding for desired quantity.” For vaccine procurement contracts, wholesalers tend to participate in the “general competitive bidding” method. Here, all eligible companies participate in the bidding, with the lowest bidder below the scheduled price winning the contract. Currently, most vaccines in the National Immunization Program, except veterinary contract (typhoid, nephrotic syndrome hemorrhagic fever, human papillomavirus vaccine [HPV]⁴, etc.) and influenza vaccines, are priced through general competitive bidding.

“Competitive bidding for desired quantity” is a bidding method used in purchasing when it is recognized that no single person has the capacity or production facilities to provide the entire supply, or splitting the contracts with several suppliers

or purchasers offers advantages in terms of price, quality, and other conditions. Here, bidders submit unit prices and desired quantities at the time of bidding. The contract is then awarded in the order of the lowest bid below the planned price. Then, the bidder is declared the winner and contracted until required quantity is reached.

Two contracting methods are available: “lump sum contract method” and “third-party unit price method.” The “total contract method” involves contracting the total quantity of vaccines to be utilized by health centers and commissioned healthcare organizations for the year’s project by KDCA. The aforementioned method encompasses five vaccines: Bacillus Calmette-Guerin (BCG), pneumococcal conjugate vaccine (PCV)13, PCV15, pneumococcal polysaccharides vaccine (PPSV), HPV4. The supply is determined subsequent to the demand survey conducted by KDCA for the quarterly usage. The third-party unit price method involves the KDCA contracting the quantity of vaccine to be utilized exclusively by health centers for the designated year’s project. Each health center is responsible for ordering and purchasing the allocated quantity. Healthcare organizations will only bill the health center for vaccines purchased and administered on their own. Eighteen vaccines (e.g., Hepatitis B, Diphtheria/Tetanus/Pertussis [Tdap]) are covered by this contracting method, representing the majority of national immunization vaccines that are not covered by the lump sum contract method. Importantly, the selection and implementation of bidding and contracting methods are determined by considering each vaccine’s supply method.

2. Overview of the National Immunization Vaccine Supply

The national immunization vaccine program is currently operated in four different ways depending on each vaccine’s supply and demand characteristics, the timing of vaccination, and the vaccination organization’s characteristics [1]. First, the “private individual purchase (vaccine cost support)” method involves private healthcare organizations procuring vaccines and receiving reimbursement through public health centers for their use in the national immunization program. In turn, public health centers purchase and administer vaccinations autonomously through the national marketplace of the Public Procurement Service following a procurement contract with the KDCA. This approach is intended to respect the autonomy of the receiving organization in determining its vaccine selection. Notably, this method is currently employed in the administration of various vaccines, including hepatitis B and chickenpox. However, a limitation exists: government entities, such as the KDCA or local governments, are unable to intervene in the adjustment of vaccine stock, as each healthcare organization procures vaccines independently.

Second, the KDCA assumes responsibility for the “government total volume and pre-supply (government procurement type I)” method in determining the vaccine requirements necessary during the designated project period. This approach considers the number of individuals and efficacy of the vaccination program. The KDCA subsequently allocates the procured vaccines to designated vaccination organizations, categorized by region and organization, following the procurement process. The KDCA implements the vaccination program in a manner which ensures the procurement company provides in-kind vaccines to healthcare organizations. The health

center settles the financial obligation for the vaccine with the procurement company that supplied the vaccine. This method facilitates effective vaccine supply and demand management by enabling the KDCA to allocate the appropriate quantity of vaccine to each region and organization, and redistribute it through health centers in the event of a shortage. However, it has the disadvantage of precluding healthcare organizations from accessing certain vaccine options (except those exclusively supplied within Republic of Korea) by supplying government-purchased vaccines in bulk.

Third, the “government total volume and post-supply (government procurement type II)” method entails the procurement and inoculation of vaccines by health centers on a quarterly basis during the project period. Healthcare organizations which utilize this supply method prepare their own vaccines in advance and then supply them from the procurement company for the vaccines used for national vaccination recipients. The procurement company bills the vaccine cost is billed to the health center. As healthcare organizations select and procure vaccines in advance, vaccine choice is respected. However, reducing and managing inventory for the initial batch of vaccines is difficult. Since this batch purchased in advance is owned by the healthcare organization, government intervention and adjustment in the event of supply insecurity, such as deviations in vaccine supply, are limited.

Finally, the “government total volume-post-reimbursement (government procurement type III)” is analogous to types I and II regarding the procurement and distribution of vaccines to health centers. However, in this case, the health centers are reimbursed for the vaccines after they have been supplied. The vaccine cost is settled (reimbursed) by issuing tax invoices from the procurer to the health center. “Government procurement

type III” shares the advantages of the aforementioned types, yet it presents challenges for the government (KDCA or local governments) to intervene in the supply process. Some issues also exist, such as frequent errors in handling post-in-kind costs when healthcare organizations register in the system, which delays the settlement of vaccine costs (Table 1).

3. Improvements to the Influenza Vaccine Bidding Methods for the 2022–2023 Season

From the 2020–2021 season, the influenza vaccine to be administered to all project targets was applied as a quadrivalent vaccine. However, the unit price (estimated unit price) requested by the demanding organization to the Public Procurement Service at the time of bidding was calculated separately for each project target (children, pregnant women, and older adults) due to differences in distribution costs, although it was the same vaccine. Furthermore, the bidding was divided by project target. Consequently, improving the bidding method was contemplated for reasons such as administrative consumption due to multiple bids and confusion on site due to unit price discrepancies.

To reflect the characteristics of the seasonal influenza vaccination project, wherein the majority of the supply is concentrated from September to November each year, a policy research project was conducted (November 2021). It reviewed basic survey data on domestic distribution (transportation) and cost analysis by distribution item for influenza vaccine producers and distributors. The workflow at each stage of the distribution process was thoroughly analyzed, coupled with a comprehensive review of the associated cost structures, to derive the optimal distribution cost of influenza vaccines. This analysis led to the abolition of the conventional practice of

Table 1. Key characteristics by supply method

Type	Definition	Pros and cons	Target vaccines
Private individual purchase	Reimbursement for individual vaccine purchases by contracted healthcare organizations for government project usage	(Pros) Healthcare organizations have the capacity to exercise autonomy in the selection of products, quantity, and timing of receipt, thereby reducing the administrative burden on health centers (Cons) The presence of regional and provider-specific disparities in access, in conjunction with uncontrollable government intervention during shortages, is a concern	15 items including Hepatitis B, DTaP, IPV, and more
Pre-supply	Governmental entities engage in the strategic procurement of vaccines, overseeing the distribution process to healthcare organizations. These organizations, in turn, allocate the vaccines to individuals based on their vaccination status	(Pros) The right amount of vaccine can be apportioned to each provider, and redistributed in the event of excess or shortage (Cons) It precludes the healthcare organization from exercising its prerogative in determining the product, quantity, and time of receipt in advance	5 items including influenza, intradermal BCG, PPSV, typhoid, and nephrotic syndrome hemorrhagic fever
Post-supply	Governmental entities acquire and store vaccines in bulk, subsequently allocating them to contracted healthcare organizations on an ex post facto basis for exclusive government use	(Pros) Reimbursement for provider vaccines reduces tax burden and allows for initial volume selection (Cons) Maintaining and managing inventory is a challenging endeavor, and government intervention is difficult in the event of shortages	2 items including PCV13A and 15A
Post-reimbursement	Governmental entities purchase and secure vaccines in bulk, and subsequently, reimburse contracted healthcare organizations for their use in government projects through designated vendors	(Pros) The tax burden is mitigated by reimbursing healthcare organizations for vaccines, who have the autonomy to select the desired product, quantity, and timing of receipt from the contractor (Cons) There may be delays in payment due to the misregistration of vaccine suppliers. Further, there is no control over government intervention in case of excess or shortages	1 item (HPV4)

DTaP=Diphtheria/Tetanus/Pertussis; IPV=polio; BCG=Bacillus Calmette-Guerin; PPSV=pneococcal polysaccharides vaccine; PCV=pneumococcal conjugate vaccine; HPV=human papillomavirus infection.

incorporating distribution costs into the procurement contract unit price, which was previously calculated by multiplying the procurement unit price by 14.5%. Consequently, a novel unit price was determined, incorporating not only the distribution (transportation) costs but also other associated expenses, thereby ensuring a more precise and comprehensive representation of the purchase price of influenza vaccines. Considering these findings, the procurement contract for the 2022–2023 fiscal year was revised to incorporate open bidding at a reasonable estimated unit price, inclusive of distribution costs.

Furthermore, the prevailing dichotomized bidding method was modified to a unified competitive bidding for a desired quantity following the integration of all project volumes. Until the 2021–2022 influenza season, the project volume for older adults (65 years old or older) was divided into competitive bidding for the desired quantity, and the project volume for children (6 months to 13 years old) and pregnant women was divided into general competitive bidding. For the general competitive bidding method, the participation of vaccine manufacturers, importers, and wholesalers is permissible. However, the majority of successful bids were submitted by wholesalers with relatively modest financial offers. Here, the twinning wholesaler is obligated to submit a “supply confirmation letter” to the Public Procurement Service, the ministry responsible for public procurement, to guarantee the procurement of vaccines from the vaccine manufacturer or importer. However, delays in obtaining this confirmation letter, ranging from a few weeks to several months, delayed the execution of final contracts. Therefore, beginning in the 2022–2023 season, the KDCA restricted bidding participation to vaccine manufacturers and importers, transitioned the entire project volume to competitive bidding for specified quantities, and reduced

administrative expenses by shortening the bidding period. Furthermore, the winning bidder was entrusted with supplementary responsibilities pertaining to vaccine provision and post-management. These responsibilities encompassed diverse activities, including procurement, supply chain management, and vaccine redistribution within the stipulated project period. The objective of these additional tasks was to enhance the cold chain management of vaccines within the project.

4. Improvements to the Influenza Vaccine Supply Methods for the 2022–2023 Season

Until the 2021–2022 season, the influenza vaccine was provided on a private purchase basis. This is a method of settling the project cost after the vaccine has been purchased separately by the contracted healthcare organization for all project volumes and only for cases which have been inoculated under the national vaccination program. In some cases, the project volume applied to the private individual procurement method may be over- or under-supplied, contingent upon the supply situation. Government entities, such as the KDCA or local governments, are unable to intervene and regulate this process. This has led to concerns regarding variations in supply and demand across different time periods and geographical regions. In addition, concerns have been raised regarding the potential for a shortage of vaccines for the national program during an increase in private market demand due to the inability to distinguish between the national program and private market (non-subsidized) volumes. Consequently, supply method improvements for the pre-supply (government procurement type I) method were contemplated to guarantee the timely provision of influenza vaccines without regional deviations during the seasonal project period and minimize the amount of

waste through redistribution among healthcare organizations. This method has been demonstrated to enhance the stability of vaccine supply and optimize the management efficiency of vaccines for national projects by contracting and supplying the project volume in advance according to project recipients' demand.

To ensure the seamless execution of field applications, a few healthcare community opinion surveys were conducted (from March 2021 to January 2022, three times in total). Through the associations of each medical specialty, opinions on the current vaccine and preferred supply methods were collected in writing and in person. The purpose and need to improve the vaccine supply method were actively explained and guided. For the government procurement type I, the healthcare community (excluding pediatric clinics) that consented to enhance the supply method in response to the findings was transitioned to a system where the KDCA pre-purchases all vaccines for the national project and supplies them in kind prior to the project's initiation (government procurement type I). For pediatric clinics, an improvement plan was finalized (May 2021) to apply the post-reimbursement after a private purchase method for children (6 months to 13 years old) among the national project targets separately at healthcare organizations. This supply method has since been implemented for the 2022–2023 influenza vaccination season [2].

Conclusion

1. Improvements to the Influenza Vaccine Supply Methods for the 2022–2023 Season

Starting with the influenza vaccination project for the 2022–2023 season, the estimated unit cost calculation (KRW

10,919 as of 2022), which eliminated the separate calculation of distribution costs (procurement unit cost \times 14.5%), improved the efficiency of unit cost calculation. Conducting a single bid for the entire business also reduced the number of bids, enabling the company to secure the contract for the entire business volume with a single bid (22 failed bids in 2020, 10 failed bids in 2021). The subsequent projects were also quickly awarded through a single bidding process. Furthermore, by confining the bidding process to vaccine manufacturers and importers, the contracting period was reduced from several months to less than a week, provided that the wholesaler did not obtain a supply commitment. The time and administrative effort expended on bidding and contracting for vaccines was reduced. The KDCA has designated each vaccine manufacturer and importer as the entity responsible for executing the redistribution task. In addition, the KDCA has incorporated the distribution cost per dozen into computing the vaccine's estimated unit price. The final winning bidder among the vaccine manufacturers and importers, and its contracted distribution subcontractor will proceed with the redistribution of the vaccine in a cold chain (2–8°C) within the period specified by the KDCA. Before the initiation of the seasonal project, the KDCA organized a distribution business plan presentation for influenza vaccine bidders (i.e., vaccine manufacturers and importers) to discuss the overall plans for vaccine storage and transportation. During the project, the KDCA conducted on-site inspections of vaccine storage and distribution for all companies to strengthen management and supervision of vaccine storage and distribution [3].

Regarding the supply method, the approach for older adults, pregnant women, and children has been enhanced to a pre-supply (government procurement type I) method.

However, for pediatric clinics, KDCA continued with the private individual purchase method for some project volumes for children. The improved supply method facilitated the delivery of pre-purchased vaccines to public health centers and outsourced healthcare organizations nationwide in full before the project implementation. This approach addressed regional supply and demand imbalances, thereby reducing the number of vaccine supply complaints that had been consistently reported prior to the improvement's implementation. Furthermore, the redistribution task was modified from individual implementation between health centers and organizations to procurement contractors during the project period. This change was implemented to enhance safety management during vaccine redistribution, and reduce the workload of health centers and personnel in charge. These improvements, which have been implemented since the 2022–2023 academic year, are being integrated into the current 2024–2025 program. Furthermore, the KDCA is diligently overseeing the project's execution by systematically collecting demand for additional supplies from local governments on a daily to weekly basis. The KDCA then allocates these supplies to contractors in a timely manner, ensuring the seamless integration of the seasonal project.

2. Limitations of Current Supply Methods and Future Improvement Directions

Currently, influenza vaccines are supplied in advance, except to pediatric clinics. For pediatric clinics, the private purchase method of vaccines is being applied exclusively. This complicates the identification of the stock for each region and healthcare organization. Consequently, if the supply deviates by region, government entities (KDCA or local government)

find it challenging to distribute and manage it. Therefore, the KDCA will methodically assess the merits and drawbacks of employing each supply method independently in the future. Moreover, the KDCA will persist in evaluating the supply method's enhancement, incorporating insights from the healthcare community and pharmaceutical companies to ensure a consistent supply and distribution network, unencumbered by regional variations, particularly for vaccines intended for national immunization.

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: SYJ. Investigation: MJK, KYL, SGJ. Supervision: SGJ, JKP. Writing – original draft: SYJ, MJK. Writing – review & editing: KYL, SGJ.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The guidelines for national immunization program. KDCA; 2024.
2. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The guidelines for The 2024–2025 seasonal influenza vaccination program. KDCA; 2024.
3. Korea Productivity Center. Cost analysis of distribution costs for influenza vaccines. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2021 Nov. Report No.: 11-1790387-000465-01.

스트레스인지율 추이, 2014-2023년

스트레스를 ‘대단히 많이’ 또는 ‘많이’ 느끼는 성인은 2023년 기준 28.2%로 전년과 차이가 없었으며(그림 1), 20-30대의 스트레스인지율이 다른 연령에 비해 높았다(그림 2).



그림 1. 스트레스인지율 추이, 2014-2023년

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

†그림 1의 연도별 지표값은 2005년 추계인구로 연령표준화

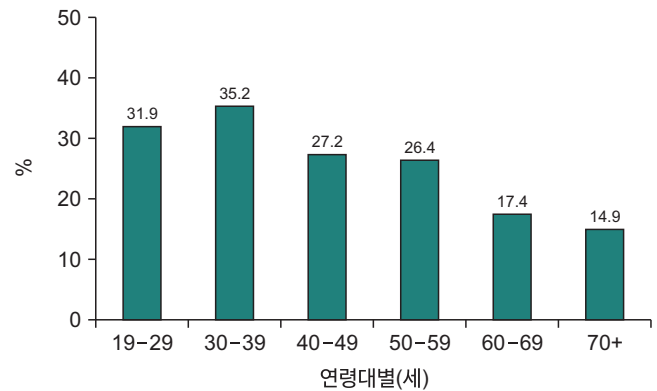


그림 2. 연령대별 스트레스인지율, 2023년

출처: 2023년 국민건강통계, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

작성자: 질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과 강유경

QuickStats

Trends in the Prevalence of Perceived Stress, 2014–2023

The number of adults who perceived “extreme” or “high” stress was 28.2% as of 2023, no difference from the previous year (Figure 1). The percentage of individuals in their 20s and 30s was relatively higher than those of other age groups (Figure 2).

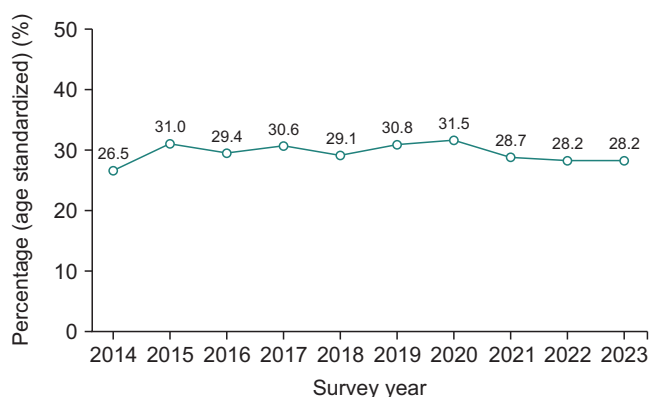


Figure 1. Trends in the prevalence of perceived stress, 2014–2023

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

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

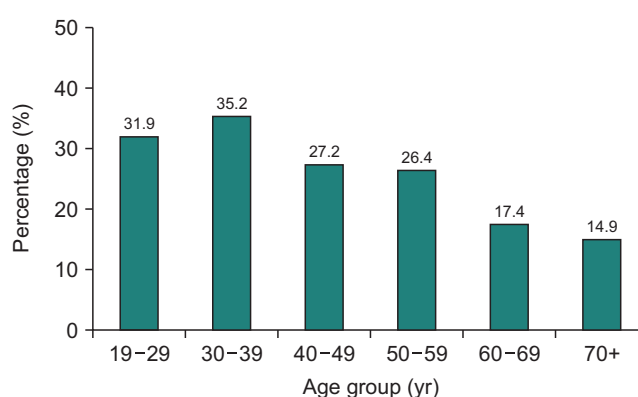



Figure 2. Prevalence of perceived stress by age group, 2023

Source: Korea Health Statistics 2023, Korea National Health and Nutrition Examination Survey, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

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