

중환자실의 감염 관리

Nosocomial Infections in Intensive Care Unit: Epidemiology and Control Strategy

배현주

한양대학교병원 감염내과

Hyunjoo Pai, M.D., Ph.D.

Department of Internal Medicine, Division of Infectious Disease,
Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

책임저자 주소: 133-791, 서울시 성동구 행당동 17

한양대학교병원 감염내과

Tel: 02-2290-8356, Fax: 02-2298-9183

E-mail: paihj@hanyang.ac.kr

투고일자: 2011년 5월 18일, 심사일자: 2011년 5월 27일, 게재확정일자: 2011년 7월 21일

Abstract

Nosocomial infections are known cause of increased mortality and morbidity and are an important factor in prolonging the length of hospital stay. The intensive care unit (ICU) is highly vulnerable to nosocomial infections largely due to disease severity and consequent lowered resistance to infection as well as the frequency of invasive interventions for the patients. This manuscript will briefly review the epidemiology, risk factors and control measures for nosocomial infections focused on patients in the ICU. Furthermore, recent strategies to control device-associated infections such as catheter-associated urinary tract infections, catheter-associated blood- stream infections and ventilator-associated pneumonias will be described.

Key Words: Intensive Care Units; Cross Infection; Epidemiology; Infection Control

서론

중환자실에서 발생하는 병원감염은 환자의 사망률을 증가시키고 병원 체류기간을 연장시키는 중요한 요인이다. 미국 National Nosocomial Infection Surveillance (NNIS) 자료를 보면 미국 내에서 매 년 1,700,000건의 병원감염이 발생하고 이 중 24%가 중환자실에서 발생하여서 1,000 환자 일당 13건의 병원감염이 발생하였다[1]. 최근 보고에 의하면 병원감염이 발생하면 중환자실 체류기간이 5.6일 증가한다고 하였다[2]. 이번 종설에서는 국내 중환자실의 병원 감염 실태를 간단히 살펴보고 중환자실의 전반적인 감염 감소 방법 및 기구 관련 감염 중 인공호흡기 관련 폐렴, 카테터 관련 혈류감염 및 도뇨관 관련 요로감염의 위험 요인과 예방법에 관하여 정리하였다. 더불어 중환자실 내 환경 관리 및 청소에 관하여 간단히 살펴보았다.

본론

1. 국내 중환자실의 병원감염 역학

1996년 대한병원감염관리학회가 전국 13개 대학병원과 2개 종합병원을 대상으로 한 연구가 국내 최초의 병원감염 실태 조사이다. 2006년 대한병원감염관리학회에서 전국 종합병원과 대학병원의 중환자실을 대상으로 전국 병원 감염 감시체계(Korean Nosocomial Infection Surveillance System, KONIS)를 구축하였으며 이후 현재까지 56개 병원이 참여하고 있다[3].

최근 국내 병원의 중환자실 병원감염 발생률은 적극적인 감염관리 활동으로 점차 감소하고 있는 추세이다[3]. 2007-2008년 KONIS 자료(56개 병원, 96개 중환자실 참여)에서 1,000 재원일수 당 7.18건의 병원감염이 발생하였으며 요로감염(52.7%), 혈류 감염(25.3%), 폐렴(22.0%)의 순으로 흔히 발생하였다. 삽입기구 관련 병원감염률은 1,000기구

Table 1. Comparison of device use and rates of device-associated infection in the ICUs between Korea and US

	KONIS Jul 2007- Jun 2008	NHSN Jan- Dec 2006
No. of hospitals	56	
No. of units	96	63
Patient-days	367,352	223,001
Device-days		
Urinary catheter-days	308,279	132,096
Central line-days	199,169	128,502
Ventilator-days	143,475	84,530
No. of infections		
Urinary catheter-associated UTI	1,365	450
Central line-associated BSI	563	304
Ventilator-associated PNEU	357	302
Device utilization ratio (IQR)		
Urinary catheter	0.84 (0.76-0.92)	0.80 (0.76-0.88)
Central line	0.54 (0.41-0.69)	0.58 (0.47-0.69)
Ventilator	0.39 (0.26-0.50)	0.43 (0.32-0.56)
Rate per 1,000 device-days (IQR)		
Urinary catheter-associated UTI	4.43 (2.33-5.74)	3.4 (1.9-4.5)
Central line-associated BSI	2.83 (1.18-4.30)	2.4 (0.6-3.1)
Ventilator-associated PNEU	2.49 (1.00-4.68)	3.6 (1.3-5.1)

ICU, intensive care unit; KONIS, Korean Nosocomial Infections Surveillance System; NHSN, National Healthcare Safety Networks; UTI, urinary tract infection; BSI, bloodstream infection; PNEU, pneumonia; IQR, interquartile range.

일수 당 도뇨관 관련 요로감염 4.43건, 카테터 관련 혈류감염 2.83건, 인공호흡기 관련 폐렴 2.49건으로, 1992-2004년 미국 National Healthcare Safety Network (NHSN) 결과인 3.9건, 4.0건, 5.4건과 비교하였을 때 유의한 차이가 없었다[4]. Table 1은 국내와 미국 중환자실의 기구 관련 감염률을 비교한 결과이다[3]. 중환자실 감염의 원인균으로는 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), vancomycin-resistant *Enterococcus* (VRE)와 다약제내성그람음성막대균이 가장 흔하였다. 항생제 감수성 결과를 보면 *S. aureus* 중 89.7%가 MRSA이었고, *Enterococcus* spp.의 약 40%가 vancomycin 내성 균주였다. 그람음성막대균 중 광범위 베타락탐 항생제에 내성을 보이는(extended spectrum beta-lactamase, ESBL) *Escherichia coli* (*E. coli*), *Klebsiella pneumoniae* (*K. pneumoniae*)의 비율은 각각 31.2%, 57.4%였고, carbapenem 내성 *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*), *Acinetobacter baumannii* (*A.*

baumannii)도 각각 51.7%, 65.1%였다.

2. 중환자실 전반의 감염 위험요인 및 개선책

중환자실의 감염률이 높은 이유는 중환자실 입원 환자는 질병에 대한 방어기능이 저하되어 있고 중심정맥카테터나 도뇨관, 기관 삽입, 인공호흡기 등 삽입 기구 및 침습적인 시술이 빈번하기 때문이다. 이 중 교정이 가능한 요인을 간단히 정리하여보았다.

1) 영양 상태가 나쁘면 면역기능이 저하되므로 환자의 영양 상태를 개선하는 것이 중요하다[5].

2) 전비경구영양과 경구영양 중 경구영양을 하는 것이 병원 감염률을 낮춘다[6].

3) 엄격한 혈당조절(80-110 mg/dL)이 외과수술 후 감염을 낮추는 것으로 알려져 있었으나 최근 연구에서는 사망률 저하가 없었다[73].

4) 중환자실 의사가 중환자실 의료진과 함께 매일 회진을 돌면 감염률이 의미 있게 저하되었고[8] 주기적으로 의료진 교육을 하는 것이 중요하였다. 또한 한 명의 간호사가 돌보는 환자의 수가 많으면 병원감염이 증가하였다[9].

5) 병원 환경의 균 오염도를 낮추면 병원감염을 의미 있게 줄일 수 있었다[1].

6) 손 위생은 역시 가장 중요한 감염관리 방법이다. 지속적인 교육과 권장이 중요하며 클로르헥시딘 포함 비누와 알콜 손 소독제의 효과는 차이가 없다[10].

7) 환자의 격리 및 방 청소는 오염원을 차단하는데 중요하다. MRSA나 다약제내성 그람음성막대균에 감염된 환자가 입원해 있던 병실을 소독 지침에 따라 청소를 한 후에 환경 배양을 하면 40% 이상 같은 균이 동정되었다는 보고도 있다[11]. 따라서 병실 청소 및 소독에 관한 주기적인 점검 및 교육이 필요하다.

8) 다약제내성균의 전파를 막기 위하여 중환자실에 입원하는 환자들이 다약제내성균을 가지고 있는지 입원 전 스크린 하는 방법이 제안되고 있다. 이에 대하여 미국 Center for Disease Control and Prevention (CDC)에서는 병원전체를 스크린 하는 것 보다는 고위험 환자 혹은 중환자실 같은 병원내 고위험 부서를 타깃으로 스크린 하는 것을 권장한다[12].

9) 접촉 격리 환자에서 가운과 글로브가 권장된다. 일부 자료에서는 가운과 글로브를 착용한 경우와 글로브만 낀 것

을 비교할 때 VRE의 오염도가 큰 차이가 없었다고 하였으나 최근 자료에서는 VRE와 MRSA 모두에서 가운데 글로브를 착용하는 것이 오염도를 줄인다고 하였다[12].

10) MRSA 보균자의 보균제거(클로르헥시딘 목욕, 비강내 멸균 등)로 MRSA 감염률을 줄인 보고가 있지만 이를 적극 권장할 것인지에 관해서는 아직 논란이 있다[1].

3. 기구관련 감염

1) 병원폐렴

병원폐렴은 국내와 미국에서 두번째로 흔히 발생하는 병원 감염이고 병원감염 중 치사율이 가장 높은 중증 감염이다. 이번 원고에서는 주로 기계호흡 연관 폐렴의 예방에 관하여 간단히 살펴보겠다.

병원폐렴은 미국에서 1,000 입원당 5-10례가 발생하고 국내에서는 중환자실 입원환자 1,000 명중 21명에서 폐렴이 발생한다[14,15]. 기계호흡을 하면 폐렴 발생률이 6-20배 증가한다. 미국에서는 1,000 기계호흡일 당 6.7-24.1례 발생하였고 국내에서는 1,000 기계호흡일 당 5.9례의 폐렴이 발생하였다. 사망률은 20-70%로 매우 높았다[16]. 병원폐렴이 발생하면 중환자실 혹은 총 입원기간이 연장되었고 이에 따라 의료비용이 증가하였다. 한 보고에서는 병원폐렴이 발생하면 평균 중환자실 체류기간이 4일 이상 증가하였고 미국에서 1996년 40,000 달러 추가 의료비용이 발생하였다.

구강과 인두 정착균의 미세 흡인, 식도 및 위 내용물의 흡인, 감염된 에어로졸 흡입, 다른 부위의 감염이 혈류를 따라 폐에 전파, 때로 기관 삽입한 환자에서는 오염 물질의 직접 접촉으로 폐렴이 발생하고 이중 구강, 인두 정착균의 미세 흡인이 가장 흔한 원인이었다[14].

병원폐렴의 가장 중요한 원인균은 호기성 그람음성막대균과 포도상구균이다. 기계호흡치료를 받는 경우는 *P. aeruginosa*, *Acinetobacter* spp. 및 MRSA 등 다약제내성균이 가장 흔한 원인균이었다[14].

기계호흡폐렴을 줄이기 위한 방법들을 간단히 살펴보겠다[16-18]. 구강과 인후 분비물의 흡인이 원인이므로 환자를 45도 각도로 앉혀 놓는다. 그러나 중환자실 환자를 지속적으로 45도 자세로 유지하는 것은 실제적으로 어렵다. 위가 과다하게 팽창하는 것을 막기 위하여 과다한 진통제를 피

하고 장운동 촉진제를 사용하거나 식이 공급후 위에 잔류양을 측정한다. 48시간 이상 기관 삽관이 필요한 경우는 코보다는 입을 통하여 삽관한다. 코로 삽관을 하면 부비동염이 잘 일어나고 폐렴의 원인이 될 수 있기 때문이다. 호흡기 서킷을 자주 갈아줄 필요는 없으나 자주 살펴봐서 서킷 내에 물이 고이면 바로 제거하고 오염이 심하면 갈아준다. 기도 분비물의 밀폐 흡입시스템의 이점은 증거가 불충분하다. 습도 유지를 위하여서 Heat and moisture exchanger를 이용한다. 클로르헥시딘(0.12-2%)으로 구강을 소독한다. 호흡장비를 적절히 소독하고 in line nebulizer는 오염이 쉽게 되므로 적절한 관리가 필요하다. 기관지 흡인 카테터는 장갑을 착용하고 무균적으로 한다. 마지막으로 손씻기는 매우 중요하다.

2) 카테터관련 혈류감염

혈류감염은 중환자실에서 흔히 발생하는 병원감염이다[19,20]. 일부 보고에 의하면 중환자실에서 발생하는 혈류감염의 87%가 중심정맥카테터와 연관되었다고 하였다. 국내의 발생빈도는 2.23/1,000 카테터일 이었다[3]. 카테터 관련 혈류감염이 발생하면 사망률이 3-25%로 높고 재원기간을 6.5-22일 증가시키며 건당 추가의료비용을 34,508-56,000 달러 증가시켰다. 국내 카테터관련혈류감염의 원인균은그람양성알균이 50% 이상이고 그 중 황색포도알균이 21-22%, coagulase-negative *Staphylococcus* (CNS)가 18-22%로 가장 흔하였고 그람음성막대균이 24-30%, 캔디다가 16-18%이다. 그람음성막대균은 장내세균, *P. aeruginosa* 및 *Acinetobacter* spp. 등이 흔히 분리되었다[3].

카테터 관련 혈류감염을 예방하기 위한 방법은 다음과 같다[19-22]. 카테터 삽입 부위는 대퇴정맥보다는 쇄골하정맥이 감염 위험이 낮다. 피부 소독은 10% 포비돈요오딘이나 70% 알콜보다 2% 클로르헥시딘을 사용한다. 카테터 삽입 부위는 거즈나 폴리우레탄 드레싱을 이용하는데 거즈는 이틀마다 폴리우레탄은 7일마다 교환한다. 클로르헥시딘 함유 스폰지는 감염률을 줄이지만 1건 줄이기 위한 비용이 532 달러로 높아서 비용 효과적이지 않다. 중심정맥카테터를 삽입할 때 시술자는 무균 장갑, 가운 및 모자를 착용하고 멸균된 대방포를 이용한다. 카테터 감염을 줄이기 위하여 카테터 내외 표면에 소독제나 항생제가 코팅된 항균 카테터가 개발되었다. 클로르헥시딘/설파다이아진 카테터

는 감염 감소 효과가 연구에 따라 일정하지 않으나 미노사이클린/리팜핀카테터는 의미있게 감염을 줄였다. 이러한 항균 카테터는 장기간 카테터가 필요한 환자나 카테터 관련 혈류감염이 자주 일어나는 환자에 사용할 것이 권장된다. 가능하면 카테터 포트를 자주 사용하지 않는다. 정맥주사세트는 72시간에 한 번 교환하지만 지질액이나 혈액을 주입한 후에는 정맥주사세트를 새 것으로 교환하고 허브도 같이 교환한다. 허브로 주사할 때 반드시 허브 표면을 알콜로 소독 후 주사한다. 카테터관련혈류감염이 자주 일어나고 장기간 카테터가 필요한 환자는 항생제 용액으로 카테터록을 하면 감염을 줄일 수 있다. 반코마이신과 헤파린 용액으로 카테터록을 하면 감염률을 줄일 수 있으나 내성 발생의 문제로 일부의 환자에서만 이용한다. 그 외에 철저한 손위생과 불필요한 카테터를 제거하는 것이 카테터관련혈류감염 관리의 가장 기본이다.

3) 도뇨관관련 요로감염

요로감염은 가장 흔한 병원감염으로서 중환자실의 요로감염 발생률은 8-12%로 높다. 95% 이상이 유치 도뇨관 관련 감염이고 대부분은 무증상 세균뇨이다. 폐쇄도뇨시스템을 이용하면 매일 3-8%씩 세균뇨가 발생하여 한 달이면 대부분의 환자에서 요로감염이 발생한다.

도뇨관 관련 요로감염의 중요한 위험인자는 도뇨관 삽입 기간이다. 다른 인자로서 이전 항생제의 사용, 전신 항생제를 쓰지 않는 경우, 여자, 요로 입구의 세균 집락 형성, 소변백의 세균 집락 형성, 도뇨관 관리 원칙을 어길 때, drip chamber를 사용하지 않는 경우, 중증 질환, 고령, 당뇨 및 삽입 당시 높은 크레아티닌 수치 등이다. 가장 흔한 원인균은 장내세균이고 항생제 내성은 지역사회 감염균에 비하여 높다. 감염 경로는 2/3에서 도뇨관과 점막 사이로 균이 침입하는 관외 경로이고 1/3에서 관내 경로이다.

도뇨관 관련 요로감염을 예방하기 위한 방법은 다음과 같다[23,24]. 훈련된 인력이 감염 감시와 중환자실 의료진 교육을 한다. 도뇨관은 반드시 필요한 경우에만 삽입하고 삽입 사유가 없어지면 바로 제거한다. 도뇨관을 삽입할 때 손위생을 하고 무균적으로 삽입하며 도뇨관을 허벅지 안쪽에 고정한다. 무균적 폐쇄도뇨시스템을 유지한다. 소변백은 항상 방광보다 아래에 위치하도록 하고 각 환자마다 요수집용기를 따로 사용한다. 도뇨관 삽입 부위는 물과 비누로

세척하면 된다. 소변 채취시 멸균 주사기로 포트를 통해 무균적으로 채취한다.

4. 청소

중환자실의 청소는 일반 병동의 청소와 크게 다르지 않으나 특성상 다약제내성균의 오염이 많으므로 청소와 소독을 더욱 깨끗하게 하여야 한다[25]. 이를 위하여서 중환자실내 청소와 관련된 별도의 지침 또는 체크리스트 등을 문서화해놓는 것이 좋고 정기적으로 청소를 하면서 오염이 발생하면 바로 청소한다. 환자의 침상과 주변 물품은 매일 물걸레로 닦고, 창틀 등도 눈에 보이는 오염이 있으면 수시로 닦는다. 침상을 닦을 때는 각 침상 단위로 걸레를 교환해 가며 사용한다. 또한 사용한 걸레는 소독제를 사용하여 깨끗이 세탁한 후 건조시킨다. 바닥은 매일 최소한 2회 그리고 필요할 때 마다 100배 희석한 차아염소산 나트륨을 적신 걸레로 닦아주고 먼지가 발생하지 않도록 주의한다. 퇴원 침상과 중환자 카트는 반드시 소독제를 사용하여 세밀하게 닦는다. 생화나 화분을 중환자실로 반입시키지 않는다.

결론

이상 중환자실의 병원감염에 관하여 간단히 알아보았다. 중환자실에서는 손씻기와 표준 격리 지침을 더욱 철저히 적용하고 의료진에 대한 지속적인 교육이 더욱 필요하다고 하겠다.

References

1. Barsanti MC, Woeltje KF. Infection prevention in the intensive care unit. *Infect Dis Clin North Am* 2009;23:703-25.
2. Beyersmann J, Gastmeier P, Grundmann H, Barwolff S, Geffers C, Behnke M, et al. Use of multistate models to assess prolongation of intensive care unit stay due to nosocomial infection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27:493-9.
3. 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.
4. Edwards JR, Peterson KD, Mu Y, Banerjee S, Allen-Bridson K, Morrell G, et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) report: data summary for 2006 through 2008, issued December 2009. *Am J Infect Control* 2009;37:783-805.
5. Dempsey DT, Mullen JL, Buzby GP. The link between nutritional status and clinical outcome: can nutritional intervention modify it? *Am J Clin Nutr* 1988;47:352-6.
6. Gramlich L, Kichian K, Pinilla J, Rodych NJ, Dhaliwal R, Heyland DK. Does enteral nutrition compared to parenteral nutrition result in better outcomes in critically ill adult patients? A systematic review of the literature. *Nutrition* 2004;20:843-8.
7. Van den Berghe G, Wilmer A, Hermans G, Meersseman W, Wouters PJ, Milants I, et al. Intensive insulin therapy in the medical ICU. *N Engl J Med* 2006;354:449-61.
8. Pronovost PJ, Jenckes MW, Dorman T, Garrett E, Breslow MJ, Rosenfeld BA, et al. Organizational characteristics of intensive care units related to outcomes of abdominal aortic surgery. *JAMA* 1999;281:1310-7.
9. Hugonnet S, Chevrolet JC, Pittet D. The effect of workload on infection risk in critically ill patients. *Crit Care Med* 2007;35:76-81.
10. Larson EL, Aiello AE, Bastyr J, Lyle C, Stahl J, Cronquist A, et al. Assessment of two hand hygiene regimens for intensive care unit personnel. *Crit Care Med* 2001;29:944-51.
11. Carling PC, Parry MF, Von Beheren SM. Identifying opportunities to enhance environmental cleaning in 23 acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;29:1-7.
12. Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L. 2007 Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Health Care Settings. *Am J Infect Control* 2007;35:S65-164.
13. Srinivasan A, Song X, Ross T, Merz W, Brower R, Perl TM. A prospective study to determine whether cover gowns in addition to gloves decrease nosocomial transmission of vancomycin-resistant enterococci in an intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2002;23:424-8.
14. American Thoracic Society. Hospital-acquired pneumonia in adults: diagnosis, assessment of severity, initial antimicrobial therapy, and preventive strategies. A consensus statement, American Thoracic Society, November 1995. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:1711-25.
15. Craven DE, Chroneou A. Nosocomial pneumonia. In Mandell GL, Douglas RG, Bennett JE, eds. *Mandell, Douglas, and Bennett's principles and practice of infectious diseases*. 7th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2010:3717-25.
16. Kollef MH. The prevention of ventilator-associated pneumonia. *N Engl J Med* 1999;340:627-34.
17. Fleming CA, Balaguera HU, Craven DE. Risk factors for nosocomial pneumonia. Focus on prophylaxis. *Med Clin North Am* 2001;85:1545-63.
18. Gastmeier P. Evidence-based infection control in the ICU (except catheters). *Curr Opin Crit Care* 2007;13:557-62.
19. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Am J Infect Control* 2011;39:S1-34.
20. Mermel LA, Farr BM, Sherertz RJ, Raad I, O'Grady N, Harris JS, et al. Guidelines for the management of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis* 2001;32:1249-72.
21. Raad I, Hanna H, Maki D. Intravascular catheter-related infections: advances in diagnosis, prevention, and management. *Lancet Infect Dis* 2007;7:645-57.
22. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections [Internet]. Atlanta(US): Centers for Disease Control and Prevention; c2011 [cited 2011 May 20]. Available from: <http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/bsi-guidelines-2011.pdf>
23. Gould CV, Umscheid CA, Agarwal RK, Kuntz G, Pegues

- DA, Guideline for prevention of catheter-associated urinary tract infections 2009, Infect Control Hosp Epidemiol 2010; 31:319-26.
24. Rebmann T, Greene LR. Preventing catheter-associated urinary tract infections: An executive summary of the Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, Inc, Elimination Guide, Am J Infect Control 2010;38:644-6.
25. Lee MS. Intensive care unit. In Korean Society for Nosocomial Infection Control, ed. Infection control and prevention in healthcare facilities, 4th ed. Seoul: Hannibook; 2011:273-82.