

새로운 의료관련감염 감시지표

박선희¹ · 조선영² · 최수한³ · 최지연⁴ · 손희정⁵ · 김홍빈⁶ · 이미숙⁷

가톨릭대학교 의과대학 감염내과¹, 성균관대학교 의과대학 감염내과², 부산대학교 의과대학 소아청소년과³, 중앙대학교병원 감염관리실⁴, 이화여자대학교 목동병원 감염관리실⁵, 서울대학교 의과대학 내과학교실⁶, 경희대학교 의과대학 감염내과⁷

Applicability of New Indicators for Healthcare-associated Infections Surveillance in Korea

Sun Hee Park¹, Sun Young Cho², Soo-Han Choi³, Ji Youn Choi⁴, Hee-Jung Son⁵, Hong Bin Kim⁶, Mi Suk Lee⁷

Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea¹, Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine², Seoul, Department of Pediatrics, Pusan National University Hospital, Pusan National University School of Medicine³, Busan, Infection Control Team, Chung-Ang University Hospital⁴, Department of Infection Control, Ewha Womans University Mokdong Hospital⁵, Department of Internal Medicine, Seoul National University College of Medicine⁶, Division of Infectious Diseases, Kyung Hee University College of Medicine⁷, Seoul, Korea

The Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System (KONIS) started surveilling healthcare-associated infections (HAIs) in intensive care units in 2006. Since then, the KONIS modules have expanded, and the participating hospitals have diversified. To allow for these changes, surveillance indicators need to be improved to represent national data and provide useful benchmarks. Herein, we reviewed the national HAI surveillance systems in 11 countries and the European Union, which were searched online during October–December 2019, and compared the target healthcare facilities, indicators, and surveillance methods. Twelve experts independently evaluated the priorities in terms of disease burden, relevance, intervenability, urgency, applicability, acceptability, barriers and facilitators of implementation on a scale of 0–10 in each category, and the highest score had the highest priority. This review identified five areas of improvement. First, new surveillance indicators that require web-based automated systems can be introduced. These would include laboratory-based surveillance, such as *Clostridioides difficile* infection and multi-drug resistant organisms, and surveillance of antimicrobial resistance and use. Second, surveillance areas can be expanded to general or specialized wards, according to the needs of the participating hospitals. Third, healthcare facilities, such as outpatient dialysis clinics or outpatient surgical centers, can be included in the KONIS. Fourth, standardized infection ratios (SIRs) and standardized utilization ratios (SURs) can be introduced as effective benchmarks. Finally, the point prevalence survey can play a supplementary role in identifying new HAIs and help allocate efforts to their prevention. Among these points, the use of SIR and SUR was considered a top priority indicator for the KONIS. As the KONIS continues to evolve, it is necessary to introduce new indicators and benchmark methods to address these changes. It is of utmost importance that the KONIS be operated stably and steadily, and new enrollees in the KONIS need to understand and adapt to the KONIS before introducing new indicators. In addition, it should be evaluated which indicators and benchmarks can be well-incorporated and appropriately used in the KONIS and the government should make efforts to establish an automated surveillance system using electronic medical information.

Key Words: Public health surveillance, Health facilities, Cross infection, Quality indicator, Health care

Received September 30, 2022
Revised October 21, 2022
Accepted October 21, 2022

Corresponding author:

Sun Hee Park

E-mail: sh.park@catholic.ac.kr

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0001-5648-9237>

Corresponding author: Mi Suk Lee

E-mail: mslee7@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0001-8951-5032>



Introduction

의료관련감염은 의료기관내에서 의료행위와 관련된 감염으로 입원 또는 외래 진료에서 발생할 수 있다. 환자의 고령화 및 면역저하자 증가, 항생제 사용 등의 이유로 의료기관에서 다제내성균의 분리 빈도가 증가하고 있으며, 이러한 다제내성균은 의료관련감염의 주요 원인균이 된다. 다제내성균에 의한 의료관련감염 발생 시 치료가 어렵고 임상경과에 악영향을 미치며, 의료기관내 다제내성균 전파 위험을 증가시킨다[1]. 뿐만 아니라, 의료관련감염은 입원 기간 및 의료 비용 증가 등의 다양한 사회경제적 손실을 야기한다[2]. 의료기관의 종류와 의료행위가 다양해지면서 비단 입원환자 뿐 아니라 외래환자 또는 외래 시술 및 수술 후 의료관련감염 발생도 증가하고 있다[3]. 효과적인 의료관련감염 예방 및 관리를 위해서는 의료관련감염 발생 현황을 파악하고 문제점을 확인하여 개선하고자 하는 국가적 노력이 필요하며, 의료관련감염 감시체계를 수립하여 적절한 감시지표를 설정하고 지속적으로 감시함으로써 의료관련감염 발생현황을 파악하고 감소를 위한 노력을 통하여 궁극적으로 의료관련감염을 감소시키는데 효과적이다[4].

국내에서는 2006년부터 전국의료관련감염감시체계(Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System, KONIS)를 설립하여 운영하고 있다. KONIS 중환자실 감염감시(intensive care unit surveillance, KONIS-ICU)의 최근 큰 변화는 2016년부터 참여 병원의 대상은 200병상 이상의 병원으로 확대되었으며 연중 조사하도록 참여 기간이 확대되었다. 또한, 감염예방관리로 수가 도입 등 의료정책의 변화로 인해 참여병원 수가 급속하게 증가하여 2021년에는 총 257개 병원 339개의 중환자실이 KONIS-ICU에 참여하고 있으며, 이 중 300병상 미만의 병원이 약 38.5%였다. KONIS 수술부위 감염감시(surgical site infection surveillance, KONIS-SSI)도 200병상 이상의 병원으로 참여가 확대되고 감시 대상 수술의 종류도 다양해졌다. 2021년에는 참여병원은 291개, 감시 대상 수술은 20개로 증가하였다. 새로운 감시 모듈도 도입되었는데, 의료관련감염의 과정지표인 손위생 수행률(hand hygiene surveillance, KONIS-HH) 및 중심정맥관 삽입-유지 관련 과정지표를 감시하는 중심정맥관 관련 혈류감염예방 감시체계(central line associated bloodstream infection surveillance, KONIS-CLABSI)는 2017년-2018년 시범연구 후 2019년부터 시작되었다. 신생아 중환자실 감염감시(neonatal ICU surveillance,

KONIS-NICU)도 2018년에 20개병원에서 시범적으로 시작되어 2019년에 본격적으로 시행되었다. 2021년부터 요양병원 의료관련감염 감시체계(long-term care hospital surveillance, KONIS-LCH)가 시작되었고 42개 요양병원이 참여하여 손위생 수행률과 요로감염에 대한 감시가 시작되었다[5]. 이와 같이, 감염감시 대상 구역 및 병원도 확대되고 감시대상도 다양해졌다(Table 1).

그럼에도, 대부분의 감염감시가 중환자실 환자가 주요 대상이며, 일반병동이나 특수병동에서 발생하는 의료관련감염에 대한 체계적인 국내 데이터는 부족하며, 입원환자가 아닌 외래 인공신장실이나 외래기반 수술환자에 대해서는 감염감시가 시행되지 않고 있다. KONIS에서는 참여병원에서 비슷한 규모의 다른 병원과의 비교할 수 있도록 KONIS-ICU에서는 병상수별로, KONIS-SSI에서는 수술 종류마다 National Nosocomial Infection Surveillance risk index (NNIS risk index)별로 감염률의 백분율을 제공하고 있다. 하지만, 참여병원의 확대로 병원의 특성 및 환자의 중증도가 다양해지고 있어 이를 보정하여 비교할 수 있는 지표가 필요하며, 다양한 병원의 특성을 포함할 수 있는 다각도로 감염지표를 살펴보는 노력이 필요하다. 현재 KONIS는 전향적으로 지속적인 감염감시를 수행하는 체계로, 혈류감염, 요로감염, 폐렴 및 수술부위감염에 대한 감시만 수행되고 있다. 이러한 감염이 의료관련감염의 많은 부분을 차지하고 있으나, 현재의 KONIS에서 감시하는 지표만으로는 그 외 다른 의료관련감염에 대해서는 발생분포, 질병부담, 그리고 항생제 사용의 적절성을 파악하는데 한계가 있다.

본 논문에서는 KONIS의 표준화된 지표 개발 및 지표 개선을 위하여 국내외 국가적 규모로 운영되는 의료관련감시체계 감시지표를 조사하고 비교하여 국내에서 적용가능한 새로운 감시지표를 제시하고자 한다.

Materials and Methods

각국의 의료관련감염 감시체계를 확인하기 위해서 구글 검색을 이용하여 각종 웹사이트를 검사와, 각 감시체계에서 발표된 자료들은 PubMed를 이용하여 조사하였다. 검색기간은 2019년 10월-12월이었고, 영문이나 국문 이외의 언어로 작성된 자료에 대해서는 구글번역기를 이용하였다. 온라인으로 검색이 가능하고 의료관련감염 및 항생제 내성 감시체계가 국가 규모로 운영되는 국가 중 아시아, 북미, 중부유럽, 서유럽, 북유럽을 대표할 수 있는 국

Table 1. The current operation of Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System (KONIS) modules in 2022 [5]

Module	Participating hospitals	Indicators	Metrics	Pathogen
ICU	<ul style="list-style-type: none"> General hospitals, ≥ 100 beds Presence of ICUs Regular case review by IPC practitioners and IPC doctors 	BSI rate UTI rate Pneumonia rate CLABSI rate CAUTI rate VAP rate DUR	No. of infections/1000 patient-days No. of device-associated infections/1000 device-days No. of device-days/ No. of patient-days	HAI pathogens & resistance patterns
SSI	<ul style="list-style-type: none"> General hospitals, ≥ 100 beds Presence of operating rooms Regular case review by IPC practitioners and surgeons 	SSI rate (%)	No. of SSI/100 operations	SSI pathogens & resistance patterns
NICU	<ul style="list-style-type: none"> General hospitals, ≥ 100 beds Presence of NICU Regular case review by IPC practitioners and IPC doctors 	BSI rate CLABSI rate DUR	No. of BSI/1000 patient-days by birth weights No. of CLABSI/1000 central line-days by birth weights No. of central line-days/ No. of patient-days	BSI pathogens & resistance patterns
HH	<ul style="list-style-type: none"> General hospitals, small hospitals Presence of IPC units Able to monitor hand hygiene 	HH Adherence ABH consumption SAB rates MRSA BSI rates MSSA BSI rates	HH performed/HH indicated -Item-by-item -Overall adherence ABH consumption/1000 patient-days No. of SAB/1000 patient-days No. of MRSA or MSSA BSI/1000 patient-days	
CLABSI	<ul style="list-style-type: none"> General hospitals, small hospitals Presence of IPC units Regular case review by IPC practitioners and IPC doctors 	CL Insertion CL maintenance Adherence to CL bundle CLABSI rate DUR	No. of performed/No. of observed No. of CLABSI/1000 Central line-days No. of central line-days/ No. of patient-days	
LCH	<ul style="list-style-type: none"> Long-term care hospitals Presence of IPC units 	HH adherence ABH consumption SAB rates MRSA BSI rates MSSA BSI rates UC Insertion UC maintenance UTI rate CAUTI rate DUR	HH performed/HH indicated ABH consumption/1000 patient-days No. of SAB/1000 patient-days No. of MRSA or MSSA BSI/1000 patient-days No. of performed/No. of observed No. of infections/1000 patient-days No. of CAUTI/1000 UC days No. of UC days/ No. of patient-days	

Abbreviations: ICU, intensive care unit; BSI, bloodstream infection; UTI, urinary tract infection; CLABSI, central line-associated bloodstream infection; CAUTI, catheter-associated urinary tract infection; VAP, ventilator-associated pneumonia; DUR, device utilization ratio; SSI, surgical site infection; NICU, neonatal intensive care unit; HH, hand hygiene; ABH, alcohol-based handrub; CL, central line; SAB, *Staphylococcus aureus* bacteremia; MRSA, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; MSSA, methicillin-susceptible *S. aureus*; UC, urinary catheter.

가를 선정하였고(Table 2), 조사대상 국가별 의료관련감염 감시체계를 감시방법, 의료기관의 종류, 감시지표의 종류에 따라 비교하였다. 각 감시체계에서 의료관련감염 발

생 추이를 평가하고 비교하기 위한 벤치마크 방법도 비교하였다. 조사된 자료를 바탕으로 국내에 도입되지 않은 새로운 감염감시지표를 발췌하고 해당 감시지표에 대한 국내

Table 2. National Healthcare-associated infections surveillance programs included in the review [6-16]

Continent	Country	Healthcare-associated infection surveillances program	Acronym	Start year
ASIA	Japan	Japanese Nosocomial Infection Surveillance System	JANIS	2000
	Taiwan	Taiwan Nosocomial Infections Surveillance System	TNIS	2007
North America	The US	National Healthcare Safety Network	NHSN	2005*
	Canada	Canadian Nosocomial Infection Surveillance Program	CNISP	1994
Oceania	Australia	Victoria Nosocomial Infection Surveillance System	VICNISS	2002
		Healthcare Infection Surveillance Western Australia	HISWA	2005
		Tasmanian Infection Prevention and Control Unit	TIPCU	2008
		Scottish Surveillance of Healthcare-Associated Infection Programme	WHAIP	
Europe	The EU	ECDC healthcare-associated infections surveillance network	HAI-Net	2010 [†]
Central	Germany	Krankenhaus Infektions Surveillance System	KISS	1997
Western	The UK	UK Health Security Agency (former the Health Protection Agency, Public Health England),	UKHSA	2001 [‡] ,
		Scottish Surveillance of Healthcare-Associated Infection Programme	SSHAIP	2004 [§]
		Welsh Healthcare Association Infection Programme		
	France	Réseau de Prévention des Infections Associées aux Soins	RePias	2017
	The Netherlands	PREventie van ZIEkenhuisinfecties door Surveillance	PREZIES	1996
	Belgium	National Surveillance of Healthcare associated infections and antimicrobial resistance	NSIH	2003
Northern	Norway	Norsk overvåkingssystem for antibiotikabruk og helsetjenesteassosierte infeksjoner	NOIS	2005

*National Nosocomial Infections Surveillance System (NNIS) started in 1970 and changed into the NHSN in 2005.

[†]Hospitals in Europe Link for Infection Control through surveillance (HELICS) started in 2000, and the coordination of the European surveillance of HAIs was transferred to the ECDC in 2008. The HAI-Net started in 2010.

^{‡,§}In England, Nosocomial Infection Surveillance Scheme (NINSS) started in 1996, and mandatory healthcare associated infection surveillance started in 2001 with mandatory report of *S. aureus* bacteremia. Surgical Site Infection Surveillance (SSISS) was established in 1997 and became mandatory in 2004. These former surveillance systems have been coordinated by UKHSA since 2021.

^{||}Réseau d'alert, d'investigation et de surveillance des infections nosocomiales (RAISIN) started in 1999, and changed into RePias in 2017.

도입가능성에 대한 평가를 위하여 감염관리전문가 12인을 선정하여 질병부담, 적절성, 중재가능성, 시급성, 적용가능성, 수용가능성, 도입에 도움이 되는 요인에 대하여 항목당 0-10점까지 동의하는 경우 높은 점수를 각각 독립적으로 부여하도록 하였고, 도입의 장벽이 되는 요인에 대해서는 0-10점까지 동의하는 경우 낮은 점수를 부여하도록 하였다. 각 항목을 합산한 방법으로 우선순위를 선정하였다.

Results

1. 조사대상 국가별 의료관련감염 감시체계 특성 비교

총 11개 국가와 유럽연합에서 운영하는 의료관련감염 감시대상 및 감시지표를 조사하였다(Table 3) [6-16]. 영국과 호주의 경우 지역마다 다른 감시체계가 운영되고 있어서, 영국은 잉글랜드, 호주는 빅토리아 주의 감시체계를 중심으로 비교하였다. 국가마다 감시지표는 다양하고 감시 방법도 차이를 보였다. 이는 각 국가마다 감시를 운영하는 주체 및 의료체계가 다양하고, 각 국가에서 평가하는 우선

순위 등을 고려하여 결정된 것으로 생각된다.

감시의 방법은 전향적 감염감시(prospective surveillance)와 시점유병률 조사(point prevalence survey, PPS)로 크게 분류할 수 있다. 대부분의 국가에서 공통적으로 수술부위감염 감시(12/12, 100%)와 혈류감염(10/12, 83%)에 대해서는 전향적 감시가 수행되고 있으며, 입원환자가 주요 대상으로 이루어지고 있다. 우리나라를 비롯해서 일본, 대만 등은 주로 중환자실 위주의 감염감시가 운영되고 있으며, 미국이나 독일은 중환자실 뿐 아니라 병동에서도 전향적 감염감시를 수행하고 있다. PPS는 북미와 유럽연합 국가, 호주에서 모두 시행되고 있다. 감염보고 방식도 국내와 마찬가지로 자율적 참여와 자율적 보고를 유지하는 국가가 있는 반면, 영국, 벨기에, 노르웨이, 호주처럼 특정 혈류감염이나 수술부위감염의 사례는 필수적으로 보고하는 경우도 있다.

미국 NHSN은 의료관련감염의 예방 목적을 넘어 전반적인 환자안전과 의료종사자 안전을 모두 포함하는 광범위한 감시체계로, 2022년 현재 Patient Safety, Long-term Care Facility, Dialysis, Healthcare Personnel Safety,

Table 3. Surveillance methods, indicators, and target areas by national healthcare-associated infections surveillance programs [6-16]

Method	Measure	Type	KONIS	JANIS	TNIS	NHSN	CNISP	VICNISS	KISS	UKHSA	RePias	PREZIES	NSIH	NOIS	ECDC
Ongoing, pro-spective	BSI		V,I		V,I	V,A			V,A		V,A		M,A		V,I
	CLABSI		V,I	V,I	V,I	V,A		M,I	V,A		V,I	V,A	V,I		V,I
	UTI		V,I	V,I	V,I	V,A			V,A		V,I		V,I		V,I
	CAUTI		V,I		V,I	V,A			V,A		V,I		V,I		V,I
	PNEU		V,I		V,I				V,A		V,I		V,I		V,I
	VAP		V,I	V,I	V,I				V,A		V,I		V,I		V,I
	VAE					V,A		V,I							
	SSI		V,A	V,A	V,A	V,A		M,A	V,A	M,A	V,A	V,A	V,A	M,A	V,A
	SAB		V,A	V,A		V,A*		M,A	V,A	M,A	V,A				
	GNB									M,A					
	MDRO			V,A		V,A	V,A [†]	M,A [†]	V,A		V,A		M,A		
	CDI					V,A	V,A	M,A	V,A	M,A	V,A		V,A		V,A
	AR (%)			V,A		V,A	V,A		V,A						
Point estimate	AU					V,A	V,A		V,A				V,A		
	Other HAIs						V,A [‡]								
	Dialysis events					V,A	V,A								
	CLIP	Process	V,A			V,A	V,A								
	Hand hygiene		V,A			V,A			V,A						
	Adherence to CP					V,A									
	PPM during dialysis					V,A									
	Patient vaccination [§]	HCP & patient safety				V,A									
	HCP vaccination					V,A		M,A							
	HCP exposure					V,A		V,A			V,A		V,A		
	ACH	Outcome				V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A
	LTCF					V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A

Abbreviations: KONIS, Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System; JANIS, Japanese Nosocomial Infection Surveillance System; TNIS, Taiwan Nosocomial Infections Surveillance System; NHSN, National Healthcare Safety Network; CNISP, Canadian Nosocomial Infection Surveillance Program; VICNISS, Victoria Nosocomial Infection Surveillance System; KISS, Krankenhaus Infektions Surveillance System; RePia, Réseau de Prévention des Infections Associées aux Soins; UKHSA, UK Health Security Agency (former the Health Protection Agency, Public Health England); PREZIES, PREventie van ZIEkenhuisinfecties door Surveillance; NSIH, National Surveillance of Healthcare associated infections and antimicrobial resistance; NOIS, Norsk overvåkingssystem for antibiotikabruk og helsejernetassierte infeksjoner; ECDC, European Centre for Disease Control and Prevention; V, voluntary; M, mandatory; I, ICUs; A, all areas; BSI, bloodstream infection; CLABSI, central-line associated bloodstream infection; UTI, urinary tract infection; CAUTI, catheter-associated urinary tract infection; PNEU, pneumonia; VAP, ventilator-associated pneumonia; VAE, ventilator-associated event; SSI, surgical site infection; SAB, Staphylococcus aureus bacteremia; GNB, Gram-negative bacteremia; MDRO, multidrug-resistant organisms; CDI, Clostridioides difficile infection; AR, antimicrobial resistance; AU, antimicrobial use; HAI, healthcare-associated infection; CLIP, central line insertion practice; CP, contact precaution; PPM, prevention practice measures; HCP, healthcare personnel; ACH, acute care hospitals; LTCF, long-term care facilities.

*NHSN includes surveillance of MRSA bacteremia only. [†]CNISP includes voluntary surveillance of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae (CPE) among MDROs whereas in VICNISS, it is mandatory to report CPE among MDROs. [‡]Other HAIs include Candida auris infection/colonization and cerebrospinal fluid shunt associated surgical site infections. [§] Patient vaccination refers to influenza vaccination coverage among dialysis patients.

Biovigilance, Outpatient Procedure, Neonatal component를 포함한 총 7개의 부문으로 구성된다. 감시영역은 의료기관 전체 병동 또는 특수 병동, 외래부서 등 선택이 가능하며, 감시대상 의료기관도 급성기병원, 장기요양병원, 인공신장실, 외래수술센터, 재활병원, 정신병원이 포함된다[17].

독일의 Krankenhaus Infektions Surveillance System (KISS)은 의료관련감염에 대한 지속적이고 체계적인 수집, 분석, 해석 및 피드백을 통해 감염발생률 감소를 목적으로 설립된 감시체계로, 병원내 특수 위험영역에 집중하여 감염감시를 수행하고 이를 뒷받침할 8개의 모듈을 개발하여 운영하고 있다. 의료기관내 특수영역에 따라 중환자실(ITS_KISS), 병동(STATIONS-KISS), 조혈모세포이식병동(ONKO-KISS), 신생아중환자실(NEO-KISS)이 있고, 감시항목에 따라 수술(OP-KISS), *Clostridioides difficile* 감염(CDAD-KISS), methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA-KISS), 손위생(HAND-KISS)이 있다. 또한, 중환자실에서 항생제 사용량 및 내성률 감시(surveillance of antibiotics use and resistance in intensive care units, SARI) 프로젝트를 운영하고 있다. 그 외에도 European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) PPS 조사, Robert Koch Institute (RKI)와 협업으로 다양한 감시 프로젝트를 운영 중이다(Supplementary Table 1) [18].

국외의 감염감시체계 고찰을 통해 새로운 감시지표의 도입, 감염감시 영역의 확대, 감염감시 참여 의료기관 확대, 새로운 벤치마크 지표, 시점유병률 조사 등 새로운 감염감시 방법의 도입 등 5가지 개선방향을 제시할 수 있다.

2. 새로운 감시지표의 도입

새로운 감시지표의 도입에서는 *C. difficile* 감염(*C. difficile* infection, CDI) 감시, 다제내성균 감시, 항생제 내성률(antimicrobial resistance, AR) 및 항생제 사용량(antimicrobial use, AU) 감시를 고려할 수 있다. CDI와 다제내성균 감시는 주로 검사실기반 감시(laboratory based surveillance) 위주로 수행되며, 검사실 결과가 진단기준에 부합하는 경우 진단되며 검체 채취 시점 및 장소에 따라 역학적으로 분류하여 분석하고 있다[19]. 항생제 내성률 감시는 검체에 따른 해당 균주의 항생제 내성분율(%)에 대한 정보 감시하는 체계로, NHSN에서는 미생물검사실 결과를 표준화된 포맷으로 자동 입력하고 송출하는

시스템을 이용한다. 일본 Japan Nosocomial Infections Surveillance (JANIS)에서도 표준화된 포맷과 자동화 시스템으로 JANIS Clinical Laboratory Module을 운영하여 항생제 내성률에 대한 정보를 수집해 오고 있으며, 2015년에는 1461개 병원에서 참여하고 있다[20]. NHSN에서는 항생제 사용량 감시도 동반 수행되고 있으며, 항생제 내성률 감시와 마찬가지로 감시방법도 표준화된 포맷으로 자동 입력-송출되는 시스템을 이용한다[19].

1) *Clostridioides difficile* 감염 감시

본 연구에서 조사한 국가의 약 66.7% (8/12)에서 CDI 감시를 시행하고 있다. 국내에서는 CDI의 질병부담이나 사망률에 대한 정보도 부족하고, 이에 대한 전국적 감염감시가 수행된 바 없으나, 심사평가원 자료 연구에서는 CDI 발생률은 2008년 10만명당 1.43에서 2011년 10만명당 5.06까지 매우 빠르게 증가하고 있으며, 특히 65세 이상의 노인인구에서 그 증가폭이 가파르다[21]. CDI로 인한 의료비부담은 2.4백만불에서 15.8백만불로 증가할 것으로 추정하고 있다. 국내 일개 3차병원에서 2009년에 조사한 결과에서는 의료기관에서 획득된 CDI는 10,000 재원일수당 71.6으로 높았다[22]. 국내에서도 CDI에 대한 전국적 감염감시와 이를 이용한 CDI발생 감소를 위한 노력이 필요하다. 검사기반 감시는 환자를 임상적으로 평가하지 않으므로 감시로 인한 업무량 감소하고, 객관적인 지표와 표준화된 정의를 사용하므로 감시자 간의 차이로 인한 영향을 줄일 수 있다. 하지만, CDI의 경우 검사기반 감시법이 전통적인 감염환자 중심의 감시법을 적용했을 때에 비해 의료기관 발생(healthcare-onset, HO) CDI 발생률이 더 높게 측정될 수 있는데, 증상이 입원시부터 있었으나 검사가 늦어진 경우 검사기반 감시에서는 HO-CDI로 구분되기 때문이며, 미생물 검사를 처방하는 빈도가 높을수록 발생률이나 유병률이 높게 측정될 수 있다[23,24]. 2017년 국내 CDI 표준진단체계 개발연구에서 약 60%의 기관(90/150)에서 자체로 CDI검사를 시행하고, 상급종합병원에서는 100%, 종합병원에서는 약 46%에서 CDI검사를 시행하는 것으로 보고되었다[25]. CDI검사를 시행하지 않거나 처방하지 않는 의료기관에서는 CDI감시 시행이 불가능하며, 반면 CDI의 경우 증상이 없음에도 처방을 과다하게 할 수 있으므로, 자료 비교 분석 시 이를 감안하여야 하며 미생물 검사 처방건수를 같이 수집하여 이를 보정하는 과정이 필요할 것으로 보인다.

2) 다제내성균 감시

국내에서도 질병관리청에서 검사기반 감시 방법으로 vancomycin-resistant enterococci (VRE), vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus* (VRSA), methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA), multi-drug resistant *Pseudomonas aeruginosa* (MRPA), multi-drug resistant *Acinetobacter baumannii* (MRAB), carbapenem-resistant Enterobacteriaceae (CRE) 6가지 다제내성균을 의료관련감염병으로 분류하여 2010년부터 표본 감시 해오고 있다. 혈액-비혈액 검체를 분류하고 감시결과는 1000제원일수당 진단 건수를 제시하고 있다. 2017년부터 CRE, VRSA는 제3급 법정감염병으로 분류되어 전수 감시가 시작되었고, 2020년부터 법정감염병 분류체계 변경으로 제2급 감염병으로 지정되어 발생수 및 인구 10만 명당 발생수를 결과로 제공한다[26]. 이러한 결과값은 전국적인 다제내성균 발생현황을 모니터링하는 데에는 도움이 되나, 보고하는 의료기관 별 특성이 보정되지 않았고, 역학적으로도 다제내성균이 지역사회 획득인지 또는 의료기관 획득인지 분류가 되어있지 않았기 때문에, 각 의료기관에서는 위의 자료를 해당 의료기관의 다제내성균 발생률을 비교하기 위한 벤치마크로 활용하기 어려운 점이 있다.

3) 항생제 내성률 감시

국내에서도 항생제 내성률 변화 추이에 대한 감시로 국가 항균제 내성정보 모니터링 시스템(Korean Antimicrobial Resistance Monitoring System, KARMS)과 국가 항균제 내성균 조사 감시체계(Korean Global Antimicrobial Resistance Surveillance System, Kor-GLASS)가 운영되고 있다. 감시체계가 확대 및 변경되면서 현재는 KARMS에서는 5개 임상검사센터에 의뢰된 균주의 감수성 결과자료를 바탕으로 중소병원, 요양병원, 의원의 항생제 내성현황에 대한 정보를 제공하고, Kor-GLASS에서는 9개의 권역의 종합병원과 37개 요양병원에서 병원체를 수집하여 표준화된 방법으로 결과를 산출한다[27]. 이러한 노력으로 전국적 추세와 병원종류별 항생제 내성률 변화추이를 감시할 수는 있지만, 개별 의료기관에서 항생제 사용량과 연계하여 분석할 수 없기 때문에 감염예방 및 항생제 스튜어디십 운영에 활용하기에는 어려움이 있다. 전국적 규모의 감염 감시는 감염 발생의 추세를 확인하고자 하는 목적 외에도 참여하는 의료기관에 비교할 수 있는 벤치마크를 제공하고자 하는 목적이 있다. 각 의료기관에서도 전국단위로 수집되는 현재의 데이터를 벤치마크로 활

용하기 위해서는 KONIS내에 다제내성균 또는 항생제 내성률 감시가 포함되거나, 또는 기존 감시방법 또는 감시자료의 다양한 분석결과를 적절하게 제공하는 개선이 필요하겠다.

4) 항생제 사용량 감시

NHSN 항생제 사용량에 대한 감시는 1000제원일수 당 항생제 사용일수(days of therapy, DOT)로 측정되며, 항생제 종류에 따라 병동 별, 의료기관 전체에 대한 지표를 제시하며, 자료 추출과 데이터 전송은 표준화된 방식으로 전산으로 입력하고 있다. 참여병원에서는 해당 병원의 항생제 사용량을 확인할 수 있으며, 의료기관의 특성을 보정한 표준화 항생제 사용비(standardized antimicrobial administration ratio, SAAR)를 벤치마크 자료로 제시한다[19]. 일본과 독일에서도 전산시스템을 이용하여 항생제 사용량 감시를 시행하고 있다. 일본에서는 2015년에 the Japanese antimicrobial consumption surveillance (JACS)를 시작하였고, 이는 항생제 판매정보(sales data)를 추출하고, 항생제 종류별 의약품 일일상용량(defined daily dose, DDD) 형태로 보고하고 있다[28]. 독일 RKI에서는 KISS에서 운영하고 있는 웹 기반 데이터 포털인 webKess를 확장하여 항생제 사용 정보를 의료기관으로부터 수집하고 정보를 자동으로 분석하여 다시 해당 의료기관으로 피드백해주는 플랫폼을 구축하였다[29].

국내에서도 2018년부터 전국의료기관 항생제 사용량분석 및 환류시스템(Korea National Antimicrobial Use Analysis System, KONAS) [30] 운영이 시작되었고, 초기에는 전국 20개 병원이 시범참여 후 2019년부터 확대운영 중이다. 의료기관 별 항생제 분류 별 사용량을 비교할 수 있고, 의료기관의 특성을 보정한 SAAR을 제공하고 있다[31]. KONAS는 건강보험심사평가원 청구자료를 이용하는데, 자료의 정확성이 높고 연령, 성별, 지역, 의료기관 분석이 가능한 장점이 있으나, 심사 후 자료를 활용하기 때문에 실제 사용일과 결과 보고일의 시점이 약 1년 이상 차이가 나기 때문에 각 의료기관에서 항생제 사용의 문제점을 파악하고 시기 적절하게 중재를 할 수 있는 “Actionable Feedback”으로 활용하기에는 제한이 있다. 또한, 월별 항생제 사용량의 차이도 약 30%까지도 차이가 있어서, 월별 항생제 사용 추세를 평가하기 어렵다[32]. 그러므로, 의료기관 기반의 전향적 항생제 사용량 감시가 필요할 것으로 보인다. 의료기관 기반 항생제 사용량 감시를 시행한다면 예방적 항생제, 치료적 항생제 등을 분류하여 감시가 가

능한 장점이 있으며, 병원내 병동-특수부서 별 추이를 확인할 수 있으며, 의료기관에 시기적절한 피드백을 줄 수 있을 것이다. 이를 위해서는 항생제 사용량 감시를 위해 표준화-자동화된 별도의 전산 시스템 구축이 우선되어야 할 것이며, 분석된 항생제 사용량을 해당병원에게 빠른 분석 값을 제공하는 것이 필요하고, 감염감시자료와 비교하여 분석할 수 있도록 KONIS데이터 분석체계와 통합되는 것이 필요하다[33].

5) 기타 새로운 지표: 인공호흡기 관련 이상 상태(ventilator-associated events), 점막손상으로 인한 혈류감염(mucosal barrier injury lab confirmed bloodstream infection)

기존 감시지표를 개선하고자 하는 방향으로 인공호흡기 관련 폐렴(ventilator-associated pneumonia, VAP) 대신 인공호흡기 관련 이상 상태(ventilator-associated events, VAE) 감시로의 변경과 중심정맥관 관련 혈류감염(central line associated bloodstream infection, CLABSI) 중 점막손상으로 인한 혈류감염(mucosal barrier injury lab confirmed BSI, MBI-LCBI)을 분리하여 보고하는 방법이 제안되었다.

KONI-ICU에서 VAP진단은 방사선 소견, 임상적 증상이나 징후 등은 주관적이고 변동성이 있어서 객관적인 판단이 결여될 수 있는 단점이 있고, 임상적 VAP 발생에 비해 VAP감시기준으로 진단되는 VAP발생률이 낮게 보고되어 VAP감시의 부정확성이 문제가 되고 있다. 이러한 이유로 NHSN에서는 임상경과와 불일치, 조사자 간의 보고차이 등을 감소시키고자, 인공호흡기 환자에서 폐의 산소요구도를 반영하는 FiO_2 (fraction of inspired oxygen), PEEP (positive expiratory pressure)지표를 이용하여 폐렴이라는 감염질환 측면보다 더 폭넓은 VAE 지표를 2011년부터 사용해왔다[19]. 국내에서 2014년에 시행한 VAE국내적용 가능성 여부에 대한 평가에서 VAE적용 시 VAP기준 적용한 경우와 일치도는 38%로 낮았기에[34] VAE 지표의 도입은 시행되지 않았지만, 그 이후로도 VAP 진단기준 적용의 어려움 때문에 VAE도입에 대한 의견이 제시되고 있다. 하지만, 신규참여 병원이 증가된 현 시점에서는 VAE 지표 도입을 고려하기 보다는, 기존 VAP진단기준에 대한 실효성에 대한 재점검과 국내형 VAP 진단기준을 마련하는 연구가 진행되는 것이 필요하며, 발생규모와 그 임상 영향에 대해 알려지지 않는 HAP에 대한 감시방안에 대한 모색이 더 중요할 것으로 생각된다.

NHSN에서는 2013년부터 암환자에서 점막손상으로 인한 혈류감염을 CLABSI로 잘못 분류되는 경우를 방지하고자 MBI-LCBI를 CLABSI와 구분하여 감시하고 있다. MBI-LCBI진단은 동종 조혈모세포이식 후 1년 이내 환자에서 3-4등급의 위장관 이식편대숙주병이 있거나 다량의 설사가 동반된 경우 또는 호중구감소증 환자가 대상이 된다. 국내에서도 Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometer (MALDI-TOF) 등 다양한 균주 확인방법 도입이 증가하면서, 혈액 검체에서 분리 동정되는 균주가 다양해지고, 감시에 포함되는 환자군도 다양해지면서 CLABSI 진단기준에 부합되지 않거나 해석이 어려운 사례들이 종종 확인되었다. 하지만, 기존 CLABSI 진단기준에 MBI-LCBI개념을 포함하는 경우, 진단의 혼돈 및 분리된 균주에 대한 해석의 오류 등 상당기간의 시행착오가 있을 것으로 판단된다. MBI-LCBI를 진단할 수 있는 환자군은 매우 제한적이고, 중환자실보다도 조혈모세포이식병동 또는 암병동 등 특수 병동에서 주로 발생할 것으로 예상되므로, MBI-LCBI 기준을 중환자실 감시에 포함할 것인지 아니면 해당 환자 중심 병동에 대해 BSI를 별도로 감시할 지 여부에 대해서는 논의가 우선되어야 한다.

3. 감시영역 확대

1) 일반병동

의료관련감염은 중환자실 외에도 다른 병동에서도 발생할 수 있으며, 급성기 병원이 아닌 요양병원이나 외래중심의 인공신장실 또는 수술센터에서도 발생할 수 있기 때문에, 의료관련감염 감시영역 및 감시의료기관의 확대에 대한 필요성이 증가되고 있다.

국내 연구에 따르면 일개병원에서 CLABSI의 약 40%-80%까지도 중환자실이 아닌 다른 병동에서 발생하였다고 보고되어[35,36] 일반병동에서도 CLABSI 질병부담이 클 것으로 예상되므로, KONIS-ICU와 더불어 일반병동에서도 CLABSI에 대한 감시가 필요할 것으로 판단된다. NHSN에서는 중심정맥관 삽입이 시행되는 모든 부서를 대상으로 중심정맥관 삽입 과정지표(central line insertion practice, CLIP)를 시행하고 있고, 참여 기관이 삽입 술기와 감염발생률의 연관성 식별을 원한다면 CLABSI 감시와 동시에 수행하도록 권고하고 있다. KONIS-CLABSI는 CLIP와 비슷하게 중심정맥관 삽입-유지관련 과정지표 감시하고 있는데, 2019년에 중환자실을 대상으로 시작하였

고 2021년 부터는 일반병동도 포함되었다[5]. CLABSI와 CLIP감시는 점진적으로 중심정맥관 삽입이 시행되는 일반 병동을 비롯한 병원 내 모든 부서로의 확대 고려해야한다. 이를 위해서는 감시 범위가 확대될 경우 현재 원내 감염관리 인프라의 규모로 감시가 가능한지에 대한 검토도 역시 함께 이루어져야 하며, 의료기관 내에서의 감시 범위 확대와 더불어 상대적으로 감염관리에 취약한 중소병원이나 요양병원으로의 확대 역시 검토할 수 있다. 이러한 경우 중소병원이나 요양병원에서 중심정맥관을 삽입한 환자의 규모가 어느정도 인지, 그에 따른 감시 활동이 얼마나 큰 실효를 거둘 수 있을 것인지에 대한 실태를 파악한 후 감시 방향을 설정하는 것이 중요하다.

2) 감시대상 의료기관의 확대: 요양병원, 외래 인공신장실, 외래수술센터

우리나라 요양병원의 경우 재원기간이 길고 치료를 위해 급성기 병원 간의 전원이 빈번하여 내성균 전파 위험이 상존하기 때문에, 요양병원의 항생제 내성률은 합병원에 못지 않게 높고 증가추세이다[27]. 장기요양시설에서의 감염감시의 중요성이 대두되어 미국이나 유럽에서도 장기요양시설을 대상으로 감염감시를 수행하고 있는데, NHSN에서는 전향적 감염감시 및 PPS를 수행하고 있고, ECDC에서는 PPS를 시행하고 있다. 국내에서도 요양병원의 의료관련감염 감시에 대한 요구도는 증가되었으나, 요양병원 감염관리 인력이 부족하고 요양병원이 건강보험 일당정책제로 운영되기 때문에 미생물 배양검사가 용이하지 않아 감염진단이 어려운 점이 있다. 그럼에도, 2021년부터 요양병원 대상 감염감시가 시작되었고 점진적 개선과 안정적 운영을 위한 국가적 노력이 필요하다.

NHSN에서는 외래 인공신장실 모듈은 투석을 하면서 발생할 수 있는 감염/비감염 이상 상태(dialysis event), 감염예방지침준수(prevention process measure), 인플루엔자 예방접종 항목으로 구성되어 있고, 의료종사자 노출-예방접종 항목을 추가로 참여할 수 있어, 하나의 모듈 안에 여러 가지 지표들이 구성되어 있어 통합적으로 관리할 수 있는 장점이 있다. 하지만, 이 모든 지표를 감시하기 위해 많은 시간이 소요되어 담당 인력 배치 또는 추가적인 업무 부담이 증가할 수 있다. 우리나라 투석 의료기관의 약 45%가 개인의원 형태로 운영되는 현실을 고려했을 때[37], 현 시점에서 국내에서의 적용이 쉽지 않을 것으로 사료된다. 하지만, 투석은 침습적인 처치를 시행하면서 철저한 감염관리가 필수적이므로 투석환자를 대상으로 감염감시를 시

행하는 것은 중요하다. 체계적인 감시 및 관리 시스템을 구축할 수 있는 여건이 마련될 때까지 기존에 운영 중인 시스템인 전국적인 말기신부전환자 등록사업에서 혈액투석과 관련된 감염발생 여부를 같이 감시하는 방법도 대안이 될 것으로 생각된다.

전국 수술부위감염 감시체계 운영 결과 보고에 따르면, 수술전문병원이 2018년에는 5개(5/213, 2.3%)에서 2021년에는 25개(25/186, 8.6%)로 증가되었다[5], 이와 같은 국내의 현황을 고려하였을 때 새로운 외래수술감염감시 수술부위감염 감시를 별도로 구축하기 보다, 현재의 KONIS-SSI 유지하면서 외래수술의 건수가 많은 전문병원의 참여를 유도하는 방향으로 운영하는 것이 효율적일 것이다.

4. 새로운 벤치마크 방법의 도입

1) 표준화 감염비(standardized infection ratio, SIR)

표준화 감염비 의료관련감염 발생 위험 증가와 관련되는 다양한 의료기관의 특성 또는 환자 수준에서의 요인을 보정한 측정값(summary measure)이다. NHSN SIR은 2015년 자료를 표준모집단(baseline)으로 하여 감염 발생률과 유의한 관계가 있는 여러 위험인자를 통계적으로 보정하여 예상되는 의료관련감염 건수(predicted number of HAI)를 추정한 후, 해당 의료기관에서 실제로 발생한 의료관련감염 발생수를 예상 감염 발생수로 나눈 값이다. SIR이 1.0보다 크다면 예상보다 더 많은 의료관련감염이 발생하였음을 의미하며, 반대로 1.0보다 작으면 예상보다 적은 수의 감염이 발생한 것을 의미한다[38].

NHSN에서도 과거에는 KONIS-ICU, KONIS-SSI와 마찬가지로 기구관련감염 및 수술부위감염 발생률을 연도별 평균값으로 보고하고, 병상수에 따라 평균값 및 백분률에 해당되는 값을 제시하여 그 병상수에 해당되는 병원은 해당 병원의 실제 감염률과 해당 계층에서 발생된 평균 감염 발생률과 비교할 수 있도록 하였다. 하지만, 이는 계층내 비교만 가능하다. SIR을 이용한다면 계층간 감염률 차이를 보정하여 데이터 비교가 가능하고, 기준시점의 데이터를 벤치마크로 이용하여 시간경과에 따른 발생률 변화를 비교할 수 있다. NHSN에서는 기구관련감염(중심정맥관, 유치도뇨관, 인공호흡기)과 수술부위감염 및 검사실기반감시 대상인 CDI, MRSA 혈류감염에 대해서 SIR을 적용하고 있다.

NHSN에서 SIR 사용에 대한 부정적인 의견도 있다. SIR

적용이 감염발생률이 CLABSI의 경우 기존의 감염발생률에 비교하여 추가적인 정보를 주는데 한계가 있으며[39], 정보가 제한적이기 때문에 위험인자 보정이 최적일 아닐 수 있다는 점[40], 중환자실에 입원해 있는 환자군의 중증도가 매우 다양하기 때문에 중환자실 유무만으로는 위험인자 보정이 적절하지 않을 수 있으며[41], 기준이 되는 표준모집단이 변경되면 그 이전의 데이터와 비교가 어렵다. 또한, 예측건수가 1 미만으로 계산되는 경우 SIR을 계산할 수 없다.

현재 KONIS-ICU에서는 병상수 및 중환자실 종류에 따라 계층을 나누고, 각 계층별 평균값과 백분율 분포를 제공하며, 참여병원에서 해당병원 감염률과 비교할 수 있는 벤치마크로 사용하고 있다. KONIS-SSI에서는 수술종류별로 NNIS index에 따라 평균 감염율과 백분율 분포를 제공하고 있다. 이 벤치마크 방법은 직관적이고 그 해석이 어렵지 않기 때문에, 참여병원에서 해당병원 감염발생률과 손쉽게 비교가 가능하고 병원 직원 및 경영진과 그 결과값을 공유하는데 용이하다. 하지만, 계층 간의 비교가 불가능하며, 같은 계층에 속한 의료기관이라고 하더라도, 병원의 특성에 따라 환자의 특성과 중증도가 다르고 병원에서 주로 발생하는 의료관련감염의 종류도 다를 수 있으므로, 참여병원의 다양성을 반영하는 데는 한계가 있다. KONIS 참여병원의 종류가 다양해진 현재 새로운 벤치마크 방법을 추가적으로 제시하는 것 필요한 시점이 되었다. 기존 방법은 유지를 하면서, 추가적으로 미국 NHSN과 같은 SIR방법을 도입하여 새로운 벤치마크를 제공함으로써 의료관련감염감시의 목적에 부합할 수 있을 것으로 보인다. KONIS-ICU는 NHSN과 달리 감시체계의 장소 및 대상 범위가 중환자실만 포함되므로 중환자실의 특성을 반영할 수 있는 국내에 적합한 인자를 찾고 통계적으로 보정할 수 있는 연구가 필요하다. 더 나아가, 중환자실 입원환자의 중증도를 평가할 수 있는 값이 필요하다. APACHE II score 등 다양한 방법이 있겠지만, 이러한 복잡하고 노동집약적 방법이 아닌, 좀더 단순하지만 적절히 중환자실 입원환자의 중증도를 평가할 수 있는 값(proxy measure)을 탐색하는 연구가 필요하다. 중환자실 입실 환자 중 인공호흡기 치료 환자 비율, 신대체요법 치료 환자 비율 등이 그 예 일 수 있겠다. 또한, SIR이 국내에 적용되고 정착하기 위해서는 참여병원에서 그 의미를 이해할 수 있어야 하며, 외부 비공개 원칙을 반드시 유지하여 SIR 값이 잘못 오용되는 것을 방지해야 한다. 그러므로, SIR의 국내 적용가능성에 대한 충분한 연구와 면밀한 재고가 필요하겠다.

2) 표준화 기구사용비(standardized utilization ratio, SUR)

기구사용비(device utilization ratio, DUR)는 기구사용일을 재원일수로 나눈 값으로, 이 또한 참여 의료기관의 특성과 환자의 특성에 따라 달라질 수 있다. 현재 KONIS DUR은 성인 중환자실 CLABSI, CAUTI, VAP에서 사용되고, NICU의 CLABSI에서 사용된다. DUR은 감염관리노력에 대한 DUR이 낮은 경우는 두 가지로 해석될 수 있다. 해당 의료기관에서 감염예방활동으로 불필요한 기구를 일찍 제거하여 DUR을 감소시킨 경우이거나 또는 기구 삽입이 필요 없는 중증도가 낮은 환자가 중환자실을 이용하기 때문일 가능성도 있다. 같은 DUR이라고 하더라도 의료기관의 상황에 따라 다르게 평가될 수 있으며, 이는 DUR만으로는 의료기관의 특성을 반영하지 못한다는 점을 보여준다. 반면, 표준화 기구사용비(SUR)는 표준모집단에서 기구 사용의 차이와 유의하게 관련이 있는 것으로 밝혀진 요인들을 보정하여 예측기구사용일수(predicted number of device days) 추정 후, 실제 보고된 기구일수로 나눈 값이다. SUR이 1.0보다 크다면 예상보다 기구일수가 높다는 것을 의미하며 반대로 1.0보다 작으면 예상보다 기구일수가 낮다는 것을 의미한다[42]. 국내에서도 DUR과 더불어 SUR을 사용한다면 의료기관별 비교를 위한 효과적인 벤치마크로 사용될 수 있을 것으로 보인다. 특히, 최근 보고된 KONIS보고서에 알 수 있듯이, 300병상 미만의 병원에서 기구일수가 300병상 이상의 병원에 비해 급격하게 감소하는 것이 관찰되며, DUR도 감소하는 것이 관찰된다. 특히, 인공호흡기 사용일에서 급격한 차이를 보인다[43]. 이러한 점을 고려하였을 때, 국내에서는 SUR이 해당 중환자실의 중증도를 평가하고 특성을 보정하는데 더 효과적일 것으로 예상된다.

5. 새로운 감염감시 방법의 도입: 시점유병률 조사(point prevalence survey, PPS)

시점유병률 조사(point prevalence survey, PPS)는 전향적 의료관련감염 감시에서 시행하기 어려운 전반적인 의료관련감염의 빈도 및 질병부담을 추정하고, 해당 감염의 주요 병원체를 확인하며, 의료기관에서 항생제 사용에 대한 이유 및 적정성을 평가하는 데 활용되는 방법으로, 일정 기간을 두고 지속적으로 수행한다면 시간경과에 따른 의료관련감염의 역학 및 질병부담, 그리고 항생제 사용에 대한 변화를 알아볼 수 있다. 대표적으로 ECDC에서 운영하고

있는 급성기병원 대상으로 HAI-Net과 장기요양시설 대상으로 한 HAI-HALT가 있고[44,45], NHSN에서도 2009년부터 급성기병원을 대상으로 PPS를 시행하였고, 2013년부터는 요양원을 대상으로 시행하고 있다. 그 외 캐나다를 포함한 여러 국가에서 PPS를 시행하고 있다[46-51]. PPS의 단점으로는 PPS는 특정 시점에 조사하는 것이므로 기간차이 바이어스(length bias)가 있을 수 있으므로 장기간 입원해 있는 환자들이 주로 포함되면서 의료관련감염의 질병부담이 과추정될 수 있다는 점이다[52]. 조사 시점에 따라 의료관련감염의 종류, 빈도, 항생제 사용량 등이 차이가 날수 있고, 표본추출 바이어스(sampling bias) 가능성 있으며, 조사 시 표준화된 교육이 필요하고, 조사를 수행할 수 있는 경험있는 인력이 필요하다.

국내에서는 2018년에 총 32개 병원이 참여하여 의료관련감염에 대한 발생현황 매뉴얼 개발 및 시범조사를 시행하였다. 해당 연구에서 위장관감염이 22%로 가장 많았고, 그 대부분이 CDI에 의한 것임이 확인되어 국내에서도 CDI 감시가 필요함을 시사하고 있다[53]. 이렇듯 기존 감시하는 감염병이 아닌 다양한 의료관련감염에 대한 조사를 통해 국내 주요 의료관련감염병이 무엇이며, 어떤 질환에 집중하고 감시를 수행하는 것이 도움이 될 지에 대한 가

이드가 될 수 있을 것이므로 국내 PPS 도입은 필요할 것으로 판단된다. 비슷한 시기에 국내 항생제 사용 실태 분석 및 처방적정성 평가를 20개 병원을 대상으로 시범조사가 시행되었고[30], 2019년에는 참여병원을 확대하여 진행한 바 있다. 이 두 가지 연구를 통합하여 의료관련감염 질병부담과 항생제 적절 사용에 대한 평가가 동시에 수행될 수 있도록 프로토콜을 개발하고 국내 적용가능성에 대한 연구 및 노력이 필요할 것이다.

6. 감시지표 도입의 우선 순위

12명의 연구자가 독립적으로 8가지 요인을 고려하여 감시지표 우선순위 점수를 매겼고, 그 결과는 다음과 같다. 전반적인 우선순위에서는 새로운 감시지표나 감시방법을 도입하는 것보다 국내 현재 적용중인 지표의 표준화와 병원간 적절한 비교를 위한 SUR, SIR 벤치마크 도입이 최우선순위로 선정되었다. 다음으로는 항생제 사용량, PPS, CDI 감시 순으로 높은 점수를 받았다. 요양병원에서 손위생감시가 우선순위에 해당되었지만, 그 외 요양병원 및 외래투석실로 감염감시 확대는 현 시점에서의 우선순위에서 후순위인 것으로 조사되었다(Fig. 1).

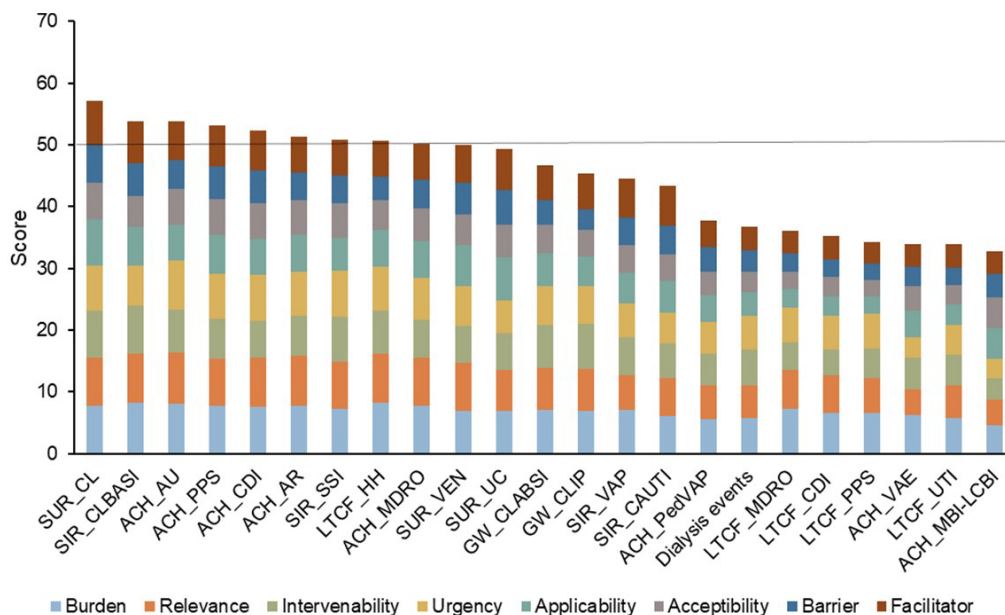


Fig. 1. The priority scores in introducing new surveillance indicators and benchmarks in the Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System (KONIS).

Abbreviations: SUR, standardized utilization ratio; CL, central line; SIR, standardized infection ratio; CLABSI, central line associated bloodstream infection; ACH, acute care hospital; AU, antimicrobial use; PPS, point prevalence survey; CDI, Clostridium difficile infection; AR, antimicrobial resistance; SSI, surgical site infection; LTCF, long-term care facility; HH, hand hygiene; MDRO, multidrug resistant organisms; VEN, ventilator; UC, urinary catheter; GW, general ward; CLIP, central line insertion practice; VAP, ventilator associated pneumonia; CAUTI, catheter-associated urinary tract infection; PedVAP, pediatric VAP; VAE, ventilator-associated events; MBI-LCBI, mucosal barrier injury-laboratory confirmed bloodstream infection.

Discussion

현재 KONIS가 직면한 문제점은 다음과 같다. 2019년부터 2021년까지 KONIS-CLABSI, KONIS-HH, KONIS-NICU, KONIS-LCH 4가지의 새로운 모듈이 도입되었고, 이미 오랜 기간 운영해온 KONIS-ICU, KONIS-SSI에 대해서는 신규 참여하는 중소병원의 수가 급속히 증가되었다. 이러한 급속한 변화를 겪고 있는 KONIS는 무엇보다도 지표수집의 타당도와 신뢰도를 높이기 위한 방안이 모색되어야 하며, 다양해진 병원간 비교가능한 국내 상황에 적합한 지표값 제시가 필요하다. 국내에서 현재 사용되고 있는 KONIS 지표가 적절하게 수집, 분석되어 효과적으로 해당 병원에 피드백을 주고 있는지 여부에 대한 재고가 필요하며, 수집된 자료에 대한 분석을 다양화하고, 국내 상황에 적합한 SUR, SIR모형을 개발하여 국내 적용가능성과 효율성에 대한 연구가 우선적인 과제로 판단된다. 전향적 감시 지표로는 급성기 병원에서의 항생제 사용량 감시, CDI 감시, 항생제 내성률 감시가 우선 지표로 판단된다. 항생제 사용량 및 항생제 내성률 감시를 위해서는 표준화되고 자동화된 전산시스템 구축이 우선되어야 하며, 검사실 기반 감시인 CDI 감시를 위해서는 진단방법의 다양성을 보정할 수 방법 모색이 선행되어야 한다.

새로운 지표를 도입하기 위해서는 무엇보다도 KONIS 운영의 안정화와 유연성 확보가 필요하다. 안정적인 운영 없이 새로운 지표를 도입하는 것은 불가능하며, 현재 KONIS의 양적 팽창 및 공중보건학적 측면에서 중요도를 고려하였을 때 1년단위 용역연구 형식의 KONIS운영 방식으로 지속적인 안정적인 운영을 기대하기 어렵겠다. 그러므로 지표의 안정화와 더불어 운영체계 안정화를 위한 중장기 계획이 이루어져야 할 것이다. 운영의 안정화와 더불어 운영의 유연성도 고려하는 것이 필요하다. 병원마다 중환자실의 중증도, 주요 의료관련감염 종류, 주요 감염발생 부서가 다를 수 있다. 중환자실내 감염감시를 반드시 참여해야 한다는 요건 보다는, 병원의 특성에 맞춰 일반병동에서도 수행할 수 있는 감시를 추후 도입하거나, 손위생 감시를 확대 적용하는 것이 도움이 될 수 있을 것이다. 수술 부위감염의 경우 감염감시에 참여하기 위해서는 병원규모에 따라 수술종류 갯수가 정해져 있고, 참여할 수 있는 병원의 병상수가 정해져 있기 때문에, 경우에 따라 수술 종류를 맞추기 위해 불필요한 감시가 이루어질 수도 있고, 150병상 미만의 수술전문병원에서의 감염감시는 누락될 수 있다. 병원마다 감시의 우선순위도 달라질 것이므로, 참여병

원-참여수술에 대한 유연한 접근이 필요할 것으로 생각된다.

현재의 의료관련감염감시는 노동집약적이고, 복잡한 진단기준을 적용하여 운영되고 있다. 이러한 방식은 병원간 오차를 낮추고 감염발생을 자세히 알아보기 위한 가장 중요한 방법이다. 하지만, 모든 감염감시가 이러한 노동집약적 방법으로 운영되기는 어렵다. 여러 나라에서 검사실 기반 자동화 시스템으로 항생제 내성 감시를 수행하고 있고, 감염감시에서도 전자의무기록을 이용하여 자동화 의료관련감염감시에 대한 플랫폼을 개발하고 도입하고 있다 [54,55]. 그러므로, 국내에서도 단순하지만 표준화되고 자동화된 전산시스템 구축하여, 국내에서 필요한 감염감시를 좀더 효율적으로 수행하는 방법에 대한 국가적 노력이 필요하다.

Acknowledgements

이 연구는 질병관리청의 정책연구용역사업(2019P280700)으로 수행되었음.

Disclosure of Conflict of Interest

모든 저자들은 이해상충이 없음.

Supplementary Materials

Supplementary material can be found via <https://doi.org/10.14192/kjicp.2022.27.2.104>.

References

1. Park SH. Management of multi-drug resistant organisms in healthcare settings. J Korean Med Assoc 2018;61:26-35.
2. World Health Organization. Report on the burden of endemic health care-associated infection worldwide. Geneva; World Health Organization, 2011.
3. Nguyen DB, Shugart A, Lines C, Shah AB, Edwards J, Pollock D, et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) dialysis event surveillance report for 2014. Clin J Am Soc Nephrol 2017;12:1139-46.
4. Gastmeier P, Schwab F, Sohr D, Behnke M, Geffers C. Reproducibility of the surveillance effect to decrease nosocomial infection rates. Infect Control Hosp Epidemiol 2009;30:993-9.

5. Lee MS. Operation of the nationwide surveillance system for healthcare associated infection. Cheongju; Korea Disease Control and Prevention Agency, 2021.
6. ECDC. Healthcare-associated Infections Surveillance Network (HAI-Net). <https://ecdc.europa.eu/en/about-us/partnerships-and-networks/disease-and-laboratory-networks/hai-net> (Updated on 15 September 2022).
7. Japan Nosocomial Infections Surveillance (JANIS). <https://janis.mhlw.go.jp/english/about/index.html> (Updated on 16 September 2022).
8. Taiwan Centers for Disease Control. Taiwan Nosocomial Infections Surveillance System (TNIS). <https://www.cdc.gov.tw/Category/Page/J63NmsvevBg2u3I2qYBenw> (Updated on 15 September 2022).
9. Victorian Nosocomial Infection Surveillance System (VICNISS). <https://www.vicniss.org.au/about/what-is-vicniss/> (Updated on 15 September 2022).
10. Folkehelseinstituttet [Norwegian Institute of Public Health]. Norsk overvåkingssystem for antibiotikabruk og helsetjenesteassosierte infeksjoner (NOIS). <https://www.fhi.no/hn/helseregistre-og-registre/nois/> (Updated on 15 September 2022).
11. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu [National Institute for Public Health and the Environment]. PREventie van ZIEkenhuisinfecties door Surveillance (PREZIES). <https://www.rivm.nl/prezies/over-prezies> (Updated on 7 December 2021).
12. Réseau de Prévention des Infections associées aux Soins (RePias). <https://www.preventioninfection.fr/> (Updated on 15 September 2022).
13. Centers for Disease Control and Prevention. National Healthcare Safety Network (NHSN). <https://www.cdc.gov/nhsn/> (Updated on 15 September 2022).
14. UK Health Security Agency. Mandatory healthcare associated infection surveillance: data quality statement. <https://www.gov.uk/government/publications/mandatory-healthcare-associated-infection-hcai-surveillance-data-quality-statement> (Updated on 9 June 2022).
15. Canadian Patient Safety Institute. The Canadian Nosocomial Infection Surveillance Program (CNISP). <https://www.patientsafetyinstitute.ca/en/toolsResources/InfectionSurveillanceProgram/Pages/default.aspx> (Updated on 15 September 2022).
16. Nationale Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen [National Reference Center for Surveillance of Nosocomial Infections]. Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS). <https://www.nrz-hygiene.de/das-nrz> (Updated on 15 September 2022).
17. NHSN. NHSN patient safety component manual. Atlanta; CDC, 2019.
18. KISS. Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (Germany). <https://www.nrz-hygiene.de/kiss> (Updated on 19 December 2019).
19. NHSN. National Healthcare Safety Network (NHSN) patient safety component manual. Atlanta; NHSN, 2022.
20. Tsutsui A, Suzuki S. Japan nosocomial infections surveillance (JANIS): a model of sustainable national antimicrobial resistance surveillance based on hospital diagnostic microbiology laboratories. *BMC Health Serv Res* 2018; 18:799.
21. Choi HY, Park SY, Kim YA, Yoon TY, Choi JM, Choe BK, et al. The epidemiology and economic burden of *Clostridium difficile* infection in Korea. *Biomed Res Int* 2015;2015:510386.
22. Kim J, Kang JO, Kim H, Seo MR, Choi TY, Pai H, et al. Epidemiology of *Clostridium difficile* infections in a tertiary-care hospital in Korea. *Clin Microbiol Infect* 2013; 19:521-7.
23. Albert K, Ross B, Calfee DP, Simon MS. Overreporting healthcare-associated *C. difficile*: a comparison of NHSN LabID with clinical surveillance definitions in the era of molecular testing. *Am J Infect Control* 2018;46:998-1002.
24. Durkin MJ, Baker AW, Dicks KV, Lewis SS, Chen LF, Anderson DJ, et al. A comparison between National Healthcare Safety Network laboratory-identified event reporting versus traditional surveillance for *Clostridium difficile* infection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2015;36:125-31.
25. Chung HS, Park JS, Shin BM, Yoo HM, Kim H, Cho J, et al. Nationwide survey for current status of laboratory diagnosis of *Clostridioides difficile* infection in Korea. *J Korean Med Sci* 2022;37:e38.
26. Korea Disease Control and Prevention Agency. Guidelines for prevention & control of healthcare-associated infections, 2021. Cheongju; Korea Disease Control and Prevention Agency, 2021.
27. Korea Disease Control and Prevention Agency. National antimicrobial resistance surveillance in Korea, 2020. Cheongju; Korea Disease Control and Prevention Agency, 2021.
28. Muraki Y, Yagi T, Tsuji Y, Nishimura N, Tanabe M, Niwa T, et al. Japanese antimicrobial consumption surveillance: first report on oral and parenteral antimicrobial consumption in Japan (2009-2013). *J Glob Antimicrob Resist* 2016;7:19-23.
29. Schweickert B, Feig M, Schneider M, Willrich N, Behnke M, Peña Diaz LA, et al. Antibiotic consumption in Germany: first data of a newly implemented web-based tool for local and national surveillance. *J Antimicrob Chemother* 2018;73:3505-15.
30. Kim HB. Prevalence of antimicrobial use in hospital and assessment of the appropriateness of antibiotic prescribing in Korea. Cheongju; Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2019.
31. Kim B, Ahn SV, Kim DS, Chae J, Jeong SJ, Uh Y, et al.

- Development of the Korean Standardized Antimicrobial Administration Ratio as a tool for benchmarking antimicrobial use in each hospital. *J Korean Med Sci* 2022;37:e191.
32. Kim BY, Chae JM, Kim DS, Woo HK, Kim CH, Kim HB, et al. Differences in monthly antimicrobial usage by data source: comparative analysis of hospital electronic database and national health insurance claims database. *Infect Chemother* 2022;54(Suppl 1):S244-5.
33. Lee HM. Proposal of antimicrobial use surveillance system in Korea, Paper presented at 2nd Antimicrobial Resistance Forum; 2019 Nov 13; Seoul, Korea.
34. Lee MS. A pilot study of focused new surveillance definition, ventilator associated event for ventilator applied patients in Korea. Cheongju; Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2014.
35. Cho SY, Chung DR, Ryu JG, Choi JR, Ahn N, Kim S, et al. Impact of targeted interventions on trends in central line-associated bloodstream infection: a single-center experience from the Republic of Korea. *Crit Care Med* 2017;45:e552-8.
36. Seo HK, Hwang JH, Shin MJ, Kim SY, Song KH, Kim ES, et al. Two-year hospital-wide surveillance of central line-associated bloodstream infections in a Korean hospital. *J Korean Med Sci* 2018;33:e280.
37. ESRD Registry Committee, Korean Society of Nephrology. Current renal replacement therapy in Korea: Insan Memorial Dialysis Registry, 2018. Seoul; Korean Society of Nephrology, 2019.
38. NHSN. The NHSN standardized infection ratio (SIR): a guide to the SIR (updated April 2022). Atlanta; CDC, 2022.
39. Saman DM, Kavanagh KT. Assessing the necessity of the standardized infection ratio for reporting central line-associated bloodstream infections. *PLoS One* 2013;8:e79554.
40. Fukuda H, Morikane K, Kuroki M, Taniguchi S, Shinzato T, Sakamoto F, et al. Toward the rational use of standardized infection ratios to benchmark surgical site infections. *Am J Infect Control* 2013;41:810-4.
41. Fuller RL, Hughes JS, Atkinson G, Aubry BS. Problematic risk adjustment in National Healthcare Safety Network measures. *Am J Med Qual* 2020;35:205-12.
42. NHSN. The NHSN standardized utilization ratio (SUR): a guide to the SUR (updated April 2022). Atlanta; CDC, 2022.
43. Kim EJ, Kwak YG, Kwak SH, Ko SH, Kweon OM, Kim ES, et al. Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System, Intensive Care Unit Module Report: Summary of Data from July 2019 through June 2020. *Korean J healthc assoc Infect Control Prev* 2021;26:115-28.
44. European Centre for Disease Prevention and Control. Healthcare-associated infections and antimicrobial use in long-term care facilities: HAI-Net HALT database. <https://www.ecdc.europa.eu/en/all-topics-z/healthcare-associated-infections-long-term-care-facilities/surveillance-and-disease> (Updated on 4 May 2020).
45. European Centre for Disease Prevention and Control. Surveillance and disease data for healthcare-associated infections in acute care hospitals. <https://www.ecdc.europa.eu/en/healthcare-associated-infections-acute-care-hospitals/surveillance-disease-data> (Updated on 4 May 2020).
46. Magill SS, O'Leary E, Janelle SJ, Thompson DL, Dumyati G, Nadle J, et al. Changes in prevalence of health care-associated infections in U.S. hospitals. *N Engl J Med* 2018;379:1732-44.
47. Kärki T, Plachouras D, Cassini A, Suetens C. Burden of healthcare-associated infections in European acute care hospitals. *Wien Med Wochenschr* 2019;169(Suppl 1):3-5.
48. Mitchell R, Taylor G, Rudnick W, Alexandre S, Bush K, Forrester L, et al. Trends in health care-associated infections in acute care hospitals in Canada: an analysis of repeated point-prevalence surveys. *CMAJ* 2019;191:E981-8.
49. Morioka H, Nagao M, Yoshihara S, Ohge H, Kasahara K, Shigemoto N, et al. The first multi-centre point-prevalence survey in four Japanese university hospitals. *J Hosp Infect* 2018;99:325-31.
50. Thu TA, Hung NV, Quang NN, Archibald LK, Thuy le TT, Harun-Or-Rashid, et al. A point-prevalence study on healthcare-associated infections in Vietnam: public health implications. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32:1039-41.
51. Saleem Z, Godman B, Hassali MA, Hashmi FK, Azhar F, Rehman IU. Point prevalence surveys of health-care-associated infections: a systematic review. *Pathog Glob Health* 2019;113:191-205.
52. Delgado-Rodríguez M, Llorca J. Bias. *J Epidemiol Community Health* 2004;58:635-41.
53. Kim MN. Manual development and pilot survey for national surveillance of total healthcare-associated infections. Cheongju; Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2019.
54. Verberk JDM, Aghdassi SJS, Abbas M, Naucélér P, Gubbels S, Maldonado N, et al. Automated surveillance systems for healthcare-associated infections: results from a European survey and experiences from real-life utilization. *J Hosp Infect* 2022;122:35-43.
55. van Mourik MSM, van Rooden SM, Abbas M, Aspevall O, Astagneau P, Bonten MJM, et al. PRAISE: providing a roadmap for automated infection surveillance in Europe. *Clin Microbiol Infect* 2021;27 Suppl 1:S3-19.