

전국의료관련감염감시체계 중환자실 부문 결과 보고: 2014년 7월부터 2015년 6월

곽이경¹ · 최준용² · 유현미³ · 이상오⁴ · 김홍빈⁵ · 한수하⁶ · 최희정⁷ · 김효열⁸ · 김성란⁹ · 김태형¹⁰
이혁민¹¹ · 천희경¹² · 김재석¹³ · 은병욱¹⁴ · 구현숙¹⁵ · 조은희¹⁵ · 어영¹⁶ · 이경원¹¹

인제대학교 의과대학 일산백병원 내과¹, 연세대학교 의과대학 내과², 인제대학교 상계백병원 감염관리실³,
울산대학교 의과대학 서울아산병원 감염내과⁴, 분당서울대학교병원 감염내과⁵, 순천향대학교 부천병원 감염관리실⁶,
이화여자대학교 의학전문대학원 내과⁷, 원주세브란스기독병원 내과⁸, 고려대학교 구로병원 감염관리실⁹,
순천향대학교 서울병원 내과¹⁰, 연세대학교 의과대학 진단검사의학과¹¹, 경희대학교병원 감염관리실¹²,
한림대학교 의과대학 진단검사의학과¹³, 을지대학교 을지병원 소아과¹⁴, 질병관리본부 감염병감시과¹⁵,
원주세브란스기독병원 진단검사의학과¹⁶

Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System, Intensive Care Unit Module Report: Summary of Data from July 2014 through June 2015

Yee Gyung Kwak¹, Jun Yong Choi², Hyeonmi Yoo³, Sang-Oh Lee⁴, Hong Bin Kim⁵, Su Ha Han⁶,
Hee Jung Choi⁷, Hyo Youl Kim⁸, Sung Ran Kim⁹, Tae Hyong Kim¹⁰, Hyukmin Lee¹¹, Hee Kyung Chun¹²,
Jae-Seok Kim¹³, Byung Wook Eun¹⁴, Hyun-Sook Koo¹⁵, En-Hi Cho¹⁵, Young Uh¹⁶, Kyungwon Lee¹¹

Department of Internal Medicine, Inje University Ilsan Paik Hospital¹, Goyang, Department of Internal Medicine, Yonsei University College of Medicine², Infection Control Office, Inje University Sanggye Paik Hospital³, Department of Infectious Diseases, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine⁴, Seoul, Department of Infectious Diseases, Seoul National University Bundang Hospital⁵, Seongnam, Department of Infection Prevention and Control, Soonchunhyang University Bucheon Hospital⁶, Bucheon, Department of Internal Medicine, Ewha Womans University School of Medicine⁷, Seoul, Department of Internal Medicine, Wonju Severance Christian Hospital⁸, Wonju, Infection Control Office, Korea University Guro Hospital⁹, Department of Internal Medicine, Soonchunhyang University Seoul Hospital¹⁰, Department of Laboratory Medicine, Yonsei University College of Medicine¹¹, Department of Infection Control, Kyunghee University Hospital¹², Seoul, Department of Laboratory Medicine, Hallym University College of Medicine¹³, Chuncheon, Department of Pediatrics, Eulji University School of Medicine, Eulji General Hospital¹⁴, Seoul, Division of Infectious Disease Control, Korea Centers for Disease Control and Prevention¹⁵, Osong, Department of Laboratory Medicine, Wonju Severance Christian Hospital¹⁶, Wonju, Korea

Background: In this report, we present annual data of the intensive care unit (ICU) module of the Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System (KONIS) from July 2014 through June 2015.

Methods: We performed prospective surveillance of nosocomial urinary tract infection (UTI), bloodstream infection (BSI), and pneumonia (PNEU) cases at 169 ICUs in 96 hospitals using the KONIS surveillance system. Nosocomial infection (NI) rates were calculated as the numbers of infections per 1,000 patient-days or device-days.

Results: A total of 2,524 NIs were found during the study period: 699 UTIs (675 cases were urinary catheter-associated), 1,090 BSIs (932 were central line-associated), and 735 PNEUs (443 were ventilator-associated). The rate of urinary catheter-associated UTIs (CAUTI) was 0.91 cases per 1,000 device-days (95% confidence interval, 0.84-0.98), and the

Received: May 31, 2016

Revised: August 11, 2016

Accepted: September 1, 2016

Correspondence to: Jun Yong Choi, Department of Internal Medicine, Yonsei University College of Medicine, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea

Tel: 02-2228-1974, Fax: 02-393-6884

E-mail: seran@yuhs.ac

*This study was supported by a grant of year 2014-2015 from the Korea Centers for Disease Control and Prevention.

urinary catheter utilization ratio was 0.84 (0.839-0.841). The rate of central line-associated BSIs (CLABSI) was 2.04 (1.91-2.17), and the utilization ratio was 0.52 (0.519-0.521). The rate of ventilator-associated PNEUs was 1.23 (1.12-1.35), and the utilization ratio was 0.41 (0.409-0.411). The urinary catheter utilization ratio was lower; however, CAUTIs were more common in the ICUs of hospitals with 300-699 beds than in the ICUs of hospitals with more than 900 beds.

Conclusion: BSIs were the most commonly reported NIs. The rates of CAUTI and CLABSI were lower in this study period than during the previous period (July 2013 through June 2014).

Keywords: Intensive care unit, KONIS, Korean Nosocomial Infections Surveillance System, Nosocomial infection

Introduction

전국 의료관련감염감시체계(Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System, KONIS)는 2006년도에 대한의료관련감염관리학회와 질병관리본부가 운영하기 시작한 우리나라의 대표적인 의료관련감염 감시체계이다[1,2]. KONIS는 전국에서 자발적으로 참여하는 병원들에 의해 이루어지며 표준화된 방법으로 각 병원의 중환자실에서 발생하는 요로감염(urinary tract infection), 혈류감염(bloodstream infection)과 폐렴(pneumonia)에 대한 감시를 수행하고 있다. 본 연구에서는 KONIS 중환자실 부문 2014년 7월부터 2015년 6월까지의 연간 자료 결과를 분석하고 이를 토대로 과거 KONIS 연간 자료들과 비교함으로써 KONIS의 기구일수 감염률과 기구사용률, 항생제 내성률의 추이를 알아보려고 한다.

Materials and Methods

2014년 7월부터 2015년 6월까지 300병상 이상 총 96개 병원에서 각 참여병원의 성인 중환자실 중 대표적인 내과계와 외과계 중환자실 또는 통합중환자실을 대상으로 하여 총 169개 중환자실이 참여하였다. 자료수집 방법은 전년도 KONIS 결과 보고와 동일하였다[3]. 연구 기간 동안 각 참여 중환자실에서 요로감염(urinary tract infection), 혈류감염(bloodstream infection)과 폐렴(pneumonia)에 대한 의료관련감염 감시를 수행하였다. 중환자실 의료관련감염과 요로감염, 혈류감염, 폐렴의 정의는 미국 질병관리본부(Center for

Disease Control and Prevention, CDC)의 정의에 근거하였다[4]. 요로감염은 ‘증상이 있는 요로감염(symptomatic urinary tract infection, SUTI)’과 ‘무증상 균혈증 요로감염: asymptomatic bacteremic urinary tract infection, ABUTI’를 포함하였고 혈류감염은 ‘원인균 확인 혈류감염(laboratory-confirmed bloodstream infection)’을 감시대상으로 하였다. 폐렴은 ‘임상적 폐렴(clinically defined pneumonia, PNEU1)’, ‘원인균 확인 폐렴(pneumonia with specific laboratory findings, PNEU2)’과 ‘면역저하자 폐렴(pneumonia in immunocompromised patients, PNEU3)’으로 분류하였다[5]. 요로감염, 혈류감염과 폐렴에서 각각 요로카테터, 중심정맥관 또는 인공호흡기와 관련 여부를 구분하였다. 항생제 감수성 결과가 있는 주요 세균을 대상으로 항생제에 대한 내성률을 조사하였고 중등도 내성은 내성에 포함시켜 분석하였다. KONIS 의료관련감염감시가 기구일수 감염률에 미친 영향을 분석하기 위해 2014년 7월-2015년 6월 기간의 기구일수 감염률 자료를 2010년 7월-2014년 6월 사이 4년간의 연간자료와 비교하였다[3,6-8]. 95% 신뢰구간이 겹치지 않는 경우 유의한 차이가 있는 것으로 판단하였다. 또한, KONIS 연간 자료가 처음으로 보고되기 시작한 2007년 7월 이후 8년 간의 연간자료를 이용하여 항생제 내성균의 빈도와 중심정맥관 관련 혈류감염 및 인공호흡기 관련 폐렴의 감염률의 변화를 살펴보았다[3,6-8]. 2011년 10월부터 무증상 세균뇨(asymptomatic bacteriuria)가 감시대상에서 제외되어 연도별 비교 분석이 제한적인 요로감염은 제외하였다.

Results

1. KONIS 참여병원과 참여중환자실의 특성

2014년 7월부터 2015년 6월까지 KONIS 중환자실 부문에 참여한 병원과 중환자실의 특성은 Table 1과 같다. 총 96개의 참여병원 중 대학병원은 67개(69.8%)이었고 주교육병원은 71개(73.4%)였다. 병상 규모별로는 300-699병상 병원이 43개(44.8%), 700-899병상 병원이 33개(34.4%), 900병상 이상 병원이 20개(20.8%)이었고, 평균 병상 수

Table 1. Characteristics of hospitals and intensive care units participated in KONIS from July 2014 through June 2015

Variables	Number (%)
Characteristics of hospitals	
Total no. of hospitals	96
No. of university-affiliated hospitals	67 (69.8)
No. of major teaching hospitals	71 (73.4)
No. of private hospitals	76 (79.2)
Average no. of beds	769
Beds size	
≥900	20 (20.8)
700-899	33 (34.4)
300-699	43 (44.8)
Area	
Seoul	29 (30.2)
Kangwon/Gyeonggi/Incheon	27 (28.1)
Central/South	40 (41.7)
Hospitals with special ward	
Hemato-oncology	52 (54.2)
Bone marrow transplantation	35 (36.5)
Solid organ transplantation	19 (19.8)
Hemodialysis	94 (97.9)
Infectious Diseases Physician per hospital	1.5
Infection Control Professional per hospital	2.2
Beds per Infection Control Professional	345
Composition of intensive care units (ICUs)	
Total no. of ICUs	169
Medical ICU	68 (40.3)
Medical combined ICU	31 (18.3)
Surgical combined ICU	23 (13.6)
Surgical ICU	22 (13.0)
Neurosurgical ICU	25 (14.8)
Duration of Surveillance	
3 months	10 (5.9)
6 months	8 (4.7)
9 months	4 (2.4)
12 months	147 (87.0)

는 769개이었다. 지역별로는 서울에 위치한 병원이 29개(30.2%), 강원/경기/인천 지역 병원이 27개(28.1%), 중남부권역 지역의 참여병원이 40개(41.7%)였다. 한 병원 당 감염관리전담자 2.2명이 근무하였고 이들은 1인당 평균 345병상을 담당하고 있었다. 총 169개의 참여중환자실은 종류별로 내과계 중환자실 68개(40.3%), 내과 중심의 혼합 중환자실 31개(18.3%), 외과 중심의 혼합 중환자실 23개(13.6%), 외과계 중환자실 22개(13.0%), 신경외과계 중환자실이 25개(14.8%)이었다. 3개월과 6개월 동안 감시에 참여한 중환자실이 각각 10개(5.9%), 8개(4.7%)이었고, 12개월 동안 지속적으로 감시를 수행한 중환자실은 147개(87.0%)이었다.

2. 의료관련감염 건수와 재원일수 감염률

연구 기간 동안 총 2,524건의 의료관련감염이 보고되었다. 이 중 요로감염이 699건(27.7%), 혈류감염이 1,090건(43.2%), 폐렴이 735건(29.1%)이었다. 참여중환자실의 총 재원일수는 883,138일이었다. 전체 의료관련감염(요로감염, 혈류감염과 폐렴)의 1,000 재원일수 당 의료관련감염 건수는 2.86 (95% 신뢰구간[CI], 2.75-2.97)이었다. 요로감염의 1,000 재원일수 당 의료관련감염 건수는 0.79 (95% CI, 0.73-0.85), 혈류감염은 1.23 (95% CI, 1.16-1.31), 폐렴은 0.83 (95% CI, 0.77-0.89)이었다(Table 2).

3. 기구일수 감염률과 기구사용률

요로감염 699건 중 675건(96.6%)이 요로카테터와 관련이 있었다. 전체 요로카테터 기구일수는 745,767일이었고, 요로카테터 관련 요로감염(urinary catheter-associated UTI)의 1,000 기구일수 당 의료관련감염 건수는 0.91 (95% CI, 0.84-0.98)이었다(Table 3). 요로카테터의 기구사용률은 0.84 (95% CI, 0.839-0.841)이었다(Table 4). 혈류감염 1,090건 중 932건(85.5%)이 중심정맥관과 관련된 것이었다. 전체 중심정맥관 기구일수는 457,888일이었고, 중심정맥관 관련 혈류감염(central line-associated BSI)의 1,000 기구일수 당 의료관련감염 건수는 2.04 (95% CI, 1.91-2.17)이었다. 중심정맥관의 기구사용률은 0.52 (95% CI, 0.519-0.521)

Table 2. Pooled means of nosocomial infection rates, by number of hospital beds, July 2014 through June 2015

Nosocomial infection rate	No. of hospital beds			
	≥900	700-899	300-699	All
No. of units	41	62	66	169
Patient-days	227,623	349,535	305,980	883,138
Infection rate*				
No. of infections	594	1,090	840	2,524
Pooled mean	2.61	3.12	2.75	2.86
95% CI	2.41-2.83	2.94-3.31	2.57-2.94	2.75-2.97
UTI rate [†]				
No. of UTI	140	283	276	699
Pooled mean	0.62	0.81	0.90	0.79
95% CI	0.52-0.73	0.72-0.91	0.80-1.01	0.73-0.85
BSI rate [‡]				
No. of BSI	310	459	321	1,090
Pooled mean	1.36	1.31	1.05	1.23
95% CI	1.22-1.52	1.20-1.44	0.94-1.17	1.16-1.31
PNEU rate [§]				
No. of PNEU	144	348	243	735
Pooled mean	0.63	1.00	0.79	0.83
95% CI	0.54-0.74	0.90-1.11	0.70-0.90	0.77-0.89

* (No. of UTIs, BSIs, or PNEUs/No. of patient-days)×1,000; [†] (No. of UTIs/No. of patient-days)×1,000; [‡] (No. of BSIs/No. of patient-days)×1,000; [§] (No. of PNEUs/No. of patient-days)×1,000.

Abbreviations: UTI, urinary tract infection; BSI, bloodstream infection; PNEU, pneumonia; CI, confidence interval.

Table 3. Pooled means and percentiles of the device-associated infection rates, by number of hospital beds, July 2014 through June 2015

No. of hospital beds	No. of units	No. of infection	Device-days	Pooled mean	95% CI	10%	25%	50%	75%	90%
Urinary catheter-associated UTI rate*										
≥900	41	134	193,951	0.69	0.58-0.82	0	0	0.45	0.67	2.87
700-899	62	276	304,684	0.91	0.81-1.02	0	0.20	0.51	1.28	2.12
300-699	66	265	247,132	1.07	0.95-1.21	0	0.29	0.74	1.59	2.39
All	169	675	745,767	0.91	0.84-0.98	0	0.20	0.56	1.34	2.32
Central line-associated BSI rate [†]										
≥900	41	278	137,720	2.02	1.79-2.27	0	0.84	1.34	2.86	4.07
700-899	62	392	193,050	2.03	1.84-2.24	0.42	1.07	1.92	3.02	3.66
300-699	66	262	127,118	2.06	1.83-2.33	0	0.20	1.49	3.10	4.82
All	169	932	457,888	2.04	1.91-2.17	0	0.84	1.54	3.01	3.99
Ventilator-associated PNEU rate [‡]										
≥900	41	90	103,137	0.87	0.71-1.07	0	0	0.56	1.81	2.64
700-899	62	234	153,033	1.53	1.35-1.74	0	0.27	1.03	2.03	4.41
300-699	66	119	103,883	1.15	0.96-1.37	0	0	0.50	1.60	3.87
All	169	443	360,053	1.23	1.12-1.35	0	0	0.67	1.82	3.89

* (No. of urinary catheter-associated UTIs/No. of urinary catheter-days)×1,000; [†] (No. of central line-associated BSIs/No. of central line-days)×1,000; [‡] (No. of ventilator-associated PNEUs/No. of ventilator-days)×1,000.

Abbreviations: UTI, urinary tract infection; BSI, bloodstream infection; PNEU, pneumonia; CI, confidence interval.

Table 4. Pooled means and percentiles of the distribution of device- utilization ratios, by number of hospital beds, July 2014 through June 2015

No. of hospital beds	No. of units	Device-days	Patient-days	Pooled mean	95% CI	10%	25%	50%	75%	90%
Urinary catheter utilization ratio*										
≥900	41	193,951	227,623	0.85	0.849-0.851	0.71	0.81	0.89	0.93	0.97
700-899	62	304,684	349,535	0.87	0.869-0.871	0.75	0.83	0.90	0.94	0.98
300-699	66	247,132	305,980	0.81	0.809-0.811	0.63	0.76	0.85	0.91	0.96
All	169	745,767	883,138	0.84	0.839-0.841	0.69	0.81	0.88	0.93	0.98
Central line utilization ratio [†]										
≥900	41	137,720	227,623	0.61	0.608-0.612	0.40	0.50	0.65	0.75	0.85
700-899	62	193,050	349,535	0.55	0.548-0.552	0.40	0.43	0.53	0.68	0.78
300-699	66	127,118	305,980	0.42	0.418-0.422	0.25	0.32	0.41	0.51	0.59
All	169	457,888	883,138	0.52	0.519-0.521	0.30	0.40	0.51	0.64	0.77
Ventilator utilization ratio [‡]										
≥900	41	103,137	227,623	0.45	0.448-0.452	0.19	0.29	0.47	0.66	0.76
700-899	62	153,033	349,535	0.44	0.438-0.442	0.27	0.35	0.42	0.51	0.60
300-699	66	103,883	305,980	0.34	0.338-0.342	0.15	0.24	0.36	0.45	0.53
All	169	360,053	883,138	0.41	0.409-0.411	0.19	0.30	0.39	0.51	0.63

* (No. of urinary catheter-days/No. of patient-days); [†] (No. of central line-days/No. of patient-days); [‡] (No. of ventilator-days/No. of patient-days).

Abbreviations: UTI, urinary tract infection; BSI, bloodstream infection; PNEU, pneumonia; CI, confidence interval.

이었다. 폐렴 735건 중 443건(60.3%)이 인공호흡기와 관련된 것이었다. 전체 인공호흡기 기구일수는 360,053일이었고, 인공호흡기 관련 폐렴의 1,000 기구일수 당 의료관련감염 건수는 1.23 (95% CI, 1.12-1.35)이었다. 인공호흡기의 기구사용률은 0.41 (95% CI, 0.409-0.411)이었다.

4. 병상규모에 따른 기구일수 감염률과 기구사용률의 비교

요로카테터의 기구사용률은 병상규모가 300-699병상인 병원에서 가장 낮았으나(0.81 [95% CI, 0.809-0.811]) (Table 4), 요로카테터관련 요로감염의 기구일수 감염률은 요로카테터 기구사용률이 낮았던 300-699병상인 병원에서 900병상 이상의 병원의 중환자실에 비해 유의하게 높았다(1.07 [95% CI, 0.95-1.21] vs. 0.69 [95% CI, 0.58-0.82]) (Table 3). 중심정맥관 기구사용률은 300-699병상, 700-899병상, 900병상 이상인 병원으로 갈수록 유의하게 높았으나(0.42 [95% CI, 0.418-0.422], 0.55 [95% CI, 0.548-0.552], 0.61 [95% CI, 0.608-0.612]) 중심정맥관 관련 혈류감염의 기구일수 감염률은 병상규모에 따라 유의한 차이는 없었다(2.06 [95% CI, 1.83-2.33], 2.03 [95% CI, 1.84-

2.24], 2.02 [95% CI, 1.79-2.27]). 인공호흡기 사용률 역시 병상규모가 커질수록 기구사용률이 유의하게 높았다(0.34 [95% CI, 0.338-0.342], 0.44 [95% CI, 0.438-0.442], 0.45 [95% CI, 0.448-0.452]). 그러나, 인공호흡기 관련 폐렴의 기구일수 감염률은 인공호흡기 사용률이 낮았던 700-899병상 규모의 병원이 900병상 이상인 병원에 비해 유의하게 높았다(1.53 [95% CI, 1.35-1.74] vs. 0.87 [95% CI, 0.71-1.07]).

5. 중환자실 유형에 따른 기구일수 감염률과 기구사용률의 비교

요로카테터 관련 요로감염은 외과계 혼합 중환자실에서 감염률이 가장 높았고(1.08 [95% CI, 0.86-1.33]), 내과계 혼합 중환자실에서 가장 낮았다(0.81 [95% CI, 0.68-0.97]). 중심정맥관 관련 혈류감염은 신경외과계 중환자실에서 가장 낮았다(1.37 [95% CI, 1.10-1.71]). 인공호흡기 관련 폐렴은 신경외과계 중환자실에서 다른 중환자실에 비해 감염률이 유의하게 가장 높았고(2.59 [95% CI, 2.14-3.13]) 내과계 중환자실에서 가장 낮았다(0.77 [95% CI, 0.65-0.91]) (Table 5). 요로카테터 사용률은 내과계 중환자실에서 가장 낮았으며

Table 5. Pooled means and percentiles of the distribution of device-associated infection rates, by type of ICU, July 2014 through June 2015

Type of ICU	No. of units	No. of infection	Device-days	Pooled mean	95% CI	10%	25%	50%	75%	90%
Urinary catheter-associated UTI rate*										
MICU	68	261	309,194	0.84	0.75-0.95	0	0	0.38	1.13	2.09
MCICU	31	122	150,769	0.81	0.68-0.97	0	0.24	0.57	1.28	1.94
SCICU	23	95	87,684	1.08	0.86-1.33	0	0	0.80	1.59	2.41
SICU	22	80	88,445	0.91	0.73-1.13	0	0.19	0.50	1.14	1.99
NSICU	25	117	109,675	1.07	0.89-1.28	0.08	0.27	0.64	2.13	2.66
Central line-associated BSI rate [†]										
MICU	68	468	201,581	2.32	2.12-2.54	0.22	1.13	2.12	3.39	4.75
MCICU	31	152	83,413	1.82	1.55-2.14	0	0.27	1.15	3.18	3.96
SCICU	23	100	55,571	1.80	1.48-2.19	0	0	1.45	2.41	4.27
SICU	22	133	59,572	2.23	1.88-2.65	0	0.92	1.73	3.10	3.80
NSICU	25	79	57,751	1.37	1.10-1.71	0	0.61	1.30	2.34	3.25
Ventilator-associated PNEU rate [‡]										
MICU	68	134	174,117	0.77	0.65-0.91	0	0	0.44	1.10	2.06
MCICU	31	66	61,650	1.07	0.84-1.36	0	0	0.46	1.37	3.32
SCICU	23	63	39,684	1.59	1.24-2.03	0	0.50	0.88	1.98	3.81
SICU	22	75	44,002	1.70	1.36-2.14	0	0	1.33	2.91	5.07
NSICU	25	105	40,600	2.59	2.14-3.13	0	0.60	1.82	4.76	6.24

* (No. of urinary catheter-associated UTIs/No. of urinary catheter-days)×1,000; [†] (No. of central line-associated BSIs/No. of central line-days)×1,000; [‡] (No. of ventilator-associated PNEUs/No. of ventilator-days)×1,000.

Abbreviations: ICU, intensive care unit; MICU, medical ICU; MCICU, medical combined ICU; SCICU, surgical combined ICU; SICU, surgical ICU; NSICU, neurosurgical ICU; UTI, urinary tract infection; BSI, bloodstream infection; PNEU, pneumonia; CI, confidence interval.

(0.82 [95% CI, 0.819-0.821]), 신경외과계 중환자실에서 가장 높았다(0.89 [95% CI, 0.888-0.892]). 중심정맥관 사용률은 신경외과계 중환자실과 내과계 혼합 중환자실에서 가장 낮았으며(0.47 [95% CI, 0.467-0.473], 0.47[95% CI, 0.468-0.472]), 외과계 중환자실에서 가장 높았다(0.58 [95% CI, 0.577-0.583]). 인공호흡기 사용률은 신경외과계 중환자실에서 가장 낮았고(0.33 [95% CI, 0.327-0.333]), 내과계 중환자실에서 가장 높았다(0.46 [95% CI, 0.458-0.462]) (Table 6).

6. 원인미생물과 주요 미생물의 항생제 내성률

총 2,524건의 감염에서 2,470균주가 분리되었다. 요로감염의 원인미생물은 그람음성막대균이 44.5%로 가장 많았고, 혈류감염에서는 그람양성알균이 48.4%로 가장 흔하게 분리되었다. 폐렴의 원인미생물은 그람음성막대균이 68.3%로 가장 많았다. 감염병에 따른 원인미생물을 Table 7에 기술하였다. 주요 세균의 주요 항생제에 대한 내

성률은 Table 8에 제시하였다. Fig. 1은 KONIS 연간자료가 처음 발표된 2007년 7월 이후 8년간 주요 세균의 항생제 내성률의 추이를 나타낸 것이다.

7. 2010-2015년도의 기구사용률과 기구일수 감염률 비교

2014년 7월부터 2015년 6월까지의 기구사용률과 기구일수 의료관련감염률을 이전 4년간의 KONIS 자료와 비교하였다(Table 9). 중심정맥관 기구사용률과 중심정맥관 관련 혈류감염은 전년도에 비해 감소하였다. 요로카테터 기구사용률은 전년도와 유의한 차이가 없었으나 요로카테터 관련 요로감염은 전년도에 비해 유의하게 감소하였다(1.21 [95% CI, 1.13-1.29] vs. 0.91 [95% CI, 0.84-0.98]). 인공호흡기 기구사용률과 인공호흡기 관련 폐렴은 전년도에 비해 유의한 차이가 없었다. 최근 5년간의 자료를 볼 때 기구관련감염률은 감소하는 경향을 보이고 있다. Fig. 2는 2007년 7월

Table 6. Pooled means and percentiles of the distribution of device- utilization ratios, by type of ICU, July 2014 through June 2015

Type of ICU	No. of units	Device-days	Patient-days	Pooled mean	95% CI	10%	25%	50%	75%	90%
Urinary catheter utilization ratio*										
MICU	68	309,194	377,167	0.82	0.819-0.821	0.67	0.78	0.83	0.90	0.95
MCICU	31	150,769	176,191	0.86	0.858-0.862	0.73	0.83	0.87	0.92	0.96
SCICU	23	87,684	103,223	0.85	0.848-0.852	0.59	0.77	0.91	0.95	0.99
SICU	22	88,445	102,978	0.86	0.858-0.862	0.81	0.85	0.89	0.94	0.96
NSICU	25	109,675	123,579	0.89	0.888-0.892	0.72	0.86	0.93	0.98	0.99
Central line utilization ratio [†]										
MICU	68	201,581	377,167	0.53	0.528-0.532	0.32	0.40	0.53	0.64	0.79
MCICU	31	83,413	176,191	0.47	0.468-0.472	0.26	0.34	0.45	0.53	0.77
SCICU	23	55,571	103,223	0.54	0.537-0.543	0.31	0.43	0.53	0.66	0.75
SICU	22	59,572	102,978	0.58	0.577-0.583	0.28	0.45	0.63	0.73	0.83
NSICU	25	57,751	123,579	0.47	0.467-0.473	0.35	0.41	0.45	0.52	0.66
Ventilator utilization ratio [‡]										
MICU	68	174,117	377,167	0.46	0.458-0.462	0.28	0.37	0.45	0.58	0.69
MCICU	31	61,650	176,191	0.35	0.348-0.352	0.10	0.20	0.41	0.47	0.55
SCICU	23	39,684	103,223	0.38	0.377-0.383	0.21	0.28	0.37	0.42	0.55
SICU	22	44,002	102,978	0.43	0.427-0.433	0.16	0.28	0.38	0.48	0.67
NSICU	25	40,600	123,579	0.33	0.327-0.333	0.14	0.21	0.31	0.44	0.60

*(No. of urinary catheter-days/No. of patient-days); [†](No. of central line-days/No. of patient-days); [‡](No. of ventilator-days/No. of patient-days).

Abbreviations: ICU, intensive care unit; MICU, medical ICU; MCICU, medical combined ICU; SCICU, surgical combined ICU; SICU, surgical ICU; NSICU, neurosurgical ICU; UTI, urinary tract infection; BSI, bloodstream infection; PNEU, pneumonia; CI, confidence interval.

Table 7. Number (%) of microorganisms isolated from clinical specimens of patients with nosocomial infections

Organisms	No. of isolates								
	SUTI	ABUTI	UTI	BSI	PNEU3	PNEU2	PNEU1	PNEU	All
Gram-positive cocci (%)	180 (25.3)	7 (31.8)	187 (25.5)	549 (48.4)	0 (0)	16 (34.0)	166 (29.9)	182 (30.2)	918 (37.2)
<i>Staphylococcus aureus</i>	9	0	9	156	0	14	134	148	313
Coagulase-negative staphylococci	14	1	15	136	0	0	2	2	153
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	0	0	0	0	0	0	7	7	7
<i>Streptococcus species</i>	2	0	2	4	0	1	20	21	27
<i>Enterococcus faecalis</i>	68	0	68	88	0	0	1	1	157
<i>Enterococcus faecium</i>	87	6	93	154	0	0	1	1	248
<i>Enterococcus species</i>	0	0	0	9	0	0	0	0	9
Others	0	0	0	2	0	1	1	2	4
Gram-positive bacilli (%)	3 (0.4)	0 (0)	3 (0.4)	10 (0.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0.5)
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Corynebacterium species</i>	3	0	3	7	0	0	0	0	10
Others	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Gram-negative bacilli (%)	320 (45.0)	6 (27.3)	326 (44.5)	383 (33.8)	1 (100)	29 (61.7)	382 (68.8)	412 (68.3)	1,121 (45.4)
<i>Escherichia coli</i>	118	3	121	20	0	0	6	6	147
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	66	1	67	58	0	7	67	74	199
<i>Klebsiella species</i>	3	0	3	2	0	1	3	4	9
<i>Enterobacter cloacae</i>	9	0	9	14	0	2	14	16	39
<i>Enterobacter aerogenes</i>	5	0	5	4	0	0	19	19	28

Table 7. Continued

Organisms	No. of isolates								
	SUTI	ABUTI	UTI	BSI	PNEU3	PNEU2	PNEU1	PNEU	All
<i>Enterobacter</i> species	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Serratia marcescens</i>	9	0	9	15	0	0	5	5	29
<i>Serratia</i> species	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Proteus mirabilis</i>	16	0	16	4	0	0	1	1	21
<i>Proteus</i> species	3	1	4	0	0	0	0	0	4
<i>Citrobacter freundii</i>	1	0	1	0	0	0	2	2	3
<i>Citrobacter</i> species	3	0	3	1	0	0	1	1	5
<i>Morganella morganii</i>	2	0	2	1	0	0	0	0	3
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	55	1	56	23	0	0	44	44	123
<i>Pseudomonas</i> species	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Acinetobacter baumannii</i>	25	0	25	163	1	19	199	219	407
<i>Acinetobacter</i> species	1	0	1	9	0	0	2	2	12
<i>Burkholderia cepacia</i>	2	0	2	16	0	0	2	2	20
<i>Burkholderia</i> species	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1	0	1	32	0	0	13	13	46
<i>Sphingomonas</i> species	0	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Chryseobacterium</i> species	0	0	0	11	0	0	0	0	11
Others	1	0	1	5	0	0	1	1	7
Anaerobes (%)	0	0	0	11	0	0	0	0	11
	(0)	(0)	(0)	(1.0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0.4)
<i>Actinomyces</i> species	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Peptostreptococcus</i> species	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Prevotella</i> species	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Clostridium</i> species	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Others	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Fungi (%)	208	9	217	181	0	2	7	9	407
	(29.3)	(40.9)	(29.6)	(15.9)	(0)	(4.3)	(1.3)	(1.5)	(16.5)
<i>Candida albicans</i>	93	4	97	61	0	2	3	5	163
<i>Candida tropicalis</i>	48	4	52	32	0	0	0	0	84
<i>Candida glabrata</i>	23	1	24	35	0	0	0	0	59
<i>Candida parapsilosis</i>	9	0	9	38	0	0	0	0	47
<i>Candida</i> species	26	0	26	10	0	0	1	1	37
<i>Trichosporon asahii</i>	4	0	4	3	0	0	0	0	7
Yeast	5	0	5	2	0	0	2	2	9
<i>Aspergillus</i> species	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Total	711	22	733	1,134	1	47	555	603	2,470

Abbreviations: SUTI, symptomatic urinary tract infection; ABUTI, asymptomatic bacteremic urinary tract infection; UTI, urinary tract infection; BSI, bloodstream infection; PNEU, pneumonia.

첫 연간자료 발표 이후 8년간 중심정책관 관련 혈류감염과 인공호흡기 관련 폐렴의 기구일수 감염률을 나타낸 것이다.

Discussion

KONIS 중환자실 부문은 2006년 7월부터 의료 관련감염 감시를 시작하여 2007년 7월부터 연간 자료를 발표하기 시작하였으며, 이번 결과보고는

여덟 번째 연간자료이다. KONIS에서는 각 병원의 사정에 따라 참여 여부를 분기별로 선택하도록 하고 있는데 2014년 3분기에는 94개 병원 165개 중환자실, 4분기에는 91개 병원 159개 중환자실, 2015년 1분기에는 88개 병원 153개 중환자실, 2분기에는 87개 병원 149개 중환자실이 참여하였고 참여 병원과 중환자실은 분기별로 고르게 분포하였다. 특히 총 169개 중환자실 중에서 87.0%에 해당하는 147개 중환자실은 12개월 동

안 지속적으로 참여하여 감시를 수행하였다.

참여병원의 특성을 병실 규모로 구분하여 보았을 때 900병상 이상의 병원이 20개(20.8%), 700-899병상 병원이 33개(34.%), 300-699병상 규모의 병원이 43개(43.6%)로 전년도와 유사한 분포를

Table 8. Susceptibilities of major pathogens isolated from patients with nosocomial infections

Organisms	No. of resistant/ total isolates (%)
Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	269/313 (85.9)
Vancomycin-resistant <i>Enterococcus faecalis</i>	7/157 (4.5)
Vancomycin-resistant <i>Enterococcus faecium</i>	127/248 (51.2)
Cefotaxime-resistant <i>Escherichia coli</i>	70/147 (47.6)
Cefotaxime-resistant <i>Klebsiella pneumoniae</i>	112/199 (56.3)
Ciprofloxacin-resistant <i>Escherichia coli</i>	79/147 (53.7)
Ciprofloxacin-resistant <i>Klebsiella pneumoniae</i>	99/199 (49.7)
Imipenem-resistant <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	53/123 (43.1)
Imipenem-resistant <i>Acinetobacter baumannii</i>	364/407 (89.4)

보였고 KONIS 참여병원과 참여 중환자실은 KONIS 시작 이후 지속적으로 증가하고 있다. KONIS 참여병원 수가 증가하고 특히 중소규모의 병원에서 KONIS 참여가 확대되는 것은 감염 관리의 중요성과 의료관련감염 감시의 필요성에 대한 인식이 확대되고 KONIS가 전국적인 의료 관련감염 감시체계로 자리잡고 있는 것으로 볼 수 있다. 참여병원이 지속적으로 확대되고 있으므로 감시 자료의 질을 일정 수준 이상 유지할 수 있도록 기존 참여 병원에 대해서는 인력 변동 등에 따른 자료의 질 변화가 없는지 확인하고 새로 참여하는 병원에서도 정확도 높은 감염 발생 자료를 보고할 수 있도록 시스템을 강화하는 것이 중요하겠다.

1년 동안 보고된 의료관련감염은 총 2,524건이었으며 혈류감염(1,090건), 요로감염(699건), 폐렴(735건)의 순으로 혈류감염이 가장 많았다. 이는 요로감염의 진단기준이 변경되어 2011년 4분기부터 무증상 세균뇨가 제외된 이후 유사한 양상이었다. 300-699병상인 병원에서 요로카테터 기구사용률은 가장 낮았으나 요로카테터 관련 요로감염의 기구일수 감염률은 900병상 이상 병원에 비해 유의하게 높았다. 이는 최근 5년간 자료에서 유사하게 나타나는 경향이다.

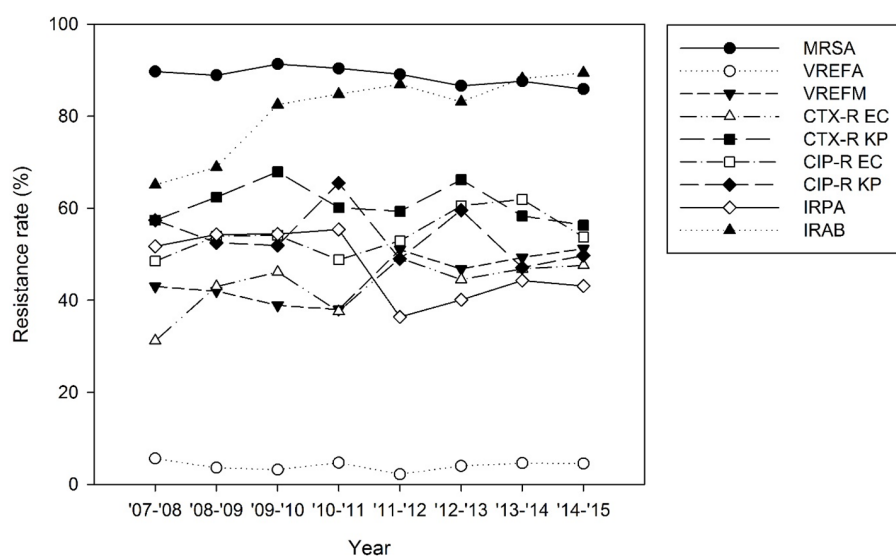


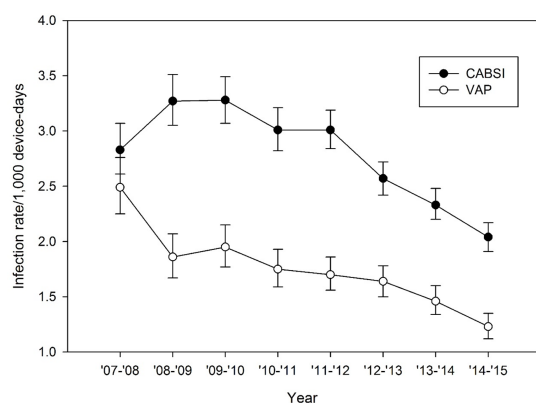
Fig. 1. Antimicrobial resistance rates of major pathogens isolated from patients with nosocomial infections during 8-year period (MRSA, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; VREFA, vancomycin-resistant *Enterococcus faecalis*; VREFM, vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*; CTX-R EC, cefotaxime-resistant *Escherichia coli*; CTX-R KP, cefotaxime-resistant *Klebsiella pneumoniae*; CIP-R EC, ciprofloxacin-resistant *Escherichia coli*; CIP-R KP, ciprofloxacin-resistant *Klebsiella pneumoniae*; IRAP, imipenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa*; IRAB, imipenem-resistant *Acinetobacter baumannii*).

Table 9. Comparison of the device utilization ratios and the rates of device-associated infections from 2010 through 2015

Parameter	July 2010- June 2011	July 2011- June 2012	July 2012- June 2013	July 2013- June 2014	July 2014- June 2015
No. of hospitals	72	81	91	94	96
No. of units	130	143	161	166	169
Patient-days	585,325	698,595	867,683	832,428	883,138
Device-days					
Urinary catheter-days	503,365	590,793	679,076	701,932	745,767
Central line-days	309,500	362,576	426,783	437,456	457,888
Ventilator-days	233,640	282,472	321,601	340,075	360,053
No. of infections					
Urinary catheter-associated UTI	1,949	1,366	854	846	675
Central line-associated BSI	932	1,091	1,096	1,021	932
Ventilator-associated PNEU	410	481	526	498	443
Device utilization ratio (95% CI) [range*]					
Urinary catheter	0.86 (0.859-0.861) [0.73-0.97]	0.85 (0.849-0.851) [0.71-0.97]	0.78 (0.779-0.781) [0.70-0.98]	0.84 (0.839-0.841) [0.71-0.97]	0.84 (0.839-0.841) [0.69-0.98]
Central line	0.53 (0.529-0.531) [0.31-0.81]	0.52 (0.519-0.521) [0.30-0.79]	0.49 (0.489-0.491) [0.29-0.80]	0.53 (0.529-0.531) [0.29-0.79]	0.52 (0.519-0.521) [0.30-0.77]
Ventilator	0.40 (0.399-0.401) [0.19-0.61]	0.40 (0.399-0.401) [0.20-0.65]	0.37 (0.369-0.371) [0.17-0.66]	0.41 (0.409-0.411) [0.21-0.62]	0.41 (0.409-0.411) [0.19-0.63]
Rate per 1,000 device-days (95% CI) [range*]					
Urinary catheter-associated UTI	3.87 (3.70-4.05) [0-8.80]	2.26 (2.14-2.39) [0-5.61]	1.26 (1.18-1.34) [0-4.08]	1.21 (1.13-1.29) [0-2.71]	0.91 (0.84-0.98) [0-2.32]
Central line-associated BSI	3.01 (2.82-3.21) [0-6.92]	3.01 (2.84-3.19) [0-6.64]	2.57 (2.42-2.72) [0-7.35]	2.33 (2.20-2.48) [0-5.08]	2.04 (1.91-2.17) [0-3.99]
Ventilator-associated PNEU	1.75 (1.59-1.93) [0-5.88]	1.70 (1.56-1.86) [0-5.96]	1.64 (1.50-1.78) [0-6.67]	1.46 (1.34-1.60) [0-3.93]	1.23 (1.12-1.35) [0-3.89]

*10th to 90th percentile range.

Abbreviations: ICU, intensive care unit; UTI, urinary tract infection; BSI, bloodstream infection; PNEU, pneumonia; CI, confidence interval.

**Fig. 2.** Catheter-related bloodstream infection (CABSI) and ventilator-associated pneumonia (VAP) rate during 8-year period since 1st KONIS annual report (error bars represent 95% confidence interval).

카테터관련 요로감염과 중심정맥관 관련 혈류 감염은 전년도에 비해 감소하였으며 인공호흡기 관련 폐렴은 전년도와 유의한 차이는 없었다. 2006년부터 2012년까지 KONIS 기구일수 감염률을 분석한 연구에 따르면 6년간 KONIS 인공호흡기 관련 폐렴은 1,000 기구일수 당 3.48건에서 1.64건으로 유의하게 감소하였다($P < 0.01$) [9]. 또한, 통계적으로 유의하지는 않았지만 중심정맥관 관련 혈류감염은 1,000 중심정맥관 기구일수당 3.4건에서 2.57 ($P=0.12$)건으로, 무증상 세균뇨를 제외한 요로카테터 관련 요로감염의 감염률은 1,000 기구일수당 1.85건에서 1.26건으로 감소하는 경향을 보였다($P=0.07$) [9]. 본 연구를 통해

2006년부터 2012년 사이의 기구일수 감염률 감소 추세는 이후 2014-2015년까지 지속되는 경향을 알 수 있었다.

전국적인 의료관련감염 감시체계를 운영하는 것은 그 나라의 의료관련 감염률을 감소시키는 효과가 있다고 알려져 있다[10-12]. 따라서, KONIS 기구일수 감염률의 감소는 KONIS가 운영되어 오면서 감염관리에 대한 지속적인 관심과 노력을 기울인 것이 영향을 미쳤을 가능성이 높다. 그러나, 한편으로 KONIS가 자발적인 감시체계인 점을 고려할 때 감시체계가 지속됨에 따라 감시의 민감도가 떨어졌거나 참여 병원의 확대와 관련된 감시의 정확도 변화가 있는 것은 아닌지에 대한 평가도 필요하다. KONIS에서는 2년마다 자료 정확도 조사를 시행해 오고 있으며 2014년도에 시행한 KONIS 자료 정확도 조사에서 요로감염, 혈류감염, 폐렴에 대한 감시 민감도는 각각 85.3%, 74.0%, 66.7%이었다[13]. 2010년도의 KONIS 정확도 조사 결과와 비교할 때 요로감염의 민감도는 유사하였으나(88.4% vs. 85.3%) 혈류감염의 민감도는 감소한 것으로 나타났다(90.2% vs. 74.0%). 2012년에는 폐렴에 대해서만 정확도 조사가 시행되었는데 폐렴의 민감도는 2010년 55.6%, 2012년 91.7%, 2014년 66.7%로 조사시기에 따라 차이가 커서 이에 대해서는 지속적인 평가와 함께 감시자료의 질 유지를 위한 방안 마련이 필요할 것으로 사료된다[7].

본 연구에서는 주요 미생물의 항생제 내성률 변화에 대해 통계분석을 시행하지는 않았으나 2006년 7월부터 2014년 6월까지 8년간 KONIS의 의료관련감염의 원인미생물과 항생제 내성률 자료를 poisson regression 모델을 이용하여 경향 분석한 연구 결과에 따르면 *S. aureus*의 methicillin 내성률은 95.0%에서 90.2%로 유의하게 감소하였고($P < 0.0001$) *A. baumannii*의 imipenem 내성률은 52.9%에서 89.8%로 유의하게 증가하였다($P < 0.0001$) [14]. 반면에 *E. faecium*의 vancomycin 내성률, *E. coli*, *K. pneumoniae*의 ciprofloxacin, cefotaxime 내성률, *P. aeruginosa*의 imipenem 내성률 등은 연도에 따른 유의한 변화는 없었다[14]. 이번 보고에서도 전년도 자료와 비교할 때 *A. baumannii*의 imipenem 내성률을 비롯하여 주요

세균의 내성률이 감소하지 않고 전반적으로 높은 상태로 유지되고 있어 항생제 내성률 감소를 위한 적극적인 감염관리 활동과 노력이 필요하겠다.

2006년에 처음 시작된 이후로 KONIS는 지금까지 안정적이고 지속적으로 유지되고 있으며, 참여병원의 수와 12개월 동안 지속적으로 참여하는 병원이 증가하고 있다. 참여병원 증가에 따라 자료의 질 관리가 중요한 문제로 대두되고 있으며 새로 참여하는 병원에서도 정확한 자료를 입력할 수 있도록 교육 프로그램 마련과 지속적인 피드백이 필요할 것이다. 2014년 7월에서 2015년 6월까지 중환자실 의료관련감염 자료를 분석한 결과, 혈류감염이 가장 흔하게 보고되었고 전년도와 비교할 때 기구사용률은 유사하였으나 요로카테터관련 요로감염과 중심정맥관 관련 혈류감염률은 감소하였다. 300-699병상 병원의 중환자실에서 요로카테터 사용률이 낮은데도 요로카테터 관련 요로감염률이 높게 나타나 이에 대해서는 추가적인 연구를 통한 원인분석과 함께 이들 병원을 대상으로 보다 집중적인 감시와 감염관리 활동이 필요할 것으로 생각된다.

Summary

배경: 전국의료관련감염감시체계(Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System, KONIS) 중환자실 부문에서 2014년 7월부터 2015년 6월까지 감시를 수행한 여덟 번째 연간 자료를 정리하여 보고한다.

방법: 전국에 있는 96개 병원의 169개 중환자실에서 발생한 원내 요로감염, 혈류감염, 폐렴에 대해 전향적으로 감시를 수행하였다. 의료관련감염률은 1,000 재원일수 또는 기구일수 당 감염 건수로 구하였다.

결과: 총 2,524건의 의료관련감염이 발생하였는데, 요로감염이 699건, 혈류감염이 1,090건, 폐렴이 735건이었다. 요로카테터 관련 요로감염은 675건으로 1,000 기구일 당 0.91건(95% 신뢰구간, 0.84-0.98)이었고, 요로카테터 사용률은 0.84 (0.839-0.841)였다. 중심정맥관 관련 혈류감염은 932건으로 감염률은 2.04 (1.91-2.17)이었고, 중심정맥관

사용률은 0.52 (0.519-0.521)였다. 인공호흡기 관련 폐렴은 443건으로 감염률은 1.23 (1.12-1.35)이었고, 인공호흡기 사용률은 0.41 (0.409-0.411)이었다. 300-699병상의 병원 중환자실에서 900병상 이상 규모의 병원 중환자실에 비해 기구사용률이 낮았음에도 카테터관련 요로감염률은 유의하게 더 높았다.

결론: 혈류감염이 가장 흔하게 보고된 의료관련감염이었다. 병상 규모가 작은 300-699병상의 병원에서 요로카테터 사용률이 낮음에도 요로카테터 관련 요로감염 감염률이 높은 것으로 나타나 향후 이에 대한 원인분석과 감염관리 활동이 필요할 것으로 생각된다.

Acknowledgements

전국의료관련감염감시체계 중환자실 부문에 참여해 주신 모든 참여병원 연구자 분들께 감사드립니다.

References

1. Lee SO, Kim S, Lee J, Kim KM, Kim BH, Kim ES, et al. Korean Nosocomial Infections Surveillance System (KONIS) Report: Data Summary from July through September 2006. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2006;11: 113-28.
2. Kwak YG, Lee SO, Kim HY, Kim YK, Park ES, Jin HY, et al. Risk factors for device-associated infection related to organisational characteristics of intensive care units: findings from the Korean Nosocomial Infections Surveillance System. *J Hosp Infect* 2010;75:195-9.
3. Kwak YG, Choi JY, Yoo H, Lee SO, Kim HB, Han SH, et al. Korean nosocomial infections surveillance system, intensive care unit module report: summary of data from July 2013 through June 2014. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2015;20:49-60.
4. Horan TC, Andrus M, Dudeck MA. CDC/NHSN surveillance definition of health care-associated infection and criteria for specific types of infections in the acute care setting. *Am J Infect Control* 2008;36:309-32.
5. Korean Society for Nosocomial Infection Control. KONIS Manual 2014. 5th ed. Seoul: Ceed communications, 2014:1-187.
6. Jeon MH, Park WB, Kim SR, Chun HK, Han SH, Bang JH, et al. Korean nosocomial infections surveillance system, intensive care unit module report: data summary from July 2010 through June 2011. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2012;17:28-39.
7. Jeon MH, Kim TH, Kim SR, Chun HK, Han SH, Bang JH, et al. Korean nosocomial infections surveillance system, intensive care unit module report: summary of data from July 2011 through June 2012. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2014;19:52-63.
8. Jeon MH, Kim TH, Kim SR, Chun HK, Han SH, Bang JH, et al. Korean nosocomial infections surveillance system, intensive care unit module report: data summary from July 2012 through June 2013. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2015;20:37-48.
9. Choi JY, Kwak YG, Yoo H, Lee SO, Kim HB, Han SH, et al. Trends in the incidence rate of device-associated infections in intensive care units after the establishment of the Korean Nosocomial Infections Surveillance System. *J Hosp Infect* 2015;91:28-34.
10. Gastmeier P, Geffers C, Brandt C, Zuschneid I, Sohr D, Schwab F, et al. Effectiveness of a nationwide nosocomial infection surveillance system for reducing nosocomial infections. *J Hosp Infect* 2006;64:16-22.
11. Haley RW, Culver DH, White JW, Morgan WM, Emori TG, Munn VP, et al. The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals. *Am J Epidemiol* 1985;121:182-205.
12. Schwab F, Geffers C, Bärwolff S, Rüden H, Gastmeier P. Reducing neonatal nosocomial

- bloodstream infections through participation in a national surveillance system. *J Hosp Infect* 2007;65:319-25.
13. Kwak YG. Validation of the surveillance and reporting of nosocomial infection data to the Korean Nosocomial Infections Surveillance System (KONIS). Cheongju: Korean Centers for Disease Control and Prevention; 2014:1-58.
 14. Choi JY, Kwak YG, Yoo H, Lee SO, Kim HB, Han SH, et al. Trends in the distribution and antimicrobial susceptibility of causative pathogens of device-associated infection in Korean intensive care units from 2006 to 2013: results from the Korean Nosocomial Infections Surveillance System (KONIS). *J Hosp Infect* 2016; 92:363-71.