병원감염관리 : 제18권 제2호 2013
Korean J Nosocomial Infect Control 2013:18(2):33-38
http://dx.doi.org/10.14192/kjnic.2013.18.2.33

■ 종설 ■

중심정맥카테터 관련 균혈증 예방을 위한 다방면적인 접근 전략

최평균[1,2] · 김홍빈[1,3]

서울대학교 의과대학 내과학교실[1], 서울대학교병원 감염관리실[2], 분당서울대학교병원 감염관리실[3]

Comprehensive Approach to Prevention of Central Line-Associated Bloodstream Infection

Pyoeng Gyun Choe[1,2], Hong Bin Kim[1,3]

Department of Internal Medicine, Seoul National University College of Medicine[1], Infection Control Office, Seoul National University Hospital[2], Seoul, Infection Control Office, Seoul National University Bundang Hospital[3], Seongnam, Korea

Central lines are indispensable in hospital care. The main complication resulting from their use is central line-associated bloodstream infection (CLABSI). CLABSI is one of the most frequent healthcare-associated infections associated with high costs, morbidity, and potential lethality. Recent studies on CLABSI prevention show that a multifaceted approach to improving central line insertion and maintenance practices results in decreased CLABSI rates. The question today, then, is not 'what to do,' but 'how to do it.'

Keywords: Catheter-related infection, Central venous catheter, Comprehensive health care, Prevention

Introduction

중심정맥카테터(central line, central venous catheter)는 약물 투여뿐 아니라 투석, 영양공급, 혈관내 시술 등의 다양한 목적으로 이용되고 있다[1]. 현재 미국에서만 연간 700만개 이상의 중심정맥카테터가 판매되고 있으며, 중환자실에서 그 사용량은 매년 1,500만 카테터-일에 이른다[2]. 중심정맥카테터는 침습적이기 때문에 여러 문제를 야기할 수 있는데, 그 중 하나가 감염 합병증인 중심정맥카테터 관련 균혈증(central line-associated bloodstream infection, CLABSI)이다[3]. 가장 흔한 의료관련감염 중 하나인 CLABSI는 의료비용의 증가, 재원기간의 연장뿐만 아니라, 일부 환자에서 사망을 야기하기도 한다[4-6]. 일부 보고에 따르면 중환자실에서 CLABSI에 의한 사망률은 25%에 이른다[7].

국내 의료기관에서 CLABSI의 발생 현황에 대한 자료를 그리 많지 않다. 1990년부터 몇몇 병원의 중환자실에서 간헐적으로 CLABSI의 발생률 등의 자료가 발표된 바 있었으나[1], 전국 규모의 자료는 2006년 전국병원감염감시체계(Korean Nosocomial Infection Surveillance System, KONIS)가 활동을 시작하면서 파악되기 시작하였다[8]. 가장 최근의 KONIS 자료에 의하면 2011년 7월부터 2012년 6월까지 전국 81개 의료기관, 143개 중환자실을 모니터링 하였을 때, 국내 중환자실에서 CLABSI의 발생률은 1,000 카테터-일 당 1.76 (95% 신뢰구간, 1.70-1.90)로, 감시활동을 시작한 이후로 지속적으로 감소하는 추세를 보이고 있

Received: May 24, 2013
Revised: September 27, 2013
Accepted: October 18, 2013
Correspondence to: Hong Bin Kim, Infection Control Office, Seoul National University Bundang Hospital, 82, 173beon-gil, Gumi-ro, Bundang-gu, Seongnam 463-707, Korea
Tel: 031-787-7021, Fax: 031-7870-4052
E-mail: hbkimmd@snu.ac.kr
*This study was supported by the research grant from Korea Centers for Disease Control and Prevention (Project No. 2011E2101100).

었다. CLABSI를 일으킨 원인 균종은 그람양성알균이 52.9%, 그람음성막대균이 30.8%, 곰팡이가 14.8% 순이었고, 단일균종으로는 황색포도알균이 17.4%, 코아귤라제음성포도알균이 14.9%, 아시네토박터균이 12.5%를 차지하였다[9].

CLABSI의 심각성이 널리 인식됨에 따라 이를 줄이기 위한 많은 감염관리중재들이 시도되었고, 이 중 일부는 상당한 성공을 거두었다[10]. 미국의 4,122개 의료기관을 대상으로 한 National Healthcare Safety Network (NHSN)의 발표에 따르면, 2001년 미국 중환자실에서 모두 46,000건의 CLABSI가 발생하였으나, 2009년에 이르러서는 18,000건이 발생하여, 9년 사이에 CLABSI의 발생이 58% 감소한 것으로 나타났다[11]. 2010년 자료에서도 2009년과 비교하여 비슷한 위험도를 갖는 중환자실에서 CLABSI의 발생률이 32% 이상 감소하였다[12]. 미국의 중환자실에서 CLABSI가 감소하고 있는 것은 표준화된 진료 지침을 보급하고 포괄적 중재활동의 도입과 같은 실제 의료 현장에서 중심정맥카테터에 대한 진료 행위를 적극적으로 변화시키기 위해 노력한 결과이다[13]. 본 종설에서는 최근 큰 성공을 거두고 있는 CLABSI의 예방을 위한 포괄적 접근 전략에 대해서 살펴보고, 국내의 CLABSI 예방을 위한 중재연구 현황에 대해서 정리해 보고자 한다.

CLABSI의 예방은 크게 다음 두 가지의 측면에서 접근할 수 있다. 첫째는 항생제 코팅 카테터, 주사침이 없는 도구의 사용과 같이 감염을 줄일 수 있는 새로운 기술을 의료현장에 도입하는 것이고, 둘째는 중심정맥카테터의 삽입 및 관리가 표준화된 진료지침을 통해 적절하게 이루어지도록 하는 것이다. 의학적 근거에 입각한 표준화된 진료지침대로 중심정맥카테터를 삽입 및 관리할 경우 CLABSI를 감소시킬 수 있다는 것은 이미 여러 연구를 통하여 입증되었다[14]. 이에 미국질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention, CDC), 미국감염학회(The Infectious Diseases Society of America, IDSA), 미국병원감염관리학회(The Society for Healthcare Epidemiology of America, SHEA) 등의 여러 전문관련단체들은 그 동안의 연구 결과를 바탕으로 근거 중심의 중심정맥카테터 관리지침을 제안하고 있다[15,16]. 그러나 이러한 증거바탕진료지침을 통해 CLABSI를 실제로 감소시키기 위해서는 의료현장에서 중거바탕진료지침대로 중심정맥카테터의 삽입 및 관리 활동을 실제로 수행하는 것, 즉 지침의 '이행(implementation)'이 반드시 담보되어야 한다. 현재 큰 성과를 거두고 있는 CLABSI 예방을 위한 중재활동들 역시 이러한 '이행 과정'에 주목하여 그 이행을 담보하기 위한 다양한 수단들을 동원하고 있다.

시뮬레이션 기반 훈련

시뮬레이션을 이용하여 중심정맥카테터 삽입 방법을 교육할 경우, 의료진은 보다 쉽게 증거바탕진료지침을 숙달할 수 있다[17,18]. 그 동안의 전통적인 교육 방법인 소위 '한번 보고, 시행하고, 가르친다 (see one - do one - teach one)'는 교육법만으로는 실제 진료현장에서 진료행위의 변화까지 야기하기 어렵다. 비행기 조종사들이 시뮬레이터를 통해 비행술을 익히듯, 의료인도 실제 상황과 거의 유사한 시뮬레이터를 이용하여 중심정맥카테터 삽입술을 배우고 연습할 경우 증거바탕진료지침을 보다 용이하게 적용할 수 있게 된다. 아울러 중심정맥카테터 삽입에 대한 체크리스트를 사용할 경우 증거바탕진료지침에 대한 의료진의 순응도가 더 오래 유지된다[19]. Barsuk 등[17]은 시뮬레이션을 통한 교육을 시행하였을 경우, CLABSI가 시행 전 1,000 카테터-일 당 3.2건에서 시행 후 0.5건으로 82% 감소하였음을 보고하였다. 또한, Cherry 등[20]은 시뮬레이션 교육을 받은 전공의들만 중심정맥카터테를 삽입하도록 하는 정책을 내과계 중환자실에 도입한 이후, CLABSI가 1,000 카테터-일 당 3.6건에서 2.3건으로 감소하였음을 보고하였다. 이 때 시뮬레이터를 이용한 교육은 먼저 증거바탕진료지침을 리뷰하고, 삽입 과정에 대한 비디오 교육자료를 시청한 후, 최소 5번 이상 담당 교수로부터 삽입 과정에 대한 지도를 받고, 평가를 통해 삽입술에 대한 인증을 하는 순서로 이루어졌다. 위와 같은 시뮬레이션 교육을 받은 의료진의 87.1%가 교육을 받은 지 1년이 경과한 후에도 인증 평가를 통과하였다[18]. 또한 최근의 한 연구에서는 웹 기반의 온라인 교육이 전통적인 교육에 비해

CLABSI 관리지침에 대한 지식이 훨씬 오래 지속되는 것으로 나타났다[21].

공식 기구의 구성

CLABSI를 줄이기 위한 공식 기구(예를 들어, 중심정맥카테터 삽입이나 관리를 전담하는 팀의 구성)는 근거바탕진료지침이 실제 의료현장에서 잘 수행될 수 있도록 하는데 도움을 준다. Holzmann-Pazgal 등은 병원 신생아 중환자실에 중심정맥카테터 삽입 및 관리에 관한 증거바탕 진료지침의 교육을 받은 간호사들로 구성된 전담팀을 구성하고 이들로 하여금 중심정맥카테터를 삽입 및 관리하도록 하였을 때, CLABSI의 발생이 도입 전 1,000 카테터-일 당 11.6건에서 도입 후 4.0건으로 감소하였음을 보고하였다[22].

다방면적 포괄적 중재

CLABSI를 줄이기 위한 다방면적 포괄적 중재란 실제 의료현장에서 CLABSI를 예방하기 위해 꼭 지켜야 하는 것을 선별하여 포괄적 묶음을 만들고, 이러한 묶음이 반드시 의료현장에서 시행될 수 있도록 의료진을 교육하고, 의료 행위에 관찰 평가 및 피드백 프로그램을 도입하며, 의료진 팀워크 증진 프로그램을 운영하는 등 다방면의 활동을 전개하는 중재활동을 말한다.

이러한 다방면적 중재의 효과를 극명하게 보여준 연구는 2003년 10월부터 미국 미시건주에 위치한 103개 중환자실에서 수행된 키스톤 중환자실 프로젝트(Keystone ICU Project)이다. 위 프로젝트에서 연구진들은 의료진의 증거바탕진료지침에 대한 순응도를 높이기 위해, CLABSI 예방 지침을 반드시 지켜야 할 핵심 항목 5가지로 간편화 하였다(Table 1). 이후 이 항목에 대한 체크리스트를 개발하여 지침에 대한 의료진의 순응도를 파악하고, 의료진이 보다 쉽게 지침대로 진료할 수 있도록 중심정맥카테터 삽입을 위한 All-in-one cart를 만들어 보급하였으며, 중심정맥카테터 관리 전담팀을 꾸려 매일 카테터의 필요성 등을 평가하였다. 중심정맥카테터 관리 전담팀에게는 지침을 어기는 행위를 발견하였을 때 강제로 그 행위를 중지시키고 즉시 카테터를 제거할 수 있는 권한도 부여하였다. 이와 같은 노력을 통하여 지침에 대한 의료진의 지침에 대한 순응도를 90% 이상으로 유지할 수 있었고, 중환자실에서 18개월 이상 CLABSI가 거의 발생하지 않는 수준까지 낮출 수 있었으며[14], 이러한 중재 효과는 연구가 종료된 후 36개월까지도 지속되었다[23]. 이외에도 여러 연구를 통하여 다방면적인 포괄적 중재를 시행할 경우, CLABSI가 단일 기관 수준을 넘어 한 지역 수준에서도 감소할 수 있음이 입증되고 있다[24-26]. 미국 로드아일랜드주에서는 주정부 차원에서 포괄적 중재를 도입한 후, 주 전체의 중환자실 CLABSI의 발생률이 1,000 카테터-일 당 3.73건에서 0.97건으로 감소하였다[24]. 하와이에서도 20개 중환자실에 이러한 포괄적 중재를 도입한 결과를 최근 발표하였는데, 도입 전 CLABSI의 발생률이 1,000 카테터-일 당 1.5건에서 포괄적 중재를 도입한 18개월 후에는 0.5건으로 61%가 감소하였다[25]. 이들 지역에서 중재를 도입한 이후 CLABSI 발생률의 중앙값은 '0'건이었다.

Table 1. Michigan bundle of five memorizable items for preventing central line-associated bloodstream

Hand washing
Using full barrier precaution
Cleaning the skin with chlorhexidine
Avoiding the femoral site when possible
Removing unnecessary catheters

병원 문화를 변화시키려는 노력

Furuya 등[27]은 미국 NHSN에 CLABSI 발생률을 보고한 250개 병원의 자료를 분석하여, 지침의 유무, 지침에 대한 순응도 모니터링 유무, 지침에 대한 순응도 중 어느 요인이 CLABSI 발생률 감소에 영향을 끼치는지 조사하였다. 그 결과, 중환자실에서 CLABSI의 발생이 감소하기 위해서는, CLABSI 감소를 위한 포괄적 지침이 있어야 하고, 그 지침에 대한 순응도를 모니터링 해야 하며, 그 지침 중 적어도 한 요인에 대한 순응도가 95% 이상은 되어야 하는 것으로 나타났다.

미시건주의 키스톤 중환자실 프로젝트는 종합적 병동 기반 안정성 프로그램(Comprehensive unit-based safety program, CUSP)을 통해 위에서 언급한 목표를 달성하였다[10,14]. CUSP는 원래

환자 안전을 우선시하는 병원 문화를 만들기 위해 기획된 프로그램으로, 의료진에게 CLABSI의 예방법에 대해 교육하고, 리더십을 강화하고, 팀원들간의 의사소통을 원활하게 하는 등, 실제 진료지침의 수행에 방해가 되는 요소를 파악하고 이를 극복할 수 있도록 함으로써 실제 의료현장에서 증거바탕진료지침이 제대로 구현되도록 하는 데 크게 기여하였다[13]. 이러한 성공에 힘입어 미국에서는 이 CUSP를 전국적으로 확대하는 'On the CUSP: Stop BSI' 사업이 추진되고 있다[28].

국내의 감염관리 중재연구 현황

국내에서도 의료관련감염에 대한 관심이 증가하면서 CLABSI 예방을 위한 몇몇 중재연구들이 수행되었다. 김 등[29]은 일개대학병원에서 감염관리지침을 개정하여 배포하고, 의료진을 교육하였을 때 CLABSI의 발생이 감소하였음을 보고하였고, 유 등[30]은 매일 감염관리전문가가 중심정맥카테터를 가지고 있는 환자에 대해 적극적인 감염감시활동을 수행한 결과 CLABSI 발생이 줄어들었음을 보고한 바 있다. 중심정맥카테터를 삽입할 때 최대멸균차단지침(maximal barrier precaution)의 준수 여부에 따른 CLABSI의 발생 위험을 분석하여, 최대멸균차단지침을 준수하지 않는 경우, CLABSI의 발생률이 5배 높았음을 보고한 연구도 있었다[31].

최근 외국에서 CLABSI 예방을 위한 포괄적 접근 전략이 성공을 거둠에 따라 국내에서도 이러한 시도들이 일부 시도되고 있다. 유 등[32]은 3개 대학병원에서 표준화된 감염관리지침 재정, 의료진의 교육, 중심정맥카테터 삽입 및 유지관리 체크리스트의 도입 등의 활동을 포함하는 포괄적 중재 전략을 적용하였을 때 CLABSI가 감소하였음을 보고하였고, 정 등[33]은 일개대학병원에서 전자체크리스트(electronic checklist)를 이용한 포괄적 중재활동을 수행한 결과 18개월동안 소아중환자실에서 CLABSI의 발생을 막을 수 있었음을 보고하였다. 그러나, 지금까지 국내에서 시행된 CLABSI를 줄이기 위한 중재 연구는 대부분 단일 의료기관에서 수행되었고, 감염관리 중재활동을 도입한 전후의 CLABSI 발생률만을 비교한 quasi-experimental 디자인의 연구들이라는 한계가 있다.

Conclusion

CLABSI를 예방하기 위한 증거바탕진료지침은 이미 잘 알려져 있다. 이러한 지침의 '이행'을 위해 처음으로 도입된 것은 의료 행위에 대한 체크리스트를 사용하는 것이었다. 그러나, 최근 포괄적 다방면적 감염관리활동에 대한 연구 결과들로부터, 단순히 체크리스트를 사용하는 것만으로는 실제 의료현장에서 지침에 대한 적절한 이행을 담보할 수 없고, 의료진에 대한 교육, 수행도 평가 및 피드백 제공, 팀워크의 도모, 의료 환경에서 환자의 안전을 최우선시하는 문화 조성 등 다방면에 걸친 노력까지 수반되어야 한다는 점을 명백히 확인할 수 있다. 우리 중환자실에서도 CLABSI를 줄이기 위한 우리만의 다방면적 감염관리활동의 도입이 시급하다.

References

1. Kim ES. Prevention of intravascular catheter-related infections. Korean J Nosocomial Infect Control 2009;14:15-23.
2. Dudeck MA, Horan TC, Peterson KD, Allen-Bridson K, Morrell G, Anttila A, et al. National Healthcare Safety Network report, data summary for 2011, device-associated module. Am J Infect Control 2013;41:286-300.
3. McGee DC and Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. N Engl J Med 2003;348:1123-33.
4. Dimick JB, Pelz RK, Consunji R, Swoboda SM, Hendrix CW, Lipsett PA. Increased resource use associated with catheter-related bloodstream infection in the surgical intensive care unit. Arch Surg 2001;136:229-34.
5. Blot SI, Depuydt P, Annemans L, Benoit D, Hoste E, De Waele JJ, et al. Clinical and economic outcomes in critically ill patients with nosocomial catheter-related bloodstream infections.

Clin Infect Dis 2005;41:1591-8.
6. Warren DK, Quadir WW, Hollenbeak CS, Elward AM, Cox MJ, Fraser VJ. Attributable cost of catheter-associated bloodstream infections among intensive care patients in a nonteaching hospital. Crit Care Med 2006;34:2084-9.
7. Rosenthal VD, Guzman S, Migone O, Crnich CJ. The attributable cost, length of hospital stay, and mortality of central line-associated bloodstream infection in intensive care departments in Argentina: A prospective, matched analysis. Am J Infect Control 2003;31:475-80.
8. 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.
9. The Steering Committee of the Korean Nosocomial Infections Surveillance System. Korean Nosocomial Infections Surveillance System (KONIS) Report: Data Summary from July 2011 through June 2012. Available at http://konis.cdc.go.kr/konis/sub/reports_icu.htm [accessed on 30 August 2013].
10. Zingg W, Walder B, Pittet D. Prevention of catheter-related infection: toward zero risk? Curr Opin Infect Dis 2011;24:377-84.
11. Srinivasan A, Wise M, Bell M, Cardo D, Edwards J, Fridkin S, et al; Div of Healthcare Quality Promotion, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, CDC. Vital signs: central line–associated blood stream infections - United States, 2001, 2008, and 2009. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR) 2011;60:243-8.
12. 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.
13. Miller SE and Maragakis LL. Central line-associated bloodstream infection prevention. Curr Opin Infect Dis 2012;25:412-22.
14. Pronovost P, Needham D, Berenholtz S, Sinopoli D, Chu H, Cosgrove S, et al. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. N Engl J Med 2006;355:2725-32.
15. Marschall J, Mermel LA, Classen D, Arias KM, Podgorny K, Anderson DJ, et al. Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in acute care hospitals. Infect Control Hosp Epidemiol 2008;29(S):S22-30.
16. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. Clin Infect Dis 2011;52:e162-93.
17. Barsuk JH, Cohen ER, Feinglass J, McGaghie WC, Wayne DB. Use of simulation-based education to reduce catheter-related bloodstream infections. Arch Intern Med 2009;169:1420-3.
18. Barsuk JH, Cohen ER, McGaghie WC, Wayne DB. Long-term retention of central venous catheter insertion skills after simulation-based mastery learning. Acad Med 2010;85(10 Suppl):S9-12.
19. Evans LV, Dodge KL, Shah TD, Kaplan LJ, Siegel MD, Moore CL, et al. Simulation training in central venous catheter insertion: improved performance in clinical practice. Acad Med 2010;85:1462-9.
20. Cherry RA, West CE, Hamilton MC, Rafferty CM, Hollenbeak CS, Caputo GM. Reduction of central venous catheter associated blood stream infections following implementation of a resident oversight and credentialing policy. Patient Saf Surg 2011;5:15.
21. Comer A, Harris AD, Shardell M, Braun B, Belton BM, Wolfsthal SD, et al; Attaining Safety for Patients through Interdisciplinary Risk Reduction Efforts (ASPIRRE) Subgroup. Web-based training improves knowledge about central line

bloodstream infections. Infect Control Hosp Epidemiol 2011;32:1219-22.
22. Holzmann-Pazgal G, Kubanda A, Davis K, Khan AM, Brumley K, Denson SE. Utilizing a line maintenance team to reduce central-line-associated bloodstream infections in a neonatal intensive care unit. J Perinatol 2012;32:281-6.
23. Pronovost PJ, Goeschel CA, Colantuoni E, Watson S, Lubomski LH, Berenholtz SM, et al. Sustaining reductions in catheter related bloodstream infections in Michigan intensive care units: observational study. BMJ 2010;340:c309.
24. DePalo VA, McNicoll L, Cornell M, Rocha JM, Adams L, Pronovost PJ. The Rhode Island ICU collaborative: a model for reducing central line-associated bloodstream infection and ventilator-associated pneumonia statewide. Qual Saf Health Care 2010;19:555-61.
25. Lin DM, Weeks K, Bauer L, Combes JR, George CT, Goeschel CA, et al. Eradicating central line-associated bloodstream infections statewide: the Hawaii experience. Am J Med Qual 2012;27: 124-9.
26. McLaws ML and Burrell AR. Zero risk for central line-associated bloodstream infection: are we there yet? Crit Care Med 2012;40:388-93.
27. Furuya EY, Dick A, Perencevich EN, Pogorzelska M, Goldmann D, Stone PW. Central line bundle implementation in US intensive care units and impact on bloodstream infections. PLoS One 2011;6:e15452.
28. Pronovost PJ, Marsteller JA, Goeschel CA. Preventing bloodstream infections: a measurable national success story in quality improvement. Health Aff (Millwood) 2011;30:628-34.
29. Kim OS and Kim SM. Prevention of Central Venous Catheter-Related Infections. Korean J Nosocomial Infect Control 1999;4:35-40.
30. Yoo S, Ha M, Choi D, Pai H. Effectiveness of surveillance of central catheter-related bloodstream infection in an ICU in Korea. Infect Control Hosp Epidemiol 2001;22:433-6.
31. Lee DH, Jung KY, Choi YH. Use of maximal sterile barrier precautions and/or antimicrobial-coated catheters to reduce the risk of central venous catheter-related bloodstream infection. Infect Control Hosp Epidemiol 2008;29:947-50.
32. Yoo S, Jung SI, Kim GS, Lim DS, Sohn JW, Kim JY, et al. Interventions to prevent catheter-associated blood-stream infections: a multicenter study in Korea. Infect Chemother 2010;42: 216-22.
33. Jeong IS, Park SM, Lee JM, Song JY, Lee SJ. Effect of central line bundle on central line-associated bloodstream infections in intensive care units. Am J Infect Control 2013;41:710-6.