

## 척추고정술 후 발생한 창상감염의 임상적 분석

한동대학교 선린병원 신경외과

김인수

### Clinical Analysis of Postoperative Wound Infections after Spinal Instrumentation

In Soo Kim, M.D.

*Department of Neurosurgery,  
Handong University Sunlin Hospital, Pohang, Korea*

**Abstract :** Postoperative wound infection remains a troublesome and not uncommon complication after spinal instrumentation. This study, representing a surgeon's 10-year experience with postoperative infection at one institution, was performed to evaluate the risk factors, diagnosis, clinical manifestations, effective managements, and prognostic factors among patients with postoperative wound infection after spinal instrumentation. Of 418 operative procedures, 14 cases (mean age, 57years) of wound infection were identified, yielding an overall infection ratio of 3.35%. Eight among 14 cases had significant preoperative risk factors (diabetes mellitus, smoker, obesity, alcoholism). Wound discharge was the most common presenting problem, with 92.8% experiencing this symptom. The most common cultured organism was *Staphylococcus aureus*, which was found in the wounds of eight patients (57.1%). All patients could be discharged after infection control without sequelae. C-reactive protein (CRP) was more correlated with clinical outcomes than other laboratory findings. Although wound infection after spinal instrumentation is a potentially devastating problem, this study suggests that aggressive surgical management, including repeated debridement followed by delayed closure, can result in preservation of instrumentation for fusion and acceptable postoperative outcomes.

**Key Words :** Postoperative wound infection, Spinal instrumentation

## 서론

최근 향상된 수술수기와 항생제 치료 및 수술실 감염에 대한 철저한 관리로 수술 후 감염의 발생은 많이 감소되었지만 척추수술 후 창상감염은 환자뿐 아니라 치료하는 의사에게도 매우 심각한 문제이다. 척추수술 후 창상감염은 입원기간이 연장되고, 장기간 항생제의 투여로 인하여 치료비용이 증가하며, 불유합과 신경학적 결손 등의 합병증의 빈도를 증가시켜 환자의 예후가 나빠지는 것을 볼 수 있다.

특히 최근 수술기법과 기구의 발달로 내고정기구를 이용한 척추유합술의 시술이 증가하고 있으며, 이러한 척추고정기구의 사용으로 수술시간이 길어지고 이물질이 인체에 삽입됨으로써 수술 후 감염의 발생 가능성이 한층 더 증가할 수 있다[2,21].

창상감염에 대한 치료방법으로는 세균배양검사 결과에 따라 감수성이 있는 항생제의 사용과 함께 변연절제술, 창상개방 및 습성치료, 지속적 관류용법, 항생제 혼합 시멘트정[6] 등의 방법들이 제시되었지만, 수술의 목표인 견고한 골유합이 이루어지기 전에 발생한 경우 척추고정기기와 이식골의 제거여부에는 논란이 있다.

저자는 척추고정기구를 이용한 척추고정술 후 발생한 창상감염환자들에게 재수술로 변연절제술을 시행하여 감염된 조직을 제거한 후 척추고정기구는 유지한 상태에서 창상개방 및 습성치료와 매일 12시간마다 창상세척 및 국소적인 변연절제를 시행하였다. 저자는 이 환자들을 대상으로 후향적 분석을 하여 수술 후 감염을 유발하는 여러 위험 요인들, 원인 균주 및 감수성이 있는 항생제, 치료방법들의 유용성, 혈액검사의 의미 등에 대해 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

1993년 3월부터 2003년 2월까지 10년간 한동대학교 선린병원에서 경추부를 제외한 흉추와 요추 추부에서 척추고정기구를 사용한 척추고정술 후 창상감염이 발생하였던 환자에 대한 후향적 분석을 하였다. 총 418례의 척추고정술을 시행하였으며, 이중

결핵이나 화농성 감염 등 일차적인 척추 감염으로 인하여 수술을 시행한 경우를 제외하고, 요추부의 척추관협착증, 척추전방전위증 등 퇴행성 질환과, 외상으로 인한 흉요추부 척추골절, 요배부 수술실패 증후군 등 일차적으로 척추고정술을 받고 1년 이내에 창상감염이 발생하여 재수술을 시행한 경우는 총 14례였다(3.35%). 감염여부는 수술부위의 배액, 열감, 발적 등 감염의 일반적 임상소견과 백혈구수, 적혈구침강속도(erythrocyte sedimentation rate, ESR), C-반응 단백질(c-reactive protein, CRP) 등의 혈액검사 소견 등을 바탕으로 판단하였다. 그리고 균주도말검사 및 배양검사는 수술시야에서 직접 또는 배농이 있는 경우 창상에서 직접 채취하였다.

대상 환자들의 입원 당시 및 외래 추적 관찰에 대한 의무기록을 분석하여 감염 위험인자, 감염의 증상과 진단, 수술기법, 치료성적 등을 조사하였다.

치료는 즉각적인 창상개방 및 배농 후 광범위한 변연절제술과 소파술을 시행하여 괴사된 조직은 철저히 제거하였고, 항생제를 혼합한 다량의 식염수를 이용하여 창상부위를 세척한 후 척추고정기구는 유지하였다. 모든 예에서 창상부위를 개방한 상태로 매일 수술실에서 국소마취 하에서 12시간마다 2회 국소적 변연절제 후 vancomycin 500 mg을 혼합한 생리식염수로 창상부위를 세척한 후 습성치료를 시행하였다.

배양검사 및 감수성 결과가 나오기 전까지 그람양성균과 그람음성균에 모두 사용가능한 teicoplanin 혹은 vancomycin과 ceftazidime을 선택하여 정맥투여하였으며, 이후 배양결과와 약제 감수성에 따라 항생제를 선택하였다. 또한 감염을 유발하는 위험인자로 당뇨, 고령, 비만, 흡연, 면역결핍, 만성 알콜중독, 만성 영양결핍, 스테로이드 장기복용, 동반된 타 부위의 감염증 등 환자가 지닌 위험인자와 척추고정기구의 종류, 수술범위와 시간, 수술 중 출혈 및 수혈량 등의 수술과 관련된 위험인자를 조사하였다.

감염이 발생하기까지의 기간, 증상, 원인균주 및 감수성이 있는 항생제에 대하여 조사하였으며, 진단 및 치료기간 결정에 있어 재수술 이후 2주간 일주일에 3회, 그 후 일주일에 2회씩 혈액검사를 실시하여

백혈구 수치, 적혈구침강속도와 C-반응 단백질의 의의에 대하여 조사하였다. 그리고 재수술 후 주기적인 국소적 변연 절제 및 창상 세척과 흡성치료 이후에 감염의 재발여부, 척추 고정 기기의 유지 여부를 조사하였다.

## 성 적

흉추와 요추추부위에서 척추고정술을 시행한 후 창상감염이 발생한 14례 중 남자는 8명, 여자는 6명이었으며, 나이는 34세부터 72세까지로 평균 57세였다.

척추고정술을 시행받은 원인 질환은 척추골절이 4례, 척추전방전위증이 1례, 척추관협착증이 8례, 척추수술 실패증후군이 1례였다. 고정술을 시행한 부위는 요추 4/5번간이 2례, 요추5번/천추1번간이 1례, 요추 4번/5번/천추1번간이 4례, 요추 3/4/5번간이 4례, 흉추12번/1번/2번 요추간이 2례, 그리고 흉추11번/12번/요추1번/2번간이 1례였다.

창상감염 환자 14례 중 8례(57.1%)의 환자가 감염의 위험요소를 가지고 있었으며 이중 당뇨가 5례(35.7%)로 가장 많았고, 흡연이 4례, 비만이 3례, 고령이 2례, 만성 알코올중독이 1례 이었다(Table 1).

척추고정술의 방법은 추체다리(pedicle)를 통한 금속나사고정술이 12례였고, 2례는 interbody cage와 추체다리를 통한 금속나사고정술을 동시에 시행하였다. 수술을 시행한 척추분절수는 1분절에서 3분절까지 있었으며, 평균 유합분절수는 1.9분절이었

다. 수술시간은 165분에서 370분으로 평균 285분이었고, 수술 중 소실된 혈액량은 580 mL에서 2550 mL로 평균 1248 mL였다.

수술일로부터 창상감염의 임상증상이 나타날 때까지 걸린 기간은 6일에서 14일로 평균 8.3일이었다. 수술 후 창상 감염의 가장 흔한 임상증상은 배액을 동반한 부분적 창상열개가 13례(92.8%)로 가장 많았으며, 국소적인 열감 및 동통 또한 11례로 많았으나 실제적으로 고열은 1례에서만 관찰되었다.

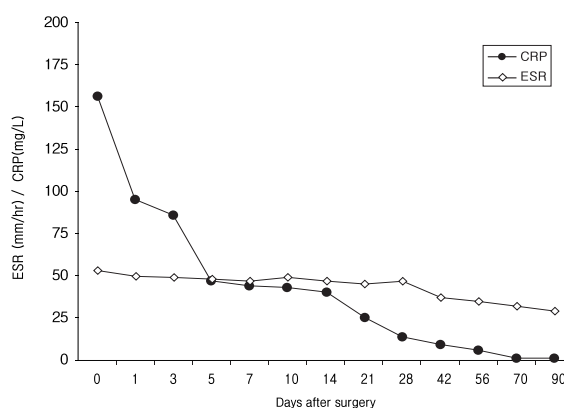
임상증상을 통하여 창상감염의 진단 당시의 백혈구수는 7,520 cells/ $\mu$ L에서 23,180 cells/ $\mu$ L까지 나타났으며(평균 15,315 cells/ $\mu$ L), 백혈구혈증(10,000 cells/ $\mu$ L 이상)은 13명에서 관찰되었다. 적혈구침강속도와 C-반응 단백질은 각각 평균 53.1 mm/hr와 15.6 mg/dL로 모든 예에서 상승되어 있었다. 수술 후 C-반응 단백질은 일주일 이내에 5 mg/dL 이하로 감소하였지만 일주일 이후부터는 하향추세는 감소하여 정상으로 돌아오는 데는 평균 63일이었고, 적혈구침강속도는 수술 후 8주가 지나도 평균 32.4 mm/hr로 상승된 상태였으나 전반적으로는 하향되는 경향을 보였다(Fig. 1).

세균배양검사 결과는 그람양성균이 10례(74%)로 가장 많았으며, 그람음성균이 2례에서 나타났다(Table 2). 그람양성균 중에서는 Staphylococcus aureus가 8례로 가장 많은 원인균이었고 다음이 Staphylococcus epidermidis 2례로, 모두 methicillin

**Table 1.** Preoperative risk factors in 14 patients with postoperative infections after spinal instrumentation

| Risk factor      | No. of patients |
|------------------|-----------------|
| Diabetes         | 5               |
| Obesity          | 3               |
| Smoker           | 4               |
| Age $\geq$ 70yrs | 2               |
| alcoholism       | 1               |

Each patient may have one or more conditions.



**Fig. 1.** Time course of plasma levels in erythrocyte sedimentation rate (ESR) and C-reactive protein (CRP) after spinal instrumentation.

**Table 2.** Infecting organisms in 14 patients with postoperative infections after spinal instrumentation

| Causative organism                | No. of cases |
|-----------------------------------|--------------|
| <i>Staphylococcus aureus</i>      | 8            |
| <i>Staphylococcus epidermidis</i> | 2            |
| Mixed organisms                   | 2            |
| <i>Escherichia coli</i>           | 1            |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i>     | 1            |

에는 내성을 나타내었고 vancomycin, teicoplanin, chloramphenicol 등에서만 감수성을 보였다. 그람 음성균은 *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*였으며, Cefazidime, Imipenem 등에 감수성을 보였다. 재수술 시행 후 정맥 항생제의 투여기간은 55일에서 68일로 평균 58일이었으며, 경구 항생제의 투여기간은 16일에서 34일로 평균 25일이었다. 교체시기의 결정은 C-반응 단백질이 정상(0.6 mg/dL)으로 회복된 시기를 기준으로 하였고, 투여중지 시기는 적혈구침강속도가 정상으로 회복되었거나 정상보다 약간 높더라도 더 이상의 감소가 없는 시기를 기준으로 결정하였다. 재수술 후 창상부위를 개방한 상태로 매일 수술실에서 국소마취 하에서 12시간마다 2회 창상부위 세척과 변연절제술을 시행한 후 습성치료를 시행하였고, 재수술 후부터 창상을 재봉합하기까지의 기간은 평균 23일이었다.

척추고정술 후 창상감염이 발생한 14례 모두에서 창상감염이 치유되었으며, 이후 추적관찰 결과 3례(21%)에서 감염의 재발로 척추고정기구를 제거해야만 했고 11례(79%)에서는 재발없이 척추고정기구를 유지하면서 성공적으로 치유되었다.

## 고 찰

1980년대 중반부터 흉요추부의 척추질환 수술에서 척추고정기구의 사용이 보편화되면서 기구와 수술기법의 발달은 술후 침상 절대안정 기간이 줄어 내과적인 합병증이 감소되고, 체외척추고정자켓의

착용 없이 척추의 골융합률을 향상시켜, 척추 환자의 치료에 상당한 역할을 담당하고 있다[3]. 특히 추체 다리를 통한 금속나사고정술은 기존의 고정술보다 단단한 고정을 할 수 있어 골융합을 유지하는데 가장 좋은 방법으로 알려져 있다[18,23,28,29]. 이러한 장점들로 척추고정기구를 이용한 척추유합술은 증가하고 있다. 그러나 기구 및 수술기법의 발달에도 불구하고 이로 인한 합병증이 증가하고 있고 대부분 합병증들은 환자의 예후를 악화 시키는 중요한 요인이 되고 있다. 척추고정술 후 발생하는 창상감염은 매우 심각한 합병증으로써, 발생률은 1.9%에서 20%[1,6,13,19,27,30]까지 다양하게 보고되고 있다. 최근 내고정기구를 이용한 척추유합술은 그 적용 범위 또한 증가하는 경향이며, 이러한 기구의 사용으로 인하여 수술 시간이 길어지고 이물질의 삽입으로 인한 수술 후 감염은 기구를 사용하지 않은 경우보다 더욱 증가된다[2,21].

지금까지 밝혀진 척추수술 후 감염의 위험 인자 중에 환자의 내적인자로 당뇨, 스테로이드나 마약 장기 사용자, 비만, 원발부위의 감염원, 면역결핍, 흡연, 만성알코올중독, 고령, 영양결핍, 만성 신부전증 등이 보고되고 있다[6,14]. 감염의 발생 가능성을 높이는 내적인자나 수술이 금기시되었던 다른 요인들을 지닌 환자들도 마취과학 및 수술수기의 발달로 수술의 대상이 됨으로써 수술 후 더욱 많은 위험 유발 요인을 가지게 되었다. 저자의 경우도 척추 고정술 시행 후 감염된 14례 중 8례(57%)에서 이러한 위험요인을 가지고 있었고 6명에서는 2가지 이상의 위험요인을 가지고 있었다.

감염의 위험 인자 중 수술과 관련된 인자를 살펴보면, 전방경유 보다 후방경유 척추수술에서 감염의 발생률이 높은 것으로 보고되고 있다. 후방경유 척추수술의 경우 시야 확보를 위해 양측 횡돌기와 목표 부위의 상하방을 포함한 광범위한 절개 및 박리가 필요하고 이러한 광범위한 박리와 장시간의 견인은 척추 주변 근육의 경색을 초래하게 됨으로써 감염의 가능성을 증가시킨다. 또한 후방경유 척추수술은 수술 시간이 길어지고, 출혈량이 많고, 혈액이 고일수 있는 사강이 크게 만들어 질수 있어 감염의 가능성을 증가시키는 것으로 알려져 있다[15]. 그리고 척추

고정기기의 사용 자체가 감염의 위험요인이라는 보고도 있다[20]. 저자의 경우에서도 감염은 모두 후방경유 척추고정술 후에 발생하였으며, 유합분절수가 많고, 수술에 소요된 시간이 길거나, 수술 중 소실된 혈액량이 많은 경우에서 창상감염의 발생이 잘 일어난 것으로 사료되어 진다. 척추주변의 근육이나 인대의 세심한 박리로 조직의 괴사와 혈액의 소실을 최소화하고 무균적 수술과 수술시간 감축이 수술 후 감염을 줄이는데 중요하며, 특히 다른 연구기관에 비해 특정한 연구기관에서 감염의 비율이 높은 것은 수술시간과 연관이 크다고 생각할 수 있다[31].

수술 후 창상감염의 조기진단은 성공적인 치료를 위하여 필수적인 것으로, 전산화단층촬영이나 자기공명영상 등의 검사는 금속고정기기와 술 후 조직의 변화로 인하여 제약을 받고, 단순방사선촬영은 감염 후 2내지 8주 동안에도 미란성의 골변화를 포착하지 못하였으며, 생검 및 조직 또는 흡인배양검사도 음성으로 나오는 경우가 많다[24]. 그러므로 수술 후 창상감염의 조기진단에는 실제적으로 어려움이 있으며, 감염이 상당히 진행되어 창상 부위의 배액을 동반한 부분적 창상열개, 국소적인 열감 및 발적을 동반한 동통, 전신적인 발열과 호전된 신경학적 증상의 악화 등과 같은 임상증상을 통하여 감염을 의심할 수 밖에 없다. 지금까지 다른 보고들과 [6,15,27] 같이, 본 연구에서는 창상 부위의 배액을 동반한 부분적 창상열개가 13례(92.8%)로 가장 많았으며, 전신적인 고열은 실제적으로 1례에서만 나타났다.

그리고 혈액학적 검사상 적혈구침강속도와 C-반응 단백질의 상승이 있을 때 감염을 의심할 수 있으며, 수술 후 평균 5일에서 16일에서 창상감염이 발견된다고 하였다[6,16,22]. 본 연구에서는 평균 8.3일로 비교적 조기에 창상감염이 발견되었는데, 아마도 매일 세심한 창상 부위 및 배액 유무의 관찰과 수술 후 주기적인 혈액검사를 시행한 결과로 생각되며, 이러한 노력들이 보다 빠른 진단과 치료에 도움을 주게 된다[21].

척추수술 후 창상 감염의 존재유무와 중증도 판정, 그리고 치료 결과의 판정에 혈액학적 검사는 필수적이며 가장 중요한 정보를 제공하는데 적혈구침강속도와 C-반응 단백질의 증감은 매우 유용한 지

표가 된다. 특히 C-반응 단백질은 염증성 질환, 체내 조직의 괴사와 같은 질환에서 현저하게 증가하는 혈청단백의 하나로 소위 급성상 반응단백의 대표적 성분이다. C-반응 단백질은 생체에 이상이 생긴 경우 6내지 24시간 이내에 증가하는 동시에 병변회복에도 24시간 이내로 빨리 감소, 소실하는 특징을 갖고 있어 염증성 또는 조직붕괴성 질환의 존재여부와 그 중증도 판정, 경과 관찰 및 예후 판정에 대단히 유용하다[11].

척추수술 후 창상감염에서 C-반응 단백질은 현미경을 사용한 추간판제거술과 전방경유 척추유합술에서는 술 후 2일째에, 보통의 추간판제거술과 후외측방 척추유합술에서는 술 후 3일째 최고치를 보이며 술 후 5일에서 14일 사이에 정상으로 돌아온다고 한다[25]. 적혈구 침강속도는 술 후 약 5일경에 최고치에 달하였다가 21일에서 42일에 걸쳐 천천히 정상화 된다고 하며, 적혈구 침강 속도 보다는 C-반응 단백질이 술 후 감염의 조기 진단에 더 나은 지표라고 보고하고 있다[25].

척추고정술 시행 후 5일 이후에 백혈구수의 의미 있는 증가가 없더라도 임상증상과 더불어 C-반응 단백질의 상승이 있는 경우에는 창상감염을 의심해 보는 것이 조기진단에 도움이 될 것으로 생각되어진다. 본 연구에서도 척추고정술 시행 후 요통이나 둔부통 등의 증상이 5일 이상 지속되거나 심해지는 경우 C-반응 단백질의 의미있는 증가가 관찰되었으며 감염의 조기 진단에 많은 도움이 되었다.

척추고정술 시행 후 발생하는 창상감염은 수술적 치료를 우선적으로 고려하여야 하는데, 이러한 감염은 대부분 심부감염으로 농양을 포함하고 있어 수술적 치료를 하지 않고 항생제만 사용하는 경우에는 항생제의 조직 침투율이 낮고, 척추고정기기의 금속표면에 세균에서 생성되어지는 다당질로 구성된 생체막이 유착을 촉진함으로써 숙주의 면역과 항생제로부터 군주 자체를 보호하는 기전이 생겨 치료에 어려움을 준다[5,9]. 그러므로 창상감염이 발생한 경우 즉시 재수술로 창상개방을 통해 광범위한 변연 절제술, 배농, 소파술을 시행하여 농양과 괴사된 조직을 철저히 제거한 후 항생제를 혼합한 생리식염수로 세척을 시행해야한다[4,10,27]. 재수술 후, 배양검사 결과

가 확인 될 때까지는 경험적으로 항생제를 선택하여 투여해야 하나, 감염된 균주가 확인되면 감수성이 있는 항생제로 교체해야 한다.

척추 고정술 후 창상감염을 일으키는 균주로 Staphylococcus aureus가 가장 흔한 원인균으로 보고되고 있으며 [6,15,27] 본 연구에서도 Staphylococcus aureus가 8례에서 배양되어 가장 많은 원인균주이었으며, 모든 그람양성 균주에서 methicilin에 내성을 보였다. 이러한 경우에 배양검사 결과가 나오기 전에 vancomycin 이나 teicoplanin을 우선적으로 사용하는 것이 치료에 도움이 될 것으로 생각된다. 그람음성균의 경우 원인균이 여러 가지이나 ceftazidim 혹은 Imipenem 같은 약제에 대부분 감수성이 있으므로 경험적 항생제의 선택은 그람양성 및 그람음성을 모두 포함하여 언급된 약제들을 조합하여 사용해야 하겠다 [7].

수술적 치료방법 중 지속적인 관류 및 흡인시스템 [8,12,15]이 있으나 침상에서 안정가료 중에는 체위로 인한 지속적인 통증이 심하고 창상부위 내부조직의 호전 유무를 직접 확인할 수 없어 혈액검사 결과로만 확인할 수 있기 때문에 저자는 이용하지 않았다. 또한 이 시스템은 불유합 및 Pseudomonas 중 감염의 위험을 증가시킨다는 보고도 있다 [26].

저자의 경우, 모든 예에서 광범위한 변연절제술 및 소파술을 시행한 후 창상부위를 개방한 상태로 매일 수술실에서 국소 마취 하에서 12시간마다 2회 국소적 변연절제술 후 vancomycin 500 mg을 혼합한 생리식염수로 창상부위를 세척한 후 습성치료를 시행하였으며, 재수술 후 감수성 결과에 따라 항생제를 바꾸어 투여하였다. 치료의 반응 및 치료종결시기를 결정하기 위해 일정간격으로 혈액검사를 시행하여 백혈구수, 적혈구 침강속도, C-반응 단백질을 추적 관찰하였다. 특히 술후 감염의 더 특이적인 검사법인 [25] C-반응-단백질을 추적 관찰하여 그 변화에 따라 재봉합 및 항생제 정맥투여 종결시기를 결정하였으며, 적혈구 침강속도가 감소하지 않을 경우는 잔여감염을 의미하므로 [9,22] 이 수치에 따라 경구 항생제의 투여종결 여부를 결정하였다.

저자의 경우, 재수술과 주기적인 창상세척과 습성치료를 시행한 후 재봉합을 하였고, 적절한 항생제

투여와 지속적인 추적 관찰로 재발이나 기구를 제거하지 않고 79%에서 성공적으로 치료를 하였다. 그러므로 감염된 창상부위의 광범위하고 철저한 변연절제술 및 세척을 하되 내고정 기기나 이식골은 대부분 제거할 필요가 없었다 [4,6,9,27].

## 요 약

척추의 고정기기를 사용한 척추 유합술은 골융합을 향상시키고, 체외 척추고정 없이 조기 보행을 시킬 수 있는 장점이 있어 사용범위가 증가함에 따라 창상 감염의 가능성도 증가하고 있다. 척추 고정술 후 발생하는 창상 감염은 무서운 합병증이며, 환자의 예후를 나쁘게 할 수 있다. 저자는 즉각적인 재수술로 광범위하고 철저한 변연절제 및 소파술을 시행한 후 창상개방과 주기적인 세척 및 습성치료와 함께 감수성이 있는 적절한 항생제의 사용으로 척추 고정기기를 유지하면서 성공적인 치료를 할 수 있었다. 척추 고정술을 시행한 후 세심한 창상부위 관찰 및 주기적 혈액검사를 통하여 감염을 조기에 진단하고, 빠르고 적절한 치료가 가장 중요할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. Aydinli U, Karaeminogullari O, Tiskaya K. Postoperative deep wound infection in instrumented spinal surgery. *Acta Orthop Belg* 1999;65:182-7.
2. Capen DA, Calderone RR, Green A. Perioperative risk factors for wound infection after lower back fusions. *Orthop Clinics North Am* 1996;27:83-6.
3. Cortrel Y, Duboussier J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop* 1988;227:10-23.
4. Esses SI. The AO spinal internal fixation. *Spine* 1989;14:373-8.
5. Gristina AG, Naylor PT, Webb LX. The race for the surface. *American academy of orthopedic surgeons 31st instructional course lecture*, Rosemont.

- American Academy of Orthopedic Surgery 1990;471-81.
6. Glassman SD, Dimar JR, Puno RM, Johnson JR. Salvage of instrumented lumbar fusions complicated by surgical wound infection. *Spine* 1996;**21**:2163-9.
  7. Gilbert DN, Moellering RC Jr, Sande MA. The Sanford guide to antimicrobial therapy, ed 33. Hyde Park. *Antimicrobial Therapy Inc* 2003;2-4.
  8. Garrido E. Closed irrigation-suction technique in the treatment of lumbar laminectomy infection. case report. *Neurosurgery* 1979;**5**:354-5.
  9. Greenberg MS. *Handbook of Neurosurgery*. 5th ed. New York: Thieme; 2001,p.239-49.
  10. Gaines DL, Me JH, Bocklage Jr. Management of wound infections following Harrington instrumentation and spine fusion. *J Bone Joint Surg* 1970;**52A**:404.
  11. Henry JB. *Clinical Diagnosis and Management by laboratory Method*, 19 ed. Philadelphia. WB Saunders Company 1996;45-9.
  12. Ido K, Shimizu K, Nakayama Y, Shikata J, Matsushita M, Nakamura T. Suction/irrigation for deep wound infection after spinal instrumentation: a case study. *Eur Spine J* 1996;**5**:345-9.
  13. Klink BK, Thurman RT, Wittpenn GP, Lauerman WC, Cain JE. Muscle flap closure for salvage of complex back wound. *Spine* 1994;**19**:1467-70.
  14. Khanna RK, Malik GM, Rock JP, Rosenblum MI. Spinal epidural abscess. evaluation of factors influencing outcome. *Neurosurgery* 1996;**39**:958-64.
  15. Levi ADO, Dickman CA, Sonntag VKH. Management of postoperative infections after spinal instrumentation. *J Neurosurg* 1997;**86**:975-80.
  16. Law JD, Lehman RA, Kirsch WM. Reoperation after lumbar intervertebral disc surgery. *J Neurosurg* 1978;**48**:259-63.
  17. Mehbod AA, Ogilvie JW, Pinto MR, Schwender JD, Transfeldt EE, Wood KB, *et al.* Postoperative deep wound infections in adults after spinal fusion. *J spinal Disord Tech* 2005;**18**:14-7.
  18. McAfee PC, Weiland DJ, Carlow JJ. Survivorship analysis of pedicle spinal instrumentation. *Spine* 1991;**16**(Suppl 8):S422-7.
  19. Picada R, Winter RB, Lonstein JE, Denis F, Pinto MR, Smith MD, *et al.* Postoperative deep wound infection in adults after posterior lumbosacral spine fusion with instrumentation: incidence and management. *J Spine Disord* 2003;**13**:42-5.
  20. Petty W, Spanier S, Shuster JJ, Silverthorne C. The influence of skeletal implants on incidence of infection. Experiments in a canine model. *J Bone Joint Surg (Am)* 1985;**67**:1236-44.
  21. Roberts FJ, Walsh R, Wing P, Dvorak M, Schweigel J. The influence of surveillance methods on surgical wound infection rates in a tertiary care spinal surgery service. *Spine* 1998;**23**:366-70.
  22. Rawlings CE, Wilkins RH, Gallis HA. Postoperative intervertebral disc space infection. *Neurosurgery* 1983;**13**:371-6.
  23. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin Orthop* 1986;**203**:7-17.
  24. Simith AJ, Bloser SI. Infections and inflammatory processes of the spine. *Radiol Clin North Am* 1991;**29**:809-23.
  25. Thelander U, Larsson S. Quantitation of C-reactive protein levels and Erythrocyte sedimentation rate after spinal surgery. *Spine* 1992;**17**:400-4.
  26. Transfeldt EE, Lonstein JE, Winter RB, Bradford DS, Moe JH, Mayfield JK. Wound infections in reconstructive spinal surgery. *Orthop Trans Rel Res* 1985;**9**:128.
  27. Weinstein MA, McCabe JP, Cammisa FP Jr. Postoperative spinal wound infection: a review of 2,391 consecutive index procedures. *J Spinal Disord* 2000;**13**:422-6.
  28. West JL III, Ogilvie JW, Bradford DS. Results of spinal arthrodesis with pedicle screw-plate fixation. *J Bone Joint Surg (Am)* 1991;**73**:1179-84.

29. Whitecloud TS 3rd, Butler JC, Cohen JL, Candelora PD. Complications with the variable spinal plating system. *Spine* 1989;**14**:472-6.
30. Wimmer C, Gluch H. Management of postoperative wound infection in posterior spinal fusion with instrumentation. *J Spinal Disord* 1996;**9**:505-8.
31. Zucherman J, Hsu K, White A, Wynne G: Early results of spinal fusion using variable spine plating system. *Spine* 1988;**13**:570-9.