

전국병원감염감시체계 중환자실 부문 결과: 2010년 7월부터 2011년 6월

전민혁¹ · 박완범² · 김성란³ · 천희경⁴ · 한수하⁵ · 방지환⁶ · 박은숙⁷ · 정선영⁸ · 엄중식⁹ · 김영근¹⁰ · 김홍빈²
이길연¹¹ · 최희정¹² · 김효열¹⁰ · 김경미¹³ · 성주현¹⁴ · 어 영¹⁵ · 정홍수¹⁶ · 권준욱¹⁶ · 우준희¹⁷

순천향대학교 의과대학 감염내과¹, 서울대학교 의과대학 내과학교실², 고려대학교 구로병원 감염관리실³,
경희대학교병원 감염관리실⁴, 순천향대학교 부천병원 감염관리실⁵, 서울보라매병원 감염내과⁶, 세브란스병원 감염관리실⁷,
이화여자대학교 목동병원 감염관리실⁸, 한림대학교 의과대학 강동성심병원 감염내과⁹, 연세대학교 원주의과대학
원주기독병원 감염내과¹⁰, 경희대학교 의학전문대학원 외과¹¹, 이화여자대학교 의학전문대학원 내과¹²,
세명대학교 간호학과¹³, 서울대학교 보건대학원 예방의학교실¹⁴, 연세대학교 원주의과대학 진단검사의학과¹⁵,
질병관리본부 감염병대응센터¹⁶, 울산대학교 의과대학 서울아산병원 감염내과¹⁷

Korean Nosocomial Infections Surveillance System, Intensive Care Unit Module Report: Data Summary from July 2010 through June 2011

Min Hyok Jeon¹, Wan Beom Park², Sung Ran Kim³, Hee Kyung Chun⁴, Su Ha Han⁵, Ji Hwan Bang⁶,
Eun Suk Park⁷, Sun Young Jeong⁸, Joong-Sik Eom⁹, Young Keun Kim¹⁰, Hong Bin Kim², Kil Yeon Lee¹¹,
Hee Jung Choi¹², Hyo Youl Kim¹⁰, Kyung Mi Kim¹³, Joo-Hon Sung¹⁴, Young Uh¹⁵,
Heoung-Soo Chung¹⁶, Jun-Wook Kwon¹⁶, Jun Hee Woo¹⁷

Division of Infectious Diseases, Soonchunhyang University College of Medicine¹, Cheonan, Department of Internal Medicine, Seoul National University College of Medicine², Seoul, Infection Control Office, Korea University Guro Hospital³, Seoul, Infection Control Department, Kyung Hee University Hospital⁴, Seoul, Infection Prevention and Control Team, Soonchunhyang University Bucheon Hospital⁵, Bucheon, Division of Infectious Diseases, Seoul Metropolitan Boramae Hospital⁶, Seoul, Department of Infection Control, Severance Hospital⁷, Seoul, Infection Control Office, Ewha Womans University Mokdong Hospital⁸, Seoul, Division of Infectious Diseases, Hallym University College of Medicine, Kangdong Sacred Heart Hospital⁹, Seoul, Division of Infectious Diseases, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju Christian Hospital¹⁰, Wonju, Department of General Surgery, Kyung Hee University School of Medicine¹¹, Seoul, Department of Internal Medicine, Ewha Womans University School of Medicine¹², Seoul, Department of Nursing, Semyung University¹³, Jecheon, Department of Preventive Medicine, School of Public Health, Seoul National University¹⁴, Seoul, Department of Laboratory Medicine, Yonsei University Wonju College of Medicine¹⁵, Wonju, Korea Centers for Disease Control and Prevention¹⁶, Cheongwon-gun, Department of Infectious Diseases, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine¹⁷, Seoul, Korea

Background: We present here the annual data of the intensive care unit (ICU) module of the Korean Nosocomial Infections Surveillance System (KONIS) from July 2010 through June 2011.

Methods: We performed a prospective surveillance of nosocomial urinary tract infections (UTI), bloodstream infections (BSI), and pneumonia (PNEU) at 130 ICUs in 72 hospitals using KONIS. Nosocomial infection (NI) rates were calculated as the number of infections per 1,000 patient-days or device-days.

Results: A total of 3,757 NIs were found: 1,978 UTIs (1,949 cases were urinary catheter-associated), 1,092 BSIs (with 932 being central line-associated), and 687 PNEUs (410 were ventilator-associated). The rate of urinary catheter-associated UTIs (CAUTIs) was 3.87 cases per 1,000 device-days (95% confidence interval, 3.70-4.05), and the urinary catheter utilization ratio was 0.86 (0.859-0.861). The rate of central line-associated BSIs was 3.01 per 1,000

접수일: 2012년 5월 15일

수정일: 2012년 6월 14일

게재승인일: 2012년 6월 15일

교신저자: 우준희, 138-736, 서울시 송파구 올림픽로43길 88

울산대학교 의과대학 서울아산병원 감염내과

Tel: 02-3010-3300, Fax: 02-3010-6970

E-mail: thanks1126@paran.com

*이 연구는 2010-2011년도 질병관리본부 학술연구용역사업(과제번호: 2011-E23002-00)의 지원을 받아 수행되었음.

device-days (2.82-3.21), and the utilization ratio was 0.53 (0.529-0.531). The rate of ventilator-associated PNEUs (VAPs) was 1.75 per 1,000 device-days (1.59-1.93), and the utilization ratio was 0.40 (0.399-0.401). Although both the ventilator utilization ratios and the urinary catheter utilization ratios were lower in hospitals with 400-699 beds than those in hospitals with 700-899 beds or more than 900 beds, the rates of VAPs and CAUTIs were higher in hospitals with 400-699 beds than those in hospitals with 700-899 beds or more than 900 beds.

Conclusion: The risk of acquiring VAP and CAUTI is higher in the ICUs of 400-699 bed hospitals than in ICUs of larger hospitals. Therefore, ongoing targeted surveillance and implementation of proven infection control strategies are needed especially for hospitals having fewer than 700 beds.

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

서론

대한병원감염관리학회에서는 2006년부터 질병관리본부와 함께 전국병원감염감시 체계(Korean Nosocomial Infections Surveillance System, KONIS)를 운영하고 있으며[1], 인터넷 기반의 전산프로그램인 KONIS WRAP (Web-based Report and Analysis Program, <http://konis.cdc.go.kr>)을 개발하여 자료를 효율적으로 관리하고 실시간으로 참여병원에 자료를 피드백 해 주고 있다. 이 논문은 KONIS 중환자실 부문 2010년 7월부터 2011년 6월까지의 연간자료를 정리한 것이다.

대상 및 방법

2010년 7월부터 2011년 6월까지 총 72개 종합병원과 대학병원에서 각 참여병원의 성인중환자실 중 대표적인 내과계와 외과계 중환자실 또는 통합중환자실을 대상으로 하여 총 130개 중환자실이 참여하였다. 자료를 분석할 때 각 참여병원의 특성을 고려하기 위해 ‘참여병원 특성 조사 설문지’를 배포하여 병원의 형태적 특성, 인력 구성과 질적인 부분 등의 기초정보를 조사하였다. 해당 중환자실에서 요로감염(urinary tract infection), 혈류감염(bloodstream infection)과 폐렴(pneumonia)에 대한 병원감염감시를 수행하였다.

중환자실 병원감염과 요로감염, 혈류감염, 폐렴의 정의는 미국 질병관리본부(Centers for Disease Control and Prevention)의 정의에 근거하였다[2]. 요로감염은 ‘무증상 세균뇨(asymptomatic bacteriuria)’, ‘증상 요로감염(symptomatic urinary tract infection)’으로 구분하였고, 혈류감염은 ‘원

인균 확인 혈류감염(laboratory-confirmed bloodstream infection)’만 감시대상으로 하였다[3]. 2009년 7월 1일부터 ‘혈액배양 1쌍에서 피부오염균이

Table 1. Characteristics of hospitals and intensive care units participated in KONIS from July 2010 through June 2011

Variables	N (%)
Characteristics of hospitals	
Total no. of hospitals	72
No. of university-affiliated hospitals	58 (80.6)
No. of major teaching hospitals	56 (77.8)
No. of private hospitals	57 (79.2)
Average no. of beds	791
Beds size	
≥900	19 (26.4)
700-899	25 (34.7)
400-699	28 (38.9)
Area	
Seoul	25 (34.7)
Kangwon/Gyeonggi/Incheon	19 (26.4)
Central/South	28 (38.9)
Hospitals with special ward	
Hemato-oncology	31 (43.1)
Bone marrow transplantation	31 (43.1)
Solid organ transplantation	9 (12.5)
Hemodialysis	71 (98.6)
Infectious Diseases Physician per hospital	1.3
Infection Control Professional per hospital	1.7
Beds per Infection Control Professional	463
Composition of intensive care units (ICUs)	
Total no. of ICUs	130
Medical ICU	52 (40.0)
Medical combined ICU	28 (21.5)
Surgical combined ICU	22 (16.9)
Surgical ICU	10 (7.7)
Neurosurgical ICU	18 (13.9)
Duration of Surveillance	
3 months	5 (3.8)
6 months	26 (20.0)
9 months	8 (6.2)
12 months	91 (70.0)

자랐으나 임상 의사의 판단에 따라 치료한 경우'는 감시대상에서 제외하였다[4]. 폐렴은 '임상적 폐렴(clinically defined pneumonia)', '원인균 확인 폐렴(pneumonia with specific laboratory findings)'과 '면역저하자 폐렴(pneumonia in immunocompromised patients)'으로 분류하였다. 요로감염, 혈류감염과 폐렴에서 각각 요로카테터, 중심정맥관 또는 인공호흡기와의 관련 여부를 구분하였다.

항생제 감수성 결과가 있는 미생물의 항생제에 대한 내성률을 조사하였다. 이때 중등도 내성도 내성에 포함시켜 분석하였다. KONIS가 기구일수 감염률에 미친 영향을 분석하기 위해 2010년 7월-2011년 6월 기구일수 감염률 자료를 KONIS 연간 자료가 처음으로 보고되기 시작한 2007년 7월-2010년 6월의 3년간 연간자료와 비교하였다[5-7].

결 과

1. KONIS 참여병원과 참여중환자실의 특성

2010년 7월부터 2011년 6월까지 KONIS 중환자실 부문에 참여한 병원과 중환자실의 특성은

Table 1과 같다. 총 72개의 참여병원 중 대학병원은 58개(81%)이었고 주교육병원은 56개(78%)이었다. 병상 규모별로는 400-699병상 사이가 28개(39%), 700-899병상 사이가 25개(35%), 900병상 이상이 19개(26%)이었고, 평균 병상 수는 791개이었다. 지역별로는 서울이 25개, 강원/경기/인천 지역 19개, 중남부권역 28개이었다. 한 병원 당 감염관리전담자가 1.7명이 근무하였고 이들은 1인당 평균 463병상을 담당하고 있었다.

총 130개의 참여중환자실은 종류별로 내과계 중환자실 52개(40.9%), 내과중심의 혼합중환자실 28개(22%), 외과중심의 혼합중환자실 22개(17%), 외과계 중환자실 10개(8%), 신경외과계 중환자실이 18개(14%)이었다. 감시 기간은 3개월이 5개(4%), 6개월이 26개(20%)이었고, 12개월 동안 감시를 수행한 중환자실은 91개(70%)이었다.

2. 병원감염 건수와 재원일수 감염률

연구 기간 동안 총 3,757건의 병원감염이 발생하였다(Table 2). 이 중 요로감염이 1,978건(53%), 혈류감염이 1,092건(29.0%), 폐렴이 687건(18%)이

Table 2. Pooled means of nosocomial infection rates, by number of hospital beds, July 2010 through June 2011

Nosocomial infection rate	No. of hospital beds			
	≥900	700-899	400-699	All
No. of units	36	47	47	130
Patient-days	171,521	203,510	210,294	585,325
Infection rate*				
No. of infections	1,096	1,260	1,401	3,757
Pooled mean	6.39	6.19	6.66	6.42
95% CI	6.02-6.78	5.86-6.54	6.32-7.02	6.22-6.63
UTI rate [†]				
No. of UTI	520	700	758	1,978
Pooled mean	3.03	3.44	3.60	3.38
95% CI	2.78-3.30	3.19-3.70	3.36-3.87	3.23-3.53
BSI rate [‡]				
No. of BSI	388	352	352	1,092
Pooled mean	2.26	1.73	1.67	1.87
95% CI	2.05-2.50	1.56-1.92	1.51-1.86	1.76-1.98
PNEU rate [§]				
No. of PNEU	188	208	291	687
Pooled mean	1.10	1.02	1.38	1.17
95% CI	0.95-1.26	0.89-1.17	1.23-1.55	1.09-1.26

* (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 distribution of device-associated infection rates, by number of hospital beds, July 2010 through June 2011

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	36	517	154,776	3.34	3.06-3.64	0	0.90	2.67	5.66	8.04
700-899	47	688	175,708	3.92	3.63-4.22	0	1.30	2.92	5.71	8.77
400-699	47	744	172,881	4.30	4.01-4.62	0	1.39	3.93	6.60	9.89
All	130	1,949	503,365	3.87	3.70-4.05	0	1.23	3.13	5.96	8.80
Central line-associated BSI rate [†]										
≥900	36	357	106,761	3.34	3.01-3.71	0	0.86	2.10	4.22	6.93
700-899	47	298	111,770	2.67	2.38-2.99	0	0.91	2.18	3.83	5.50
400-699	47	277	90,969	3.04	2.71-3.43	0	0	1.76	5.00	7.75
All	130	932	309,500	3.01	2.82-3.21	0	0	2.10	4.20	6.92
Ventilator-associated PNEU rate [‡]										
≥900	36	122	80,380	1.52	1.27-1.81	0	0	0.85	2.73	5.47
700-899	47	129	82,162	1.57	1.32-1.87	0	0	1.16	2.23	5.25
400-699	47	159	71,098	2.24	1.91-2.61	0	0	0	3.49	6.24
All	130	410	233,640	1.75	1.59-1.93	0	0	0.99	3.00	5.88

* (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 2010 through June 2011

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	36	154,776	171,521	0.90	0.899-0.901	0.83	0.86	0.91	0.94	0.96
700-899	47	175,708	203,510	0.86	0.858-0.862	0.74	0.81	0.88	0.95	0.98
400-699	47	172,881	210,294	0.82	0.818-0.822	0.69	0.76	0.85	0.93	0.97
All	130	503,365	585,325	0.86	0.859-0.861	0.73	0.81	0.89	0.94	0.97
Central line utilization ratio [†]										
≥900	36	106,761	171,521	0.62	0.618-0.622	0.38	0.51	0.63	0.78	0.86
700-899	47	111,770	203,510	0.55	0.548-0.552	0.38	0.43	0.56	0.70	0.80
400-699	47	90,969	210,294	0.43	0.428-0.432	0.26	0.33	0.42	0.51	0.61
All	130	309,500	585,325	0.53	0.529-0.531	0.31	0.40	0.52	0.66	0.81
Ventilator utilization ratio [‡]										
≥900	36	80,380	171,521	0.47	0.468-0.472	0.22	0.32	0.47	0.60	0.72
700-899	47	82,162	203,510	0.40	0.398-0.402	0.22	0.31	0.38	0.52	0.61
400-699	47	71,098	210,294	0.34	0.338-0.342	0.14	0.23	0.33	0.44	0.51
All	130	233,640	585,325	0.40	0.339-0.401	0.19	0.28	0.38	0.51	0.61

* (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: CI, confidence interval.

었다. 총 1,978건의 요로감염에서 증상 요로감염이 833건(42%)이었고 무증상세균뇨는 1,145건(58%)이었다.

총 1,092건의 원인균 확인 혈류감염에서 병원성으로 인정되는 균주가 혈액배양에서 분리되어

진단된 경우가 891건(82%)이었고, 혈액배양에서 혼한 피부 오염균이 분리되었지만 진단기준에 부합하여 원인균 확인 혈류감염으로 분류한 경우가 201건(18%)이었다. 총 687건의 폐렴에서 임상적 폐렴은 635건(92%), 원인균 확인 폐렴은 49

건(7%), 면역저하자 폐렴은 3건(0.4%)이었다.

참여중환자실의 총 재원일수는 585,325일이었다. 전체 병원감염(요로감염, 혈류감염과 폐렴)에 대한 1,000 재원일수 당 병원감염 건수는 6.42 (95% 신뢰구간[CI], 6.22-6.63)이었다. 요로감염의 1,000 재원일수 당 병원감염 건수는 3.38 (95% CI, 3.23-3.53), 혈류감염은 1.87 (95% CI, 1.76-1.98), 폐렴은 1.17 (95% CI, 1.09-1.26)이었다.

3. 기구일수 감염률과 기구사용률

요로감염 1,978건 중 1,949건(99%)이 요로카테터와 관련이 있었다. 전체 요로카테터 기구일수는 503,365일이고, 요로카테터 관련 요로감염의 1,000 기구일수 당 병원감염 건수는 3.87 (95% CI, 3.70-4.05)이었다(Table 3). 요로카테터의 기구사용률은 0.86 (95% CI, 0.859-0.861)이었다(Table 4).

혈류감염 1,092건 중 932건(85%)이 중심정맥관과 관련된 것이었다. 전체 중심정맥관 기구일수는 309,500일이고, 중심정맥관 관련 혈류감염의 1,000 기구일수 당 병원감염 건수는 3.01 (95%

CI, 2.82-3.21)이었다. 중심정맥관의 기구사용률은 0.53 (95% CI, 0.529-0.531)이었다.

폐렴 687건 중 410건(60%)이 인공호흡기와 관련된 것이었다. 전체 인공호흡기 기구일수는 233,640일이고, 인공호흡기 관련 폐렴의 1,000 기구일수 당 병원감염 건수는 1.75 (95% CI, 1.59-1.93)이었다. 인공호흡기의 기구사용률은 0.40 (95% CI, 0.399-0.401)이었다.

4. 병상규모에 따른 기구일수 감염률과 기구사용률의 비교

요로카테터의 기구사용률은 병상규모가 400-699병상 사이, 700-899병상 사이, 900병상 이상인 병원으로 갈수록 증가하였다(0.82 [95% CI, 0.818-0.822], 0.86 [95% CI, 0.858-0.862], 0.90 [95% CI, 0.899-0.901]) (Table 4). 그러나, 요로카테터 관련 요로감염의 기구일수 감염률은 400-699병상 사이, 700-899병상 사이, 900병상 이상인 병원의 중환자실 순으로 낮았다(4.30 [95% CI, 4.01-4.62], vs. 3.92 [95% CI, 3.63-4.22], 3.34 [95% CI, 3.06-

Table 5. Pooled means and percentiles of the distribution of device-associated infection rates, by type of ICU, July 2010 through June 2011

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	52	799	205,582	3.89	3.63-4.17	0	1.23	3.52	5.96	8.57
MCICU	28	482	123,778	3.89	3.56-4.26	0.07	1.30	2.72	6.22	9.26
SCICU	22	279	83,133	3.36	2.98-3.77	0	0.86	2.94	5.35	7.50
SICU	10	139	33,733	4.12	3.49-4.87	0	0.59	2.52	4.92	11.76
NSICU	18	250	57,139	4.38	3.87-4.95	0	1.72	4.81	6.64	9.12
Central line-associated BSI rate [†]										
MICU	52	443	131,396	3.37	3.07-3.70	0	0	2.71	4.82	7.46
MCICU	28	216	76,287	2.83	2.48-3.24	0	0.95	2.13	4.99	6.62
SCICU	22	95	46,027	2.06	1.69-2.52	0	0	1.20	3.00	5.62
SICU	10	99	27,629	3.58	2.94-4.36	0	0	2.13	3.79	8.46
NSICU	18	79	28,161	2.81	2.25-3.50	0	0	2.31	3.76	6.38
Ventilator-associated PNEU rate [‡]										
MICU	52	131	115,324	1.14	0.96-1.35	0	0	0	1.71	3.34
MCICU	28	85	55,424	1.53	1.24-1.90	0	0	0	2.19	5.32
SCICU	22	114	30,160	3.78	3.15-4.54	0	0	3.30	5.94	8.74
SICU	10	24	14,493	1.66	1.11-2.47	0	0	0	4.03	5.63
NSICU	18	56	18,239	3.07	2.36-3.99	0	0	1.54	4.16	7.46

* (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; CI, confidence interval.

3.64]) (Table 3)

중심정맥관도 400-699병상, 700-899병상, 900병상 이상인 병원으로 갈수록 기구사용률이 높았다(0.43 [95% CI, 0.428-0.432], 0.55 [95% CI, 0.548-0.552], 0.62 [95% CI, 0.618-0.622]). 그러나, 중심정맥관 관련 혈류감염의 기구일수 감염률은 700-899병상 규모의 병원이 400-699병상, 900병상 이상인 병원보다 낮았다(2.67 [95% CI, 2.38-2.99] vs. 3.04 [95% CI, 2.71-3.43], 3.34 [95% CI, 3.01-3.71]).

인공호흡기도 병상규모가 커질수록 기구사용률이 높았다(0.34 [95% CI, 0.338-0.342], 0.40 [95% CI, 0.398-0.402], 0.47 [95% CI, 0.468-0.472]). 그러나 인공호흡기 관련 폐렴의 기구일수 감염률은 인공호흡기 기구사용률이 낮았던 400-699병상 사이의 병원에서 700-899병상, 900병상 이상 병원의 중환자실에 비해 높았다(2.24 [95% CI, 1.91-2.61] vs. 1.57 [95% CI, 1.32-1.87], 1.52 [95% CI, 1.27-1.81]).

5. 중환자실 유형에 따른 기구일수 감염률과 기구사용률의 비교

요로카테터 관련 요로감염은 신경외과계 중환자실에서 다른 유형의 중환자실들에 비해 기구일수 감염률이 가장 높았고(4.38 [95% CI, 3.87-4.95]), 외과계 혼합 중환자실에서 가장 낮았다(3.36 [95% CI, 2.98-3.77]). 중심정맥관 관련 혈류감염은 외과계 중환자실에서 가장 높았고(3.58 [95% CI, 2.94-4.36]), 외과계 혼합 중환자실에서 가장 낮았으며(2.06 [95% CI, 1.67-2.64]), 인공호흡기 관련 폐렴은 외과계 혼합 중환자실에서 기구일수 감염률이 가장 높았던 반면(3.78 [95% CI, 3.15-4.54]), 내과계 중환자실에서 가장 낮았다(1.14 [95% CI, 0.96-1.35]) (Table 5).

요로카테터 사용률은 내과계 혼합 중환자실에서 가장 낮았으며(0.83 [95% CI, 0.828-0.832]), 신경외과계 중환자실과 외과계 중환자실에서 공히 가장 높았다(0.92 [95% CI, 0.918-0.922]), 0.92 [95% CI, 0.917-0.923]). 중심정맥관 사용률은 외과계 혼합 중환자실에서 가장 낮았으며(0.50 [95%

Table 6. Pooled means and percentiles of the distribution of device- utilization ratios, by type of ICU, July 2010 through June 2011

Type of ICU	No. of units	Device-days	Patient-days	Pooled mean	95% CI	10%	25%	50%	75%	90%
Urinary catheter utilization ratio*										
MICU	52	205,582	245,817	0.84	0.839-0.841	0.71	0.78	0.85	0.91	0.95
MCICU	28	123,778	148,965	0.83	0.828-0.832	0.69	0.77	0.86	0.93	0.96
SCICU	22	83,133	91,674	0.91	0.908-0.912	0.78	0.88	0.93	0.96	0.99
SICU	10	33,733	36,800	0.92	0.917-0.923	0.85	0.88	0.94	0.96	0.98
NSICU	18	57,139	62,069	0.92	0.918-0.922	0.82	0.87	0.93	0.97	0.99
Central line utilization ratio [†]										
MICU	52	131,396	245,817	0.53	0.528-0.532	0.34	0.41	0.52	0.65	0.79
MCICU	28	76,287	148,965	0.51	0.507-0.513	0.30	0.39	0.48	0.70	0.81
SCICU	22	46,027	91,674	0.50	0.497-0.503	0.27	0.38	0.53	0.61	0.68
SICU	10	27,629	36,800	0.75	0.746-0.754	0.48	0.69	0.81	0.88	0.91
NSICU	18	28,161	62,069	0.45	0.446-0.454	0.27	0.35	0.44	0.57	0.66
Ventilator utilization ratio [‡]										
MICU	52	115,324	245,817	0.47	0.468-0.472	0.26	0.35	0.47	0.58	0.70
MCICU	28	55,424	148,965	0.37	0.368-0.372	0.18	0.29	0.37	0.46	0.60
SCICU	22	30,160	91,674	0.33	0.327-0.333	0.14	0.24	0.32	0.39	0.52
SICU	10	14,493	36,800	0.39	0.385-0.395	0.05	0.28	0.38	0.52	0.61
NSICU	18	18,239	62,069	0.29	0.286-0.294	0.13	0.20	0.31	0.37	0.47

* (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.

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

Organism	No. of isolates							
	SUTI	ASB	UTI	BSI	PNU2	PNU1	PNEU	All
Gram-positive cocci (%)	217 (24.8)	254 (21.3)	471 (22.8)	609 (53.4)	24 (42.1)	223 (37.0)	247 (37.4)	1,327 (34.3)
<i>Staphylococcus aureus</i>	25	26	51	192	20	210	230	473
Coagulase-negative staphylococci	37	37	74	201	2	4	6	281
<i>Streptococcus pneumoniae</i>						2	2	2
<i>Streptococcus species</i>	8	4	12	5		6	6	23
<i>Enterococcus faecalis</i>	60	75	135	65	1	1	2	202
<i>Enterococcus faecium</i>	81	110	191	135	1		1	327
<i>Enterococcus species</i>	6	1	7	11				18
Others		1	1					1
Gram-positive bacilli (%)	3 (0.3)	1 (0.1)	4 (0.2)	10 (0.9)				14 (0.4)
Gram-negative bacilli (%)	345 (39.4)	332 (27.9)	677 (32.8)	351 (30.8)	33 (57.9)	374 (62.0)	407 (61.7)	1,435 (37.1)
<i>Escherichia coli</i>	96	99	195	30	1	6	7	232
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	82	79	161	63	10	57	67	291
<i>Klebsiella species</i>	5	3	8	6		5	5	19
<i>Enterobacter cloacae</i>	10	10	20	21	1	19	20	61
<i>Enterobacter aerogenes</i>	12	6	18	6	1	13	14	38
<i>Enterobacter species</i>	1	1	2					2
<i>Serratia marcescens</i>	17	11	28	20		10	10	58
<i>Proteus mirabilis</i>	9	9	18	1		2	2	21
<i>Proteus vulgaris</i>	1	2	3					3
<i>Citrobacter freundii</i>	1		1	2		1	1	4
<i>Citrobacter species</i>	2	2	4	1				5
<i>Morganella morganii</i>	2	3	5	2				7
<i>Providencia species</i>	2	1	3					3
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	64	62	126	28	4	62	66	220
<i>Pseudomonas species</i>	4	2	6	8		2	2	16
<i>Acinetobacter baumannii</i>	30	32	62	125	15	187	202	389
<i>Acinetobacter species</i>	2		2	6				8
<i>Burkholderia cepacia</i>								
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1	6	7	19		9	9	35
Others	4	4	8	13	1	1	2	23
Anaerobes (%)				3 (0.3)				3 (0.1)
Fungi (%)	311 (35.5)	603 (50.7)	914 (44.2)	166 (14.6)		6 (1.0)	6 (0.9)	1,086 (28.1)
<i>Candida albicans</i>	101	193	294	64		5	5	363
<i>Candida tropicalis</i>	77	119	196	32				228
<i>Candida glabrata</i>	40	53	93	18				111
<i>Candida parapsilosis</i>	3	7	10	29				39
<i>Candida species</i>	44	150	194	14		1	1	209
<i>Cryptococcus species</i>		1	1	2				3
<i>Trichosporon species</i>	22	24	46	4				50
Other yeasts	20	53	73	2				75
<i>Aspergillus species</i>								
Others	4	3	7	1				8
Total	876	1,190	2,066	1,139	57	603	660	3,865

Abbreviations: SUTI, symptomatic urinary tract infection; ASB, asymptomatic bacteriuria; UTI, urinary tract infection; BSI, bloodstream infection; PNU2, pneumonia with specific laboratory findings; PNU1, clinically defined pneumonia; PNEU, pneumonia.

CI, 0.497-0.503]), 외과계 중환자실에서 가장 높았다(0.75 [95% CI, 0.746-0.754]). 인공호흡기 사용률은 신경외과계 중환자실에서 가장 낮았으며 (0.29 [95% CI, 0.286-0.294]), 내과계 중환자실에서 가장 높았다(0.47 [95% CI, 0.468-0.472]) (Table 6).

6. 원인미생물의 분포와 주요 미생물의 항생제 내성률

총 3,757건의 병원 감염 중 112건(3%)에서는 원인미생물이 확인되지 않았다. 원인미생물이 분리된 3,645건 중에서 215건에서는 두 가지의 미생물이 같은 검체에서 분리되었고, 5건에서는 세 가지가 분리되어 총 3,865개의 원인미생물의 분포를 분석하였다(Table 7).

총 1,978건의 요로감염 중 91건에서는 두 가지의 원인미생물이 분리되었고 1건에서는 세 가지가 분리되어 총 2,066개의 원인미생물이 분리되었다. 검체는 모두 환자의 소변이었다. 증상 요로 감염에서는 그람음성막대균이 39.4%로 가장 많았고 그 다음으로 진균이 35.5%를 차지하였으나, 무증상 세균뇨에서는 진균이 50.7%로 가장 많았다.

총 1,092건의 원인균 확인 혈류감염 중 47건에서는 두 가지의 원인미생물이 분리되었고 3건에서는 세 가지가 분리되어 총 1,139개 균주가 혈액배양에서 분리되었다. 그람양성알균이 53.4%로 가장 많았고, 그람음성막대균이 30.8%, 진균이 14.6%를 차지하였다. 단일 균종으로는 coagulase-negative Staphylococci가 201주(18%)로 가장 많았다. 그람음성막대균 중에서는 *Acinetobacter baumannii*가 125건(11%)으로 가장 많았다. 진균에서는 *Candida species*가 157주(14%)로 가장 흔하게 분리되었고 *C. albicans* (n=64)보다 non-*albicans candidemia* (n=93)가 더 흔하였다.

총 687건의 폐렴 중 49건의 원인균 확인 폐렴에서 총 56주의 미생물이 분리되었는데, 47건은 혈액에서, 1건은 흉수에서, 그리고 1건은 정량배양을 통한 기관지폐포세척액 배양을 통해 분리되었다. 모두 3건의 면역저하자 폐렴에서는 총 3주의 미생물이 분리되었는데 1건은 가래에서, 1건은 기관내 삽관을 통한 흡인액에서, 1건은 정량배양을 통한 기관지폐포세척액 배양을 통해

원인미생물이 분리되었다. Table 7에서는 면역저하자 폐렴 중 가래와 기관내 삽관을 통한 흡인액에서 분리된 2건은 임상적 폐렴으로 기관지폐포세척액 배양에서 분리된 1건은 원인균 확인 폐렴으로 포함하였다. 원인균 확인 폐렴의 원인균으로 확인된 57주의 미생물 중에서 *S. aureus*가 20건(35%)으로 가장 많았고, 그 다음이 *A. baumannii* (15건, 26%)의 순이었다. 총 635건의 임상적 폐렴 중 529건에서 603주의 미생물이 분리되었다. 이 529건의 미생물이 분리된 검체는 기관내 삽관을 통한 흡인액이나 객담이 335건(63.3%)으로 대다수를 차지하였다. 임상적 폐렴에서는 그람음성막대균이 62.0%로 그람양성알균에 비해 많았다. 그람음성막대균 중에서는 *A. baumannii*가 가장 많았고, 그 다음으로 *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*의 순이었다. Table 8은 주요 미생물의 주요 항생제에 대한 내성률이다.

7. 2007-2010년도의 기구사용률과 기구일수 감염률 비교

2010년 7월부터 2011년 6월까지의 기구사용률과 기구일수 병원감염률을 KONIS 이전 3개년 자료의 감염률과 비교하였다(Table 9). 요로카테터

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

Organism	No. of resistant/total isolates (%)
Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	422/467 (90.4)
Vancomycin-resistant <i>Enterococcus faecalis</i>	9/191 (4.7)
Vancomycin-resistant <i>Enterococcus faecium</i>	121/321 (38.0)
Cefotaxime-resistant <i>Escherichia coli</i>	83/221 (37.6)
Cefotaxime-resistant <i>Klebsiella pneumoniae</i>	163/271 (60.1)
Ciprofloxacin-resistant <i>Escherichia coli</i>	42/86 (48.8)
Ciprofloxacin-resistant <i>Klebsiella pneumoniae</i>	74/113 (65.5)
Imipenem-resistant <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	118/213 (55.4)
Imipenem-resistant <i>Acinetobacter baumannii</i>	313/369 (84.8)

Table 9. Comparison of the device utilization ratios and the rates of device-associated infections from 2008 through 2011

	July 2007- June 2008	July 2008- June 2009	July 2008- June 2009	July 2010- June 2011
No. of hospitals	56	57	63	72
No. of units	96	101	116	130
Patient-days	367,352	435,035	518,620	585,325
Device-days				
Urinary catheter-days	308,279	369,476	446,612	503,365
Central line-days	199,169	243,882	289,380	309,500
Ventilator-days	143,475	179,803	209,858	233,640
No. of infections				
Urinary catheter-associated UTI	1,365	1,772	2,119	1,949
Central line-associated BSI	563	797	948	932
Ventilator-associated PNEU	357	335	410	410
Device utilization ratio (95% CI) [range*]				
Urinary catheter	0.84 (0.839-0.841) [0.70-0.96]	0.85 (0.849-0.851) [0.71-0.96]	0.86 (0.859-0.861) [0.73-0.96]	0.86 (0.859-0.861) [0.73-0.97]
Central line	0.54 (0.538-0.542) [0.33-0.85]	0.56 (0.559-0.561) [0.35-0.83]	0.56 (0.559-0.561) [0.35-0.82]	0.53 (0.529-0.531) [0.31-0.81]
Ventilator	0.39 (0.388-0.392) [0.21-0.63]	0.41 (0.409-0.411) [0.21-0.64]	0.41 (0.409-0.411) [0.19-0.62]	0.40 (0.399-0.401) [0.19-0.61]
Rate per 1,000 device-days (95% CI) [range*]				
Urinary catheter-associated UTI	4.43 (4.20-4.67) [1.10-7.49]	4.80 (4.58-5.03) [1.08-8.13]	4.75 (4.55-4.95) [1.14-8.40]	3.87 (3.70-4.05) [0-8.80]
Central line-associated BSI	2.83 (2.61-3.07) [0-6.34]	3.27 (3.05-3.51) [0.73-5.84]	3.28 (3.07-3.49) [0.68-5.61]	3.01 (2.82-3.21) [0-6.92]
Ventilator-associated PNEU	2.49 (2.25-2.76) [0-10.31]	1.86 (1.67-2.07) [0-4.75]	1.95 1.77-2.15 [0-6.33]	1.75 1.59-1.93 [0-5.88]

*10th to 90th percentile range.

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

의 기구사용률은 2007년부터 꾸준히 증가하였다가 2011년은 2010년과 차이가 없었다(0.84 [95% CI, 0.839-0.841], 0.85 [95% CI, 0.849-0.851], 0.86 [95% CI, 0.859-0.861]) vs. 0.86 [95% CI, 0.859-0.861]). 그러나, 요로카테터 관련 요로감염의 기구일수 감염률은 감소하였다.

중심정맥관 기구사용률은 이전 3개년과 비교하여 감소하였고(0.54 [95% CI, 0.538-0.542], 0.56 [95% CI, 0.559-0.561], 0.56 [95% CI, 0.559-0.561] vs. 0.53 [95% CI, 0.529-0.531]), 중심정맥관 관련 혈류감염의 기구일수 감염률도 이전보다 의미 있게 감소하였다.

인공호흡기의 기구사용률도 2007년 7월-2008년 6월에 비해서는 의미 있게 높았으나(0.39 [95% CI, 0.388-0.392] vs. 0.40 [0.399-0.401]), 2009년이나 2010년도와 비교했을 때는 감소하였다. 인공호흡기 관련 폐렴의 기구일수 감염률은 2007년부터 꾸준히 감소하는 추세를 보이고 있다.

고 찰

KONIS 중환자실 부문은 2006년 7월부터 병원 감염감시를 시작하였으나 참여병원들이 분기별로 고르게 참여하지 못하여 첫 해에는 연간 자료

를 내지 못하였다. 2007년 7월부터 연간자료를 발표하기 시작하였고, 이 결과보고는 네 번째 연간자료이다. KONIS에서는 2007년 7월부터는 참여병원에서 각 병원의 사정을 감안하여 참여를 원하는 분기(3개월 단위)를 스스로 선택하도록 하였다. 그 결과 4분기에 걸쳐 각각 고르게 참여하여 안정적인 자료를 생성하게 되었다. 즉 본 감시체계는 dynamic cohort에 해당하며 이는 최대한 참여병원을 늘리면서도 안정적인 자료를 확보하기 위한 연구방법으로 타 연구에서도 활용되고 있다[8].

이번 연간 자료의 특징은 작년에 비해서 참여병원의 수가 크게 늘었다는 것이다. 전년도 자료의 경우 총 63개 병원, 116개 중환자실에서 자료를 만들어 낸 반면, 금년에는 총 72개 병원의 130개 중환자실이 참여를 하였고 12개월 동안 연속해서 참여하는 중환자실의 수도 74개(64%)에서 91개(70%)로 늘었다.

본 연구 결과에 따르면 병상규모가 큰 병원으로 갈수록 요로카테터, 중심정맥관, 인공호흡기의 기구사용률이 더 높았다(Table 4). 이러한 양상은 이전 KONIS 자료부터 일관적으로 나타나고 있으며[5,6] 병상규모가 클수록 중환 환자가 많고 그 만큼 침습적인 기구의 사용이 많음을 보여준다. 그러나, 기구일수 감염률은 400-699병상의 병원이 700-899병상, 900병상 이상 병원보다 더 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 전년도와는 조금 차이가 있다. 전년도의 경우에도 인공호흡기 관련 폐렴의 감염률은 400-699병상의 병원이 가장 높아서 이번 조사 연도와 비슷하였으나 요로카테터 관련 요로감염이나 중심정맥관 관련 혈류감염은 900병상 이상의 병원에서 감염률이 더 높았다[7].

이번 조사 연도에 이런 결과가 나온 것은 900병상 이상의 대형병원에서 감염관리에 대한 노력이 반영된 것으로 생각해 볼 수 있다. 실제로 2010-2011년 사이 병원평가와 관련해서 여러 대형 병원에서 감염관리에 대한 노력이 늘었고 자체적으로 혹은 연구 과제를 통해 병원감염에 대한 중재가 많이 시행되었다. 인공호흡기 관련 폐렴 기구일수 감염률은 700-899병상 병원에서 2009년에 비해 2010년에 많이 줄었는데[7] 이것

이 2011년까지도 이어져서 900병상 이상의 병원과 큰 차이가 없었다. 이러한 연구 결과는 이제 700병상 이하의 조금 더 작은 규모 병원의 중환자실 감염 관리 및 예방에 집중해야 됨을 보여준다.

KONIS의 자료를 연간자료를 발표한 2008년 이래의 발표된 자료들과 비교하였을 때, 요로카테터의 기구사용률은 2008년도에 비해 2009년도, 2010년도로 시간이 지날수록 증가하였으나[7], 2011년에는 더 이상 증가없이 2010년과 비슷한 정도를 유지하였다. 하지만 평균 0.86의 요로카테터 기구사용률은 National Healthcare Safety Network (NHSN)의 미국 자료(0.66-0.81)와 비교하면 매우 높은 편으로 감소시키기 위한 노력이 더 필요하다[9]. 요로카테터 관련 요로감염의 기구일수 감염률은 2008년부터 연도에 따라 차이가 없다가 2011년에 감소하였다. 이 결과에 대해서는 해석에 주의가 필요할 수 있겠다. 최근 NHSN의 요로감염 정의가 바뀌면서 무증상 세균뇨가 제외되면서 국내 참여병원에서도 무증상 세균뇨를 입력하지 않는 병원들이 생겼다. 그러면서 요로카테터 관련 요로감염의 기구일수 감염률이 낮게 평가되었을 가능성을 고려해야 한다.

중심정맥관도 2008년에 비해 2009년, 2010년도의 기구사용률이 높았으나 2011년에는 2008년 이하로 크게 감소하였으며 NHSN과 비슷한 수준이었다[7,9]. 또한, 중심정맥관 관련 혈류감염의 기구일수 감염률 역시 연도에 따라 차이는 없다가 2011년 들어 감소하였다. 이렇게 감소한 것은 특히 700-899병상의 병원에서 중심정맥관 관련 혈류감염의 기구일수 감염률이 크게 줄었기 때문으로 생각된다(3.14 [95% CI, 2.85-3.47] vs. 2.67 [95% CI, 2.38-2.99]). 하지만, 중심정맥관 관련 혈류감염 기구일수 감염률은 NHSN 자료에 비해서 여전히 높은 상태로 더욱 감소시키기 위한 노력이 경주되어야 한다[7,9].

인공호흡기의 기구사용률도 2008년에 비해 2009년, 2010년도의 기구사용률이 높았다. 2011년에는 2008년에는 못 미치지만 2009년, 2010년 보다는 감소하는 결과를 보였다. 인공호흡기 관련 폐렴의 기구일수 감염률은 2009년도에 낮아진 이후로 2010년에 변화가 없다가 2011년에는

더 감소하였다[7].

2011년에 들어서 요로카테터 관련 요로감염, 중심정맥관 관련 혈류감염, 인공호흡기 관련 폐렴 모두 기구일수 감염률이 감소한 것은 여러 요인을 고려해 볼 수 있다. 병원평가에서 병원감염 관리에 대한 비중이 늘어나면서 각 병원에서 특히 대형 병원들에서 병원감염 관리에 대한 내부, 외부 노력이 크게 늘어난 것이 중요한 요인일 것으로 생각한다. 또는 그 과정에서 개별 병원의 감염률을 낮추기 위해 감염환자 진단에 소극적이었을 가능성도 고려할 수 있겠다. 한편, KONIS 병원감시 이후 병원감염관리의 수준이 향상된 것도 하나의 요인으로 추정해볼 수 있다.

2006년 처음 시작된 이후로 KONIS는 지금까지 안정적이고 지속적으로 유지가 되고 있으며, 실제 각 참여병원의 현장에서 KONIS의 자료를 감염관리 활동의 우선순위를 정하거나 활동의 효과를 평가하는 데 표준적인 지표로 널리 활용되고 있다. 이번 연구는 KONIS가 지속됨에 따라 기구관련 병원감염률이 감시 질환 전체에서 감소하는 매우 고무적인 결과를 보여주었으며, 향후 이러한 연간자료가 축적되면서 지속적인 병원감염률의 추이를 확인할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 400-699병상 규모 병원이 보다 큰 병원에 비해 인공호흡기 관련 폐렴과 중심정맥관 관련 혈류감염 감염률이 높은 것으로 나타나 이들을 목표로 하는 집중적인 감시와 감염관리 활동이 필요할 것으로 생각된다. 대형병원의 경우 외국과 비교해서 요로카테터의 유지 기간을 줄이도록 노력해야 하며 중심정맥관 관련 혈류감염의 감염률을 줄이기 위해 더욱 노력해야 한다. 최근 이 두 질환에 대한 중재연구가 진행될 예정이고 이 과정에서 KONIS 자료가 유용하게 활용될 수 있으리라 기대한다.

요 약

배경: 전국병원감염감시체계(Korean Nosocomial Infections Surveillance System) 중환자실 부문에서 2010년 7월부터 2011년 6월까지 감시를 수행한 네번째 연간 자료를 정리하여 보고하고자 한다.

방법: 전국의 72개 병원에서 130개 중환자실이 중환자실에서 발생하는 요로감염, 혈류감염, 폐렴에 대해 전향적으로 감시를 수행하였다. 병원감염률은 1,000 재원일수 또는 기구일수 당 감염 건수로 구하였다.

결과: 총 3,757건의 병원감염이 발생하였는데, 요로감염이 1,978건, 혈류감염이 1,092건, 폐렴이 687건이었다. 요로카테터 관련 요로감염은 1,949건으로 기구일수 감염률은 3.87 (95% 신뢰구간, 3.70-4.05)이었고, 기구사용률은 0.86 (0.859-0.861)이었다. 중심정맥관 관련 혈류감염은 932건으로 기구일수 감염률은 3.01 (2.82-3.21)이었고, 기구사용률은 0.53 (0.529-0.531)이었다. 인공호흡기 관련 폐렴은 410건으로 기구일수 감염률은 1.75 (1.59-1.93)이었고, 기구사용률은 0.40 (0.399-0.401)이었다. 요로카테터 관련 요로감염과 인공호흡기 관련 폐렴 기구일수 감염률은 400-699병상의 병원 중환자실에서 그 이상 규모의 병원 중환자실에 비해 기구사용률이 낮았음에도 감염률은 더 높았다.

결론: 병상 규모가 작은 병원의 중환자실에서 큰 병원의 중환자실에 비해 요로카테터 관련 요로감염, 인공호흡기 관련 폐렴 기구일수 감염률이 높았다. 향후 이들 병원을 대상으로 보다 집중적인 감시와 적극적인 감염관리 활동이 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

연구비를 지원해 주신 질병관리본부와 전국병원감염감시체계 중환자실 부문에 참여해 주신 모든 참여병원 연구자 분들께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Park SW, Kim KM, Kim BH, Kim ES, Kim JH, Kim TH, et al. Characteristics of hospitals participating in the Korean nosocomial infections surveillance system 2006. Korean J Nosocomial Infect Control 2006;11:105-12.
2. 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.
3. Korean Society for Nosocomial Infection Control. Korean Nosocomial Infections Surveillance Manual 2008. 2nd ed, Seoul; Gold, 2008:1-132.
 4. Korean Society for Nosocomial Infection Control. Korean Nosocomial Infections Surveillance Manual 2010. 3rd ed, Seoul; Gold, 2010:46.
 5. Lee SO, Kim ES, Kim HY, Park ES, Jin HY, Ki HK, et al. Korean Nosocomial Infections Surveillance System, Intensive Care Unit Module report: data summary from July 2007 through June 2008. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2008;13:69-82.
 6. Kwak YG, Cho YK, Kim JY, Lee SO, Kim HY, Kim YK, et al. Korean Nosocomial Infections Surveillance System, Intensive Care Unit Module report: data summary from July 2008 through June 2009. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2010;15:14-25.
 7. Kwak YG, Cho YK, Kim JY, Lee SO, Kim HY, Kim YK, et al. Korean Nosocomial Infections Surveillance System, Intensive Care Unit Module Report: Data Summary from July 2009 through June 2010. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2011;16:1-12.
 8. Williamson JM, Satten GA, Hanson JA, Weinstock H, Datta S. Analysis of dynamic cohort data. *Am J Epidemiol* 2001;154:366-72.
 9. Dudeck MA, Horan TC, Peterson KD, Allen-Bridson K, Morrell G, Pollock DA, et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) Report, data summary for 2010, device-associated module. *Am J Infect Control* 2011;39:798-816.