



## 술후 창상감염과 감시

# Surgical Site Infection and Surveillance

임 태 진 | 계명대 외과 | Tae Jin Lim, MD

Department of Surgery, Keimyung University College of Medicine

E-mail : tjlim@dsmc.or.kr

J Korean Med Assoc 2007; 50(10): 908 - 914

### Abstract

During the second half of the 19th century many operations were developed after anesthesia was introduced but advances were limited for many years because of the high rate of infection and the high mortality rate that followed infections. After the introduction of the principle of antiseptics, postoperative infectious morbidity decreased substantially. With the introduction of antibiotic therapy in the middle of the 20th century, a new adjunctive method to treat and prevent surgical infections was discovered. However, not only have postoperative wound and hospital required infections continued, but widespread antibiotic therapy has often made prevention and control of surgical infections more difficult. Based on National Nosocomial Infection Surveillance (NNIS) system reports, SSIs (Surgical Site Infections) are the third most common nosocomial infection, accounting for 14% to 16% of all nosocomial infections among hospitalized patients. It is also a significant source of postoperative morbidity, resulting in increased hospital length of stay and increased cost. Determination of risk factors for the development of SSI has been a major focus of surgical research. To reduce the rate of SSIs we have to eliminate risk factors of SSIs and keep a continuous surveillance with feedback of information to surgeons and other relevant staff. A successful SSI surveillance program includes standardized definition of infection, effective surveillance method, and stratification of the SSIs rates according to risk factors. Because SSIs may be the most preventable of nosocomial infections, health care facilities should make special efforts to reduce the risk of development of these surgical complications. The evaluation of infection control programs and the development of more effective infection control strategies should be established and surgeons should be more concern about SSI control.

**Keywords** : SSI; Risk factors; Surveillance; Nosocomial infection; CDC's NNIS system

**핵심용어** : 수술부위 창상감염; 위험인자; 감시; 병원감염

술 후 창상감염은 수술 환자에서 가장 흔한 병원감염으로 모든 감염 환자의 38% 정도를 차지하며 미국 Center for Disease Control and Prevention (CDC)의 전미 병원 감염감시(National Nosocomial Infection Surveillance, NNIS)(1) 체계의 보고에 의하면 병원 감염 중 수

술부위 감염(Surgical Site Infection, SSI)은 3번째로 많으며 입원 환자에 있어서 병원감염 전체의 14~16%를 차지하고 있다(2). 다른 보고에 의하면 미국에서는 연간 2천 7백만 건수의 수술이 시행되고 그 중 675,000건수의 SSI가 발생하며 구주연합(European Union)에서는 연간 3천만 건수의



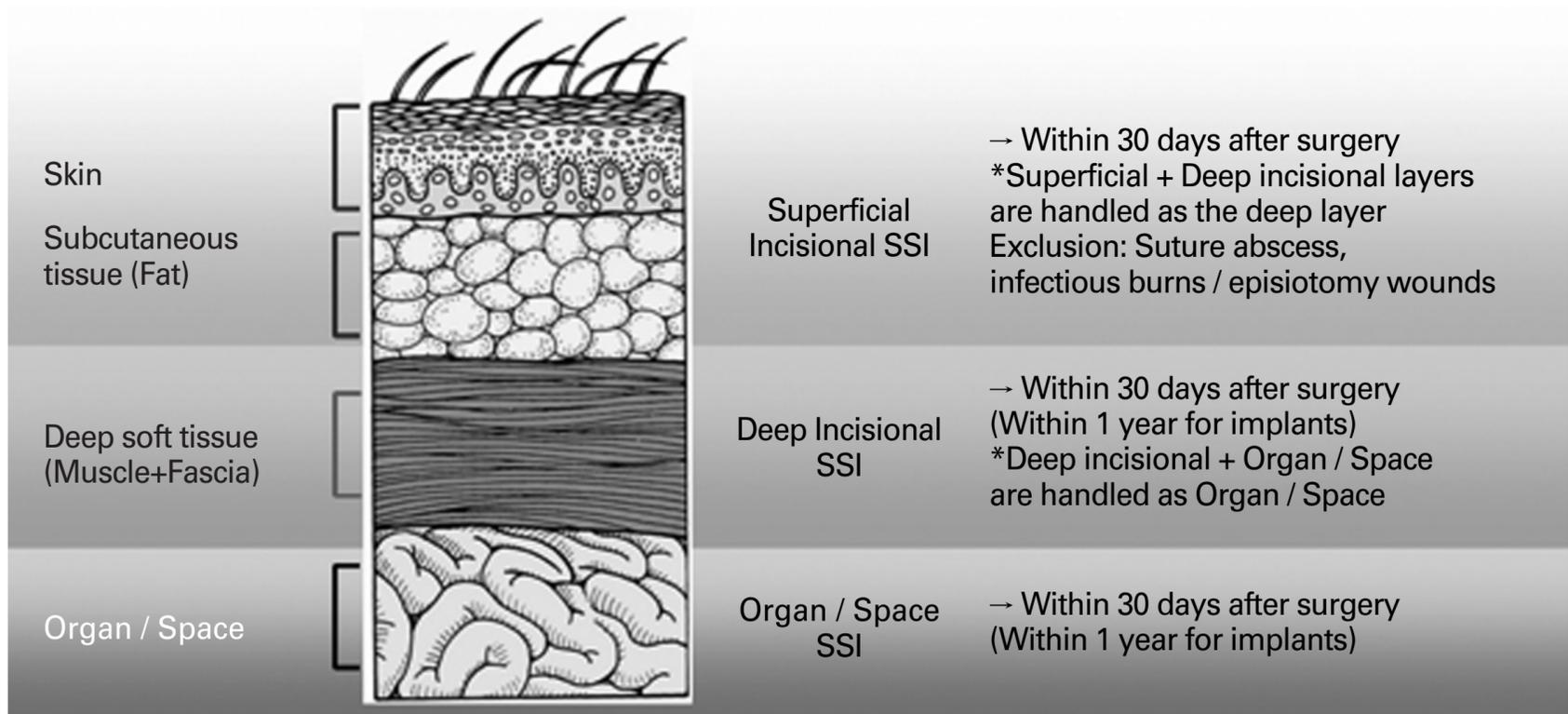


Figure 1. Schematic of SSI anatomy and appropriate classification.

수술이 행해지며 이 중 SSI건수는 900,000 정도가 된다는 보고가 있다.(3)

SSI가 끼치는 영향을 보면 사망이 2배 정도 더 증가하며 중환자실에서 60% 정도 더 재원하며 총 재원 일수는 평균 6.5일 증가하며 건당 5천 달러 이상의 추가 비용이 소요된다(4). Edmiston의 보고에 의하면 연간 750,000건수가 발생하며 3천 7백만 일수의 재원 기간이 더 소요되고 1조 6천 억 이상의 경비가 더 필요한 것으로 되어 있다(5). 일본에서는 10일 정도의 재원 일수가 증가하며 50만엔의 추가 경비가 필요하며 한국에서는 발생률이 5.2%이고 추가 재원 일수는 5.2일, 추가 경비는 건당 약 2백만원 이상이 소요된다고 보고하고 있다(6). SSI가 발생하면 환자의 정신적, 육체적 부담 및 경제적 부담, 입원기간의 연장에 의한 삶의 질(Quality of Life, QOL)의 저하 및 사회적 인력 손실, 환자 가족의 부담 증가, 의료종사 인력 손실, 병원 경영상의 손실, 국민의료비의 손실 등을 초래한다. 이와 같이 SSI가 중요한 문제임에도 불구하고 현재 우리나라의 현실은 선진국에 비해 수술 후 창상감염에 대한 관심도가 낮은 상태이며 또한 논문도 거의 없는 상태이므로 본 의학강좌는 미국 CDC's NNIS (National Nosocomial Infection Surveillance) 체계(system)의 Guideline for Prevention of Surgical Site

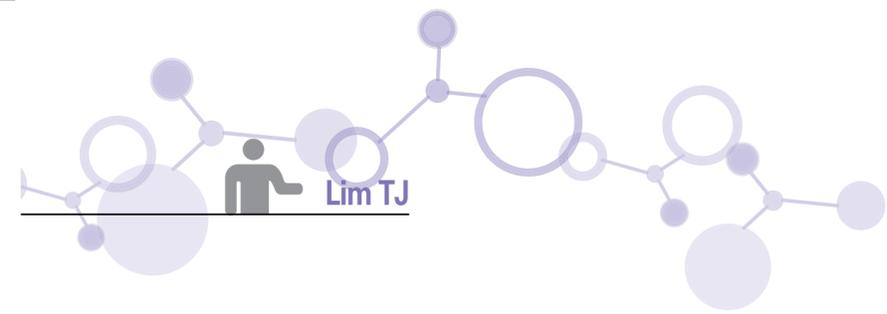
Infection(2)을 주 근거로 하여 기술하고자 한다.

## 창상감염의 정의

1988년에 미국의 CDC (Center for Disease Control and Prevention)에서 정의한(7) 것에 의하면 피부절개부위에만 국한된 창상감염(Surgical Wound Infection, SWI)을 지칭하였으나 1992년에 CDC의 NNIS (National Nosocomial Infection Surveillance) 체계에서 정의한 것으로 개정되었으며 즉 수술조작을 직접 가한 부위에 발생하는 수술 후 감염증으로 수술창과 함께 봉합부전 또는 합병증에 의한 복강내 감염도 포함하며 절개부위 창상감염(incisional SSI)과 장기/체강 창상감염(organ/space SSI)으로 나누어진다. 절개부위 창상감염은 피부와 피하조직에 국한되는 표재성 창상감염과 근막 근층까지 침범하는 심부창상감염으로 나눌 수 있으며 60~80%는 절개부위 창상감염에 해당하며 예후도 장기/체강 창상감염보다 좋은 것으로 되어 있다.

## 창상감염의 위험인자

위험인자로는 세균, 국소창상요소, 환자에 의한 것들로 대



**Table 1.** Distribution of pathogens isolated\* from surgical site infections, national nosocomial infections surveillance system, (1986~1996)

Pathogen	Percentage of Isolates	
	1986~1989 (N=16,727)	1990~1996 (N=17,671)
<i>Staphylococcus aureus</i>	17	20
Coagulase-negative staphylococci	12	14
<i>Enterococcus</i> spp.	13	12
<i>Escherichia coli</i>	10	8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	8	8
<i>Enterobacter</i> spp.	8	7
<i>Proteus mirabilis</i>	4	3
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3	3
Other <i>Streptococcus</i> spp.	3	3
<i>Candida albicans</i>	2	3
Group D streptococci (non-enterococci)	-	2
Other gram-positive aerobes	-	2
<i>Bacteroides fragilis</i>	-	2

\*: Pathogens representing less than 2% of isolates are excluded

별할 수 있으며 세균에 의한 것으로는 신체원위부 감염, 상처의 등급, 수술시간, 중환실 환자, 술전 제모(preoperative hair removal), 항생제 치료, 세균의 수, 독성, 항생제에 대한 저항성 등이 위험요소로 대두되고 있다. 국소창상요소로는 주로 수술수기에 의한 것으로 술전 제모, 혈종, 장액종, 봉합사, 배액관, 이물질, 술전 피부 관리, 손 씻기 시간, 기구의 부적절한 소독, 수술시간 및 수술실 환기 등이 열거되며 환자에 의한 요소로는 나이, 영양상태, 당뇨병, 비만, 흡연, 저항력 감소, 수혈 등이 영향을 미친다.

## 창상의 균주

NNIS에서 보고한 자료에 의하면 수술 창상 감염에서 분리된 균주는 과거 10년간 변화된 것이 없었다(8, 9). 즉 *Staphylococcus aureus*, coagulase-negative staphylococci, *Enterococcus* spp. 그리고 *Escherichia coli* 가 빈번히 발견되는 균이었다. SSI가 감소하지 않는 원인으로 methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA)(10) 또는 *Candida albicans*(11)에 의한 항생제에 대한 내성균의 출현을 들 수 있다.

## 창상감염의 예방

창상감염 예방의 필수적인 요소는 적극적인 감시활동, 감염조절 활동 및 창상 감염률을 정기적으로 필요한 사람에게 되먹임(feedback) 시키는 것이다(12). 그리고 CDC 지침에 의한 예방권고사항으로 다음과 같이 4개의 범주로 나눌 수 있다.

1) Category IA: should be adopted

Strongly recommended for implementation and supported by well-designed experimental, clinical, or epidemiological studies.

2) Category IB: should be adopted

Strongly recommended for implementation and supported by some experimental, clinical, or epidemiological studies.

3) Category II

Suggested for implementation and supported by suggestive clinical or epidemiological studies or theoretical rationale.

4) Unresolved issue: No recommendation

Practice for which insufficient evidence or no consensus regarding efficacy exists.

예방은 위험인자가 되는 세균, 국소창상요소 그리고 환자에 대해서 술전, 술중, 술후에 각각 필요한 조치를 철저히 시행함으로써 발생률을 낮출 수 있다.

세균오염을 방지하기 위해서 술전 대기시간을 줄이고 적절하게 제모(hair removal)하고 원위부 감염을 피하고 예방적 항생제를 사용하여야 하며 피부소독을 철저히 하고 술중에는 무균상태를 유지시키고 장내용물이 복강 내로 유출되지 않게 해야 한다. 술후에는 48~72시간 절개부위를 잘 보호하고 균혈증이 생기지 않도록 하며 배출관은 가능한 빨리 제거한다. 오염은 수술팀에 의해서 발생할 수 있기 때문에 수술실에서는 출입을 제한하고 활동과 대화를 줄이고 수술실은 양압을 유지토록 한다. 손씻기는 첫 수술인 경우 5분간 시행하며 연속적인 수술일 때는 3분간 시행하고 손톱밑을



**Table 2.** SSI Surveillance (19)

	Name	System	Scale
USA	NNIS National Nosocomial Infection Surveillance	CDC Center for Disease Control and Prevention	More than 300 Institute (more than 100,000 cases) (2001)
JAPAN	JNIS Japanese Nosocomial Infection Surveillance	Japanese Environmental Infection Committee JNIS	9 Institute (5,176 cases) (2001)
UK	NINNS Nosocomial Infection National Surveillance Scheme	PHLS Public Health Laboratory Service	70 Institute (13,776 cases) (1998)
Netherland	PREZIES PREventie van ZIEkenhuisinfectie s door Surveillance Deelcomponent postoperatieve wondinfecties	National Institute of Public Health and the Environment	57 Institute (43,313 cases) (1998)

깨끗이 하고 인공손톱은 하지 않아야 한다. 수술팀은 수술복과 수술모를 반드시 착용하고 마스크는 외부공기를 효과적으로 여과할 수 있어야 한다. 수술 술기로는 조직의 손상을 적게 하기 위해 조심스럽게 임해야 하며 철저한 지혈을 함으로써 혈종, 장액종 발생이 감소하며 모든 괴사 조직과 이물질을 제거하고 사공(dead space)이 생기지 않도록 한다. 봉합사는 단사(monofilament)를 사용하며 전기 소작은 과도하게 않도록 한다.

## 감시(Surveillance)

SSI의 발생 상황을 일정한 판정기준에 따라 정확히 조사해서 그 결과를 통계학적으로 평가하고 위험인자를 찾아내어 감염률을 감소시키고 필요한 사람에게 보고하는 것을 감시라고 정의할 수 있으며 그 목적은 창상감염을 낮추어 환자의 이환율, 사망률을 감소시켜 결국은 병원경영 개선에 일익을 담당할 수 있으며 의료의 질을 높일 수 있다. 성공적인 감시를 위해서는 역학적으로 감염에 대한 정의가 확실해야 되고 실효성 있는 감시방법이 있어야 하며 위험인자에 따른 창상감염 비율에 대한 등급이 부가되어야 하며 수집된

자료를 외과의에게 잘 되먹임(feedback) 시켜야 한다. 이렇게 감시를 실시한 결과 SSI의 발생률을 감소시킬 수 있었다는 것이 이미 1980년대에 증명되고 있다(13). 구미에서의 SSI 감시는 다음 표에서 보는 바와 같이 미국에서는 20년 이상 전부터 National Nosocomial Infection Surveillance (NNIS) 체계(14)에 따라 행해지고 있으며 CDC가 중심이 되어 300시설 이상 많은 수의 SSI의 감시가 정기적으로 보고되어 참가병원에 기준자료(baseline data)를 보내고 있다(15).

SSI 방지를 위한 지침(guideline)도 작성되어 있으며 유럽의 영국

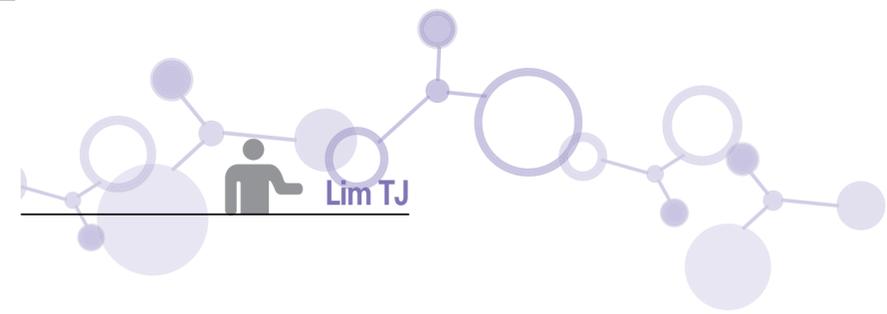
(16), 네덜란드(17)에서는 1998년부터 국가적 감시체계를 운영하고 있다. 한국에는 KONIS (Korean Nosocomial Infection Surveillance) 체계에 대한 논의가 2006년 초에 시작되어 현재 43개 종합병원 및 대학병원을 KONIS 참여병원으로 확정하여 역학 및 통계를 위한 자문연구원을 두기로 하였고 향후 본격적인 병원 감시활동을 시작할 계획으로 있다(18).

## SSI- 감시의 실제

### 1. 수술 창상 관리

#### (1) 손씻기

수술 창상치유가 지연되는 원인으로서 감염을 들 수 있으며 감염 예방에 있어서 손씻기는 기본이 된다는 것을 의료종사자들은 충분히 인식하고 있는 사항임에도 불구하고 손씻기의 기본에 충실하지 않는 것을 자주 볼 수 있다. 특히 외과의사가 수술시는 손씻기를 엄격히 하고 있으나 막상 병상 bedside)에서는 간호사보다 등한시 하는 경향이 있다. 수술 후 창상감염은 입원기간의 연장, 의료비의 증가를 초래할 뿐만 아니라 환자와의 신뢰관계를 손상시키는 위험성이 있



다는 사실을 자각한다면 창상치치 전후의 손씻기도 매우 중요시해야 한다.

## (2) 피부 관리

술후에는 대사항진에 따른 발한, 혈액으로 표피가 오염되어 소독제의 활성을 저하시키므로 피부의 청결을 유지하기 위해서는 소독제보다 생리적 식염수로 세정하는 것이 효과적이며 조직상해성이 있는 약제의 사용은 최대한 자제하고 사용 후에는 즉시 세정하여 표피에 남지 않도록 한다.

## (3) 창상관찰 및 처치

국소의 염증성 반응으로서 혈관의 확장과 혈류의 증가에 의한 발적, 열감, 팽창 및 동통이 있으므로 이러한 4대 염증성 반응의 정도와 부위의 변화를 상세히 관찰하며 일차치유 창상은 48~72시간 보호한다. 수술부위 감염 등의 원인으로 개방된 창상조직은 농즙, 괴사조직 또는 봉합사 등 이물질이 예상되므로 우선 이를 제거하고 깨끗이 하여 육아조직을 증식시키면서 봉합할 때까지 관리한다.

## (4) 전신 관찰 및 처치

염증에 대한 생체반응으로서 발열, 백혈구 증가, 혈장피브린(fibrin) 및 CRP (C-reactive protein) 증가 등이 나타나므로 술후 창상 외 감염증에서도 같은 반응을 보이므로 국소소견과 일치시켜서 종합적으로 감염의 유무를 판단해야 한다. 수술 환자의 경우 급성 염증에 의한 단백질의 이화항진(catabolism)이 일어나 영양장애에 빠질 수 있으므로 환자의 긴장을 완화시키고 충분한 수면을 취하게 하고 창상치유에 필요한 영양공급을 해야 한다.

## 항생제와 감시

술후 SSI의 발생에는 예방적으로 투여한 항생제의 유무, 종류, 투여방법이 영향을 미치며 적절한 투여법의 확립을 위해 SSI 감시가 필요한 것이다. CDC 지침(2)에 의한 항생제 투여의 원칙으로는 SSI를 감소시킨다는 사실이 확실한 수술에 대해 시도하며 안전하고 값이 싸며 술중 오염될 가능성이 있는 모든 균에 대해 살균적 효과를 갖는 것을 사용하며 약제의 치료 농도가 술중 또는 술후 2~3시간 사이에 혈중 및 조직에 유지될 수 있도록 투여한다.

## SSI에 대한 자세

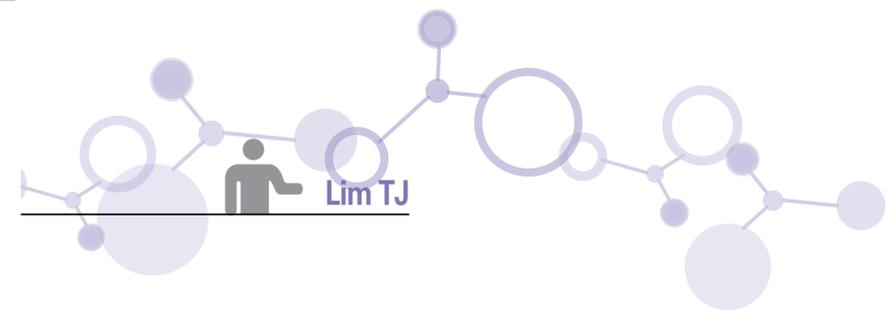
SSI는 병원감염 중 가장 예방할 수 있는 것이기 때문에 발생 위험성을 감소시키기 위한 특별한 노력이 필요하며 감염관리 프로그램의 평가와 효율적인 감염관리 전략을 개발하고 외과의는 여기에 대해 한층 더 관심을 가져야 한다.

## 참고문헌

1. Mangram A, Horan TC, Silver LC, Jarvis WR. CDC guidelines for prevention of surgical site infection. *Infection Control & Hospital Epidemiology* 1909; 20: 247-269.
2. Emori TG, Gaynes RP. An overview of nosocomial infections, including the role of the microbiology laboratory. *Clin Microbiol Rev* 1993; 6: 428-442.
3. Leaper DJ, van Goor H, Rei Ily J, Petrosillo N, Geiss HK, Torres AJ, Berger A. Surgical Site Infection—A European Perspective of Incidence & Economic Burden. *Int Wound J* 2004; 1: 247-273.
4. Kathryn BK, Jane PB, Sharon LT, William EW, Daniel JS. The Impact of Surgical-Site Infections in the 1990s: Attributable Mortality, Excess Length of Hospitalization, and Extra Costs. *Infection Control and Hospital Epidemiology Vol. 20 No 11;* 725-729.
5. Edmiston CE, Seabrook GR, Goheen MP, Krepel CJ, Johnson CP, Lewis BD, Brown KR, Towne JB. Bacterial adherence to surgical sutures: Can Antibacterial-Coated Sutures Reduce the Risk of Microbial Contamination? *J Am Coll Surg* 2006; 203: 481-489.
6. Park ES, Kim KS, Lee WJ, Jang SY, Choi JY, Kim JM. The economical impacts of surgical site infection. *Korean Journal of Nosocomial Infection Control* 2005; 10: 57-64.
7. Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG. CDC Definitions of Nosocomial Surgical Site Infections, 1992: A Modification of CDC Definitions of Surgical Wound Infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1992; 13: 606-608.
8. Nooyen SM, Overbeek BP, Brutel de la Riviere A, Storm AJ, Langemeyer JM. Prospective randomised comparison of single-dose versus multiple-dose cefuroxime for prophylaxis in coronary artery bypass grafting. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 1994; 13: 1033-1037.
9. Centers for Disease Control and Prevention. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) report, data summary from October 1986–April 1996, issued May 1996. A report from the National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System. *Am J Infect Control* 1996; 24: 380-388.
10. Schaberg DR. Resistant gram-positive organisms. *Ann Emerg*



- Med 1994; 24: 462-464.
11. Jarvis WR. Epidemiology of nosocomial fungal infections, with emphasis on *Candida* species. Clin Infect Dis 1995; 20: 1526-1530.
  12. Farrin A. Manian. Surveillance of surgical site infections in alternative settings: Exploring the current options. AJIC Vol. 25, No. 2: 102-105.
  13. Condon RE, Schulte WJ, Malangoni MA, Anderson-Teschendorf MJ. Effectiveness of a surgical wound surveillance program. Arch Surg 1983; 118: 303-307.
  14. Center for Disease Control. Outline for surveillance and control of nosocomial infections. Center for Disease Control Atlanta, 1970.
  15. NNIS Report: National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System Report, Data summary from January 1992–June 2002, Issued August 2002. American J Infect Control. 2002; 30: 458-475.
  16. Central Public Health Laboratory. Surgical site infection analysis of year's surveillance in English hospitals, 1997-1998.
  17. Geubbles EL, Mintjes-de Groot AJ, vanden Berg JM, de Boer AS. An operating surveillance system of surgical-site infections in the Netherlands. Infect Control Hosp Epidemiol 2002; 21: 311-318.
  18. Lee SO. The 10th Training Course for Nosocomial Infection Control. Korean Society for Nosocomial Infection Control 2006; 125-133.
  19. HY Kobayashi. Surgical Site Infection Surveillance. 1st ed. Medica, 2003: 36-45.



## Peer Reviewer Commentary

### 최 동 욱 (성균관대의대 외과)

본 논문은 최근에야 미국 Center for Disease Control and Prevention (CDC)에서 예방에 대한 up-grade된 가이드라인이 만들어진 수술 후 창상감염(Surgical Site Infection)에 대한 정의, 위험인자, 균주, 예방, 감시에 대하여 전반적으로 기술하고 있다. Surgical site infection은 이전에는 Surgical wound infection으로 부르던 수술 후 합병증으로 필자가 지적하였듯이 수술창 뿐만 아니라 수술에 따라 복막염이나 종격동염과 같은 장기/체강(organ/space SSI)도 포함하는 것으로 정의가 바뀌었으며, 예방에 있어서는 evidence based medicine의 개념을 도입하여 여러가지 방법을 동원하여 수술 후 창상감염의 빈도를 줄이려는 노력을 하고 있는 바, 필자는 이들을 잘 요약하여 설명하고 있다. 또한 최근 국내에서도 논의가 되고 있는 수술 후 창상감염의 감시에 대하여 언급하고 있으며 논란이 많은 주술기 항생제의 사용에 대하여 기술하고 있다. 외과 의사 뿐만 아니라 모든 의사들이 수술 후 창상감염의 예방과 감시에 대한 이해를 높임으로써 의료비용을 줄일 수 있고 환자의 만족도를 향상시키며 병원 경영에도 일조를 하리라고 사료된다.

### 김 종 혁 (울산의대 산부인과)

본 논문은 수술 후 창상감염의 전반적인 내용에 대하여 포괄적이면서도 간결하게 잘 요약하였다. 수술 후 창상감염의 정의, 위험인자, 균주, 예방 및 감시에 대하여 문헌에 보고된 근거를 중심으로 객관적으로 잘 기술하였다. 특히, 창상감염 예방의 실제적인 면을 구체적으로 기술한 점이 매우 흥미롭다. 실제 의료 현장에서 수술을 시행하는 임상 의들에게 창상감염의 예방과 관리 및 발생의 감소를 위한 매우 효과적인 지침서가 될 것이다. 필자가 본문 중에서 지적한 바와 같이 의료선진국들에 비해서 국내에서는 수술 후 창상감염에 대한 관심도가 낮은 상태이며 체계적인 연구가 거의 없는 실정이므로 향후 이에 대한 연구가 필요하며, 창상감염의 예방을 위해 모든 임상 의들이 노력하여야 할 것이다.

