

# 인공관절 치환술 후 CRP 수치를 이용한 급성 감염의 예측

## Prediction of Early Postoperative Infection after Arthroplasty Using the C-Reactive Protein Level

서유성 • 최형석 • 노재휘 • 원성훈 • 최종원 • 이재철 • 박종석

순천향대학교 의과대학 정형외과학교실

**목적:** 인공관절 치환술 후 4주 이내의 급성 감염에서 측정된 C-반응성 단백(C-reactive protein, CRP)의 변화 양상을, 감염이 없었던 인공관절 환자군과 비교하여 차이점을 분석하고자 하였다.

**대상 및 방법:** 하지 인공관절 치환술 후 4주 이내에 발생한 급성 술 후 감염 환자 33예(고관절: 26예, 슬관절: 7예)를 대상으로 하여, CRP를 측정하여 같은 기간 감염이 없었던 환자군 50예(고관절 25예, 슬관절 25예)의 CRP 변화 양상과 비교하고 분석하였다.

**결과:** 비감염군에서는 술 후 2-3일째 CRP의 급격한 상승 후 수술 3주째까지 지속적인 감소 추세를 나타내지만, 심부 감염군에서는 술 후 13일경, 천부 감염군에서는 술 후 10일경에 CRP의 상승이 나타나는 bimodal curve를 나타내었다.

**결론:** 인공관절 치환술 후 CRP가 재상승하는 양상(bimodal pattern)인 경우 급성 술 후 감염을 의심하여 적극적인 조기 검사 및 치료를 통해 효과적인 치료를 할 수 있었다.

**색인단어:** 고관절, 슬관절, C-반응성 단백(C-reactive protein, CRP), 감염, 인공관절 치환술

## 서론

인공관절 치환술 후 감염증은 환자 및 보호자뿐만 아니라 수술을 집도한 의사 모두에게 곤혹스러운 합병증의 하나로, 감염이 의심되는 경우 정확한 진단과 신속하고 적절한 치료 결정이 매우 중요하다.<sup>1-4)</sup> 특히 수술 후 4주 이내의 급성 술 후 감염(acute postoperative infection)<sup>5)</sup>이 발생하였을 때 전형적인 배농이나 수술부위의 심한 통증 혹은 열감 등의 뚜렷한 임상적 경과를 보이는 경우가 흔하지는 않으며, 이를 정확히 진단하고 적극적인 치료를 시행하기 위한 결정을 내리기는 쉽지 않다.<sup>1,5-7)</sup> 확진된 삽입물 주위 심부 감염의 경우, 삽입물을 제거하고 2단계 재치환술을 시행하는 방법이 일반적으로 추천되나,<sup>8,9)</sup> 술 후 4주 이내의 급성기 감염일 경우에는 인공관절 주위 세척술만으로도 좋은 결과를 얻을 수

있다고 보고되고 있다.<sup>10-13)</sup> 감염을 조기에 예측하기 위하여 발열과 같은 감염 징후 포착 외에 혈액학적 검사로 백혈구(white blood cell [WBC] count), 적혈구 침강 속도(erythrocyte sedimentation rates, ESR), C-반응성 단백(C-reactive protein, CRP) 등의 혈액학적 표지자가 주로 사용되고 있다.<sup>7,14-18)</sup> 그중 CRP는 백혈구와 적혈구 침강 속도에 비해 정확하고 염증에 신속하게 반응하여 감염을 예측하는 데 민감도가 높은 검사로 널리 사용되고 있다.<sup>7,14,19-21)</sup> 그러나 CRP 결과치의 변동폭이 비교적 크고 감염으로 진단하기 위한 수치의 범위와 기준은 명확하게 확립되어 있지 않으며 결과도 매우 다양하게 보고되고 있다.<sup>14,18,19)</sup> 이에 본 연구에서는 인공관절술 후 4주 이후 발생한 만기 지연성 감염(late chronic infection)<sup>5)</sup>을 제외한 술 후 4주 이내 발생하였던 급성 감염 환자들을 대상으로 술 후 기간별 CRP를 연속적으로 측정하여 변화 양상을 분석하고 감염이 없었던 인공관절 환자군과 비교하여 술 후 조기 감염을 예측하기에 신빙성이 있는 기간별 CRP와 그 변화 양상에 대하여 분석하고자 하였다.

접수일 2011년 2월 17일 수정일 2011년 4월 11일

게재확정일 2011년 7월 24일

교신저자 노재휘

서울시 용산구 대사관길 22 (한남동 657번지), 순천향대학교 의과대학 순천향대학교병원 정형외과학교실

TEL 02-709-9250, FAX 02-794-9414

E-mail huuytime@gmail.com

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

2004년 3월부터 2009년 6월까지 하지 인공관절 수술을 시행 후 4주 이내에 발생한 급성 수술 후 감염(acute postoperative infection)<sup>5)</sup> 환자 33예(인공 고관절 치환술: 26예, 인공 슬관절 치환술: 7예)를 대상으로 하였다. 환자의 평균 나이는 75.11세(범위: 56-97세)였으며, 심부 감염이 10예(deep infection: A군, 인공 고관절 치환술: 7예, 인공 슬관절 치환술: 3예)였고, 천부 감염이 23예(superficial infection: B군, 인공 고관절 치환술: 19예, 인공 슬관절 치환술: 4예)였다. 감염 환자군과의 비교를 위하여 같은 기간 동안 수술을 시행하였던 환자 중 어떠한 감염 징후도 없었던 비감염군 50예(no infection: C군, 인공 고관절: 25예, 인공 슬관절: 25예)를 무작위로 선택하여 CRP 수치를 조사하였으며, 이들의 평균 나이는 76.40세(범위: 52-83세)였다(Table 1). 수술 후 4주 이후에 발생한 만성 지연 감염(late chronic infection)<sup>5)</sup> 환자들은 대상에서 제외하였으며, 수술 후 CRP 상승을 일으킬 수 있는 오류 가능성을 배제하기 위하여 감염군과 비감염군 모두에서 내과적 혹은 전신적 합병증

으로 폐렴, 요로감염, 색전증 등을 동반한 환자들은 연구 대상에서 제외하였다. 또한 천부 감염으로 판단하여 항생제 치료를 하다가 심부 감염으로 발전하여 수술적 치료를 시행한 경우도 항생제 치료로 인한 CRP 수치 측정의 오류 가능성으로 연구 대상에서 제외하였다.

### 2. 감염의 구분 및 치료 방법

감염은 Center for Disease Control의 Nosocomial Infection National Surveillance Scheme (NINSS)<sup>22)</sup>의 기준을 이용하여, 심부 감염군(A군)과 천부 감염군(B군)으로 분류하였다(Table 2). 심부 감염의 정의는 전신적인 발열이 있으면서 수술부위 연부조직 파열과 함께 명확한 배농이 있는 경우이거나, 외부로 배농은 없으나 초음파상 관절강 내에 혈종과 다른 양상의 액체가 고여 초음파 유도 하에 천자를 시행하여 관절강 내 감염(WBC count > 50,000)을 확인한 경우를 심부 감염으로 구분하였고, 수술부의 열감, 발적, 통증 등의 NINSS<sup>22)</sup> 기준과 함께 초음파상 관절강 내 인공 삽입물 주변에 다른 이상 소견이 없이 창상 주위 천부 연부 조직에만 감염이 국한된 경우를 천부 감염으로 정의하였다.<sup>23)</sup>

Table 1. Demographic Characteristics of Patients in Superficial Infection, Deep Infection and No Infection Groups

| Dermographics      | Superficial infection |       | Deep infection     |      | Total infection | No infection         |       |
|--------------------|-----------------------|-------|--------------------|------|-----------------|----------------------|-------|
| Number of patients | THA*: 19<br>TKA†: 4   |       | THA*: 7<br>TKA†: 3 |      | 33              | THA*: 25<br>TKA†: 25 |       |
| Mean age±SD        | 72.69±9.20            |       | 77.83±10.08        |      | 75.11           | 76.40±8.27           |       |
| Sex                | M: 3                  | F: 20 | M: 1               | F: 9 | 33              | M: 17                | F: 33 |

\*Total hip arthroplasty; †Total knee arthroplasty. M, male; F, female.

Table 2. Definition of Surgical Site Infection and Criteria for Defining Superficial Incisional Infection

| Type of incisional infection |  |
|------------------------------|--|
| Superficial                  | Skin and subcutaneous tissue   |
| Deep                         | Deep soft tissue   |
| Superficial infection        | Criteria   |
| 1                            | Purulent drainage from the superficial infection   |
| 2                            | The superficial infection yields organisms from the culture of aseptically-aspirated fluid or tissue, or from a swab and pus cells are present |
| 3                            | At least two of the following symptoms and signs of inflammation:  |
|                              | Pain or tenderness   |
|                              | Localized swelling   |
|                              | Redness  |
|                              | Heat   |
| And                          | a) The superficial infection is deliberately opened by a surgeon to manage the infection, unless the incision is culture-negative.             |
| Or                           | b) A clinician's diagnosis of superficial incisional infection   |

The diagnosis of superficial infection should be made based on the presence of at least one of the above three criteria.

모든 수술은 단일 슬자에 의해 시행되었으며, 모든 환자에서 수술 후 평균 3.8일(범위: 3-5일) 예방적 항생제를 사용하였고, 배액관은 술 후 3일 이내에 모두 제거하였다.

심부 감염으로 판단된 경우는 총 10예(인공 고관절 치환술: 7예, 인공 슬관절 치환술: 3예)였으며, 즉시 응급으로 관혈적 배농술 및 관절 세척술을 시행하는 것을 원칙으로 하였다. 인공 고관절 치환술의 경우 전치환술에서는 비구컵과 대퇴 삽입물을 제거하지 않고 폴리에틸렌 라이너와 골두를 교체하였고, 양극성 반치환술에서는 양극성 반치환컵과 골두를 교체하였다. 인공 슬관절 치환술의 경우에는 대퇴부 및 경골부 삽입물을 제거하지 않고, 폴리에틸렌 라이너의 교체를 시행하였다. 심부 감염 진단 후 세척술은 술 후 평균 18.4일(범위: 7-28일)에 시행하였다.

천부 감염은 총 23예(인공 고관절 치환술: 19예, 인공 슬관절 치환술: 4예)였으며, 수술부의 발적이 가라앉고, CRP가 1 이하(정상 참고치)가 될 때까지 정맥 항생제를 투여하여 감염을 억제하였다. 천부 감염 시 진단은 평균 14.5일(범위: 7-19일), 평균 항생제 사용 기간은 진단 후 20일(범위: 10-28일)이었으며, 5일 간격으로 초음파로 관절강 내부 및 주위 연부 조직에 비정상적 변화가 있는지 추적하였다.

### 3. 기간별 CRP의 측정 및 분석

감염이 있었던 환자군(A군, B군)의 CRP 수치를 술 전, 술 후 2-4일(1기), 5-8일(2기), 9-11일(3기), 12-14일(4기), 15-17일(5기), 18-21일(6기)로 나누어, 같은 기간 감염이 없었던 환자군(C군) 50예(고관절 25예, 슬관절 25예)의 CRP의 변화 양상과 비교하고 변화 양상에 대해 분석하였다. 또한 A군, B군, C군의 각 기간별(1-6기) CRP의 수치가 통계학적으로 유의한 차이가 있는지 조사하였다.

### 4. 통계적 방법

통계적 방법은 세 군의 기간별 CRP를 비교하기 위하여 Robust ANOVA를 이용하여 검정하였고, 각 군의 종류 간 차이(post hoc 분석)를 알아보기 위해 Tamhane의 T2 다중 비교 방법을 이용하

여 사후 검정을 실시하였다. 유의성의 판정은 p값이 0.05 미만으로 하였으며, 모든 통계 처리는 SPSS version 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

## 결 과

### 1. 수술 후 CRP 변화 양상

심부 감염 환자군(deep infection: A군), 천부 감염 환자군(superficial infection: B군), 감염이 없는 환자군(no infection: C군)의 술 전 평균 CRP 수치는 A군/B군/C군(평균±표준편차): 5.01±3.72/4.49±4.88/3.83±3.40이었다. 술 후 CRP의 평균 수치가 1기(2-4일)는 A군/B군/C군(평균±표준편차): 14.19±9.43/9.23±5.86/7.29±4.36이었고, 술 전과 1기 CRP는 세 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 발견할 수 없었다(p-value [initial]=0.791, p-value [1기]=0.136) (Table 3).

그러나 술 후 CRP의 평균 수치가 2기(5-8일)는 12.41±5.26/7.31±5.78/2.43±1.23, 술 후 3기(9-11일)는 10.07±2.87/9.51±8.93/1.50±1.00, 술 후 4기(12-14일)는 12.80±4.64/7.04±7.62/1.09±0.88, 술 후 5기(15-17일)는 8.97±2.51/5.31±6.26/0.62±0.40, 술 후 6기(18-21일)는 6.13±1.37/3.60±3.43/0.60±0.84로 관찰 되어, 감염군(A군, B군)과 비 감염군(C군)에서 1기를 제외한 2기에서 6기까지 모두에서 CRP 수치가 통계학적으로 유의하게 높은 점을 관찰할 수 있었다(p<0.05) (Table 3). 그러나 심부 감염군(A군)과 천부 감염군(B군) 간의 비교 분석에서는 통계적 유의성을 보였던 비감염군과의 결과와는 다르게 3기와 4기에서 통계적인 차이가 없었다(p-value [3기]=0.389, p-value [4기]=0.122) (Table 3).

비감염군에서는 술 후 2-3일째 CRP의 급격한 상승 후 수술 3주째까지 지속적인 감소 추세를 나타내지만, 심부 감염군(A군)에서는 술 후 약 13일경에(4기), 천부 감염군(B군)에서는 술 후 대략 10일경에(3기), 비감염군의 감소 추세와 다른 CRP의 상승이 나타나는 bimodal curve를 보였다(Fig. 1).

심부 감염군(A군)과 천부 감염군(B군)을 합한 전체 감염군에서 CRP의 bimodal curve 양상을 보이는 경우는 총 33예 중 29예

Table 3. The Comparison of Mean CRP Levels among Group A, B and C

| Groups                          | Initial level | 1st period | 2nd period | 3rd period | 4th period | 5th period | 6th period |
|---------------------------------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Deep infection (Group A)        | 5.01          | 14.19      | 12.41      | 10.07      | 12.80      | 8.97       | 6.13       |
| Superficial infection (Group B) | 4.49          | 9.22       | 7.31       | 9.51       | 7.03       | 5.31       | 3.60       |
| No infection (Group C)          | 3.83          | 7.29       | 2.43       | 1.50       | 1.09       | 0.62       | 0.60       |
| p-value* (Group A-Group B)      | 0.992         | 0.407      | 0.031      | 0.389      | 0.122      | 0.366      | 0.032      |
| p-value* (Group A-Group C)      | 0.983         | 0.227      | 0.002      | 0.001      | 0.003      | 0.002      | 0.000      |
| p-value* (Group B-Group C)      | 0.879         | 0.663      | 0.005      | 0.004      | 0.007      | 0.005      | 0.003      |
| p-value† (all three group)      | 0.791         | 0.136      | 0.000      | 0.000      | 0.000      | 0.000      | 0.000      |

\*Tamhane's T2 multiple comparison; †Robust ANOVA (Welch). CRP, C-reactive protein.

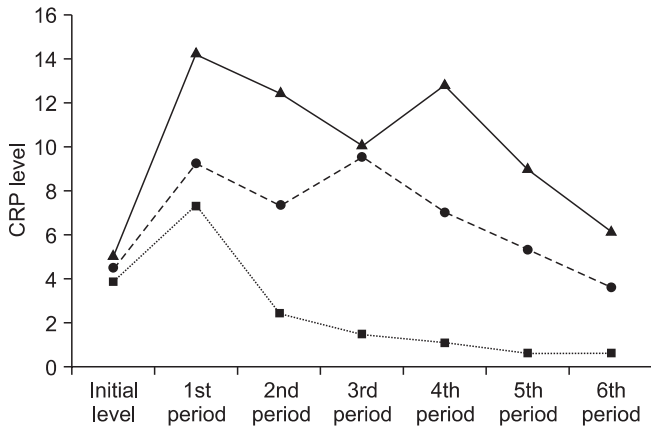


Figure 1. Changing pattern of CRP in deep infection (—▲—), superficial infection (---●---) and no infection groups (··■··). Both the deep and superficial infection groups showed bimodal increase in the CRP level around the 3rd or 4th period. CRP, C-reactive protein.

(87.9%, A군: 7예, B군: 22예)였으며, 비감염군(C군)에서 1기 이후에 지속적인 감소 추세를 보여야 할 CRP가 3기나 4기에서 상승을 보이는 bimodal curve 양상인 경우는 총 50예 중 6예(12%)였다. 즉 bimodal curve 양상을 보일 경우 감염에 대한 민감도는 87.9%, 특이도는 88.0%, 양성 예측도는 82.9%, 음성 예측도는 91.7%로 각각 조사되었다.

## 2. 감염군에서의 치료 결과

심부 감염 시에는 진단 즉시 응급 세척술을 시행하였고, 총 10예 중 7예(70%)에서 세척술 후 감수성이 있는 항생제 정주를 통해 감염의 재발 없이 치료할 수 있었다. 그러나 3예에서는 세척술 후에도 감염이 재발하여, 2예(인공 고관절 치환술 1예, 인공 슬관절 치환술 1예)에서는 모든 삽입물을 제거하고 항생제 시멘트 스페이서를 통한 감염 조절 후 재치환술을 시행하는 2단계 재치환술을 시행하여 감염을 치료하였으나, 인공 슬관절 치환술을 시행했던 1예에서는 2단계 재치환술에도 감염 조절이 되지 않아 외고정 장치를 이용한 슬관절 유합술을 시행하였다.

NINSS<sup>22)</sup>의 기준에 부합하는 천부 감염 환자 23예에서는 감염의 악화 혹은 재발 없이 CRP가 정상화될 때까지 항생제를 투여하여 감염을 조절하였다.

## 고 찰

인공관절 치환술 후 감염은 진단 자체가 어려운 경우가 많으며, 진단이 되었더라도 치료지침을 결정하기가 수월하지 않아 치료가 어려운 합병증이다. 감염에 대한 효과적인 진단방법과 치료 방침에 대해서는 여러 다양한 방법들이 소개되고 있다.<sup>14,16-18)</sup> 본 연구는 4주 이내의 급성 술 후 감염에서 CRP의 변화 양상을 관찰하여, 술 후 2-3일 이후 감소 추세에 있어야 할 CRP가 3기(9-11

일), 4기(12-14일)경 증가하는 양상을 보일 경우 감염의 가능성이 높다는 결론을 얻었고, CRP의 절대치보다는 변화 양상을 관찰하여 그에 대한 적극적인 평가와 검사를 통해 감염의 치료를 지연시키지 않고 효과적인 치료를 시행할 수 있었다.

4주 이내의 급성 술 후 감염과 4주 이후의 만기 지연성 감염의 치료에 있어 급성 감염을 조기에 발견하는 경우 세척술만으로도 비교적 만족할 만한 결과들이 보고되고 있으나,<sup>1,10,12,13,24)</sup> 심부 감염이거나 만기 지연성 감염인 경우 세척술만으로 치료하기에는 제한점이 많고, 2단계 재치환술로 비교적 성공적인 결과를 보이고 있으나 실패할 가능성도 높아 치료가 매우 어렵다고 보고되고 있다.<sup>3,8,9,25)</sup> 급성 술 후 감염에서 치환물을 보존하면서 세척술을 시행하는 방법과 이단계 재치환술을 시행하는 방법의 성공률의 차이는 논문마다 적게는 18%에서 많게는 83%까지 보고되고 있지만, 4주 이내 감염에 대해서는 대부분 큰 차이가 없게 보고되고 있다.<sup>2-5,10,12,13,23,25)</sup> 또한 단순 세척술이 불가능한 만기 지연성 감염의 경우 이단계 재치환술을 시행하여야 하는데, 감염된 삽입물의 제거할 때나 항생제 스페이서를 교체할 때 골 손실이 더 많고 출혈량도 많아 수술이 어려워지게 된다. 따라서 천부 감염이 심부 감염으로 진행하거나, 급성 감염이 만성 감염화하기 전에 적극적인 치료를 시작하는 것이 매우 중요하다.

인공관절 치환술 후 감염은 창상 치유 지연, 수술 창상 누공 및 배농, 지속적인 술 후 통증과 같은 임상적인 병력과 진찰 소견으로 진단을 내릴 수 있으며 Tsukayama 등<sup>3)</sup>에 의하면 4주를 기준으로 급성 술 후 감염(early postoperative infection)과 만기 지연성 감염(late chronic infection)으로 구분하여 치료의 지침을 정하여, 4주 이내의 경우에는 삽입물의 제거 없이 세척술을 시행하고, 4주 이후의 만기 지연성 감염의 경우는 2단계 재치환술을 추천하고 있다. 그러나 임상 소견만으로 감염을 진단하기에는 저등급 감염(low grade infection)과 4주 이내의 급성기 술 후 감염에서는 특징적인 양상을 나타내지 않는 경우도 있기에, 급성기 술 후 감염을 조기 예측하기 위한 다른 진단 수단이 필요하다.<sup>26)</sup> 감염 진단에 이용될 수 있는 방법으로는 백혈구, 적혈구 침강 속도, CRP, Interleukin-6와 같은 혈액학적 검사나 골주사 검사나 positron emission tomography와 같은 동위 원소 검사를 이용할 수 있으나, 혈액학적 검사가 간편하고 비용적인 측면에서도 유리한 점이 있어 본 연구에서는 혈액학적 검사 중에서도 CRP를 이용하여 4주 이내의 조기 감염을 예측하고자 하였다.

CRP는 감염, 외상, 악성 종양과 같은 급성기 반응(acute phase response)이 일어날 때 간에서 급격하게 합성되어 증가하게 된다. 일반적으로 CRP는 1 mg/dl 이하는 정상 또는 의미 없는 수치, 1에서 10 mg/dl 사이는 중등도 상승, 10 mg/dl 이상 시에는 고농도 상승으로 인식되고 있다.<sup>27)</sup> CRP는 발열이나 ESR과 달리 염증 반응 상태를 매우 예민하게 반영하는 검사로 알려져 있으나 수술 후 어느 정도의 상승이 감염을 의심할 수 있는지에 대해서는 이견이

많다.<sup>14,18,19,25,28)</sup> 일반적으로 감염이 없는 인공관절 수술 후 CRP 수치 변화에 대한 연구에서 대부분 술 후 2-3일째 최고치를 보이다가 점차 감소하여 술 후 3주째에는 대부분이 1 mg/dl 이하의 정상치로 복귀한다고 한다. 즉 수술을 통한 조직 손상이 필연적으로 발생하게 되므로, 수술 후 CRP는 2-3일째 최고치를 보이며, 이후 다른 염증 반응이 없다면 점차 감소하여 3주째에는 수술 전과 비슷한 정도로 돌아온다고 보고되고 있다.<sup>19,29)</sup> 하지만 술 후 감염이 있을 경우에 CRP가 어떻게 변화되는지에 대한 연구는 부족한 실정이며 일반적인 CRP의 변화 양상과 비교하여 감염환자를 발견할 수 있는지에 대한 비교 연구가 필요하다.

급성기 염증 반응 때 증가하는 표지자로서 시행할 수 있는 것은 CRP 외에도 ceruloplasmin, C3, C6, glycoprotein, Interleukin 등이 있다. Di Cesare 등<sup>30)</sup>, Berbari 등<sup>18)</sup>은 그중에 Interleukin-6가 인공관절 수술 후에 CRP보다 더 민감한 표지자가 될 수 있다고 하였다. 하지만 CRP 이외의 다른 검사는 결과가 비교적 낮고 검사 가격도 비교적 고가여서 임상적으로 유용하게 사용되기는 아직 어렵다. Dupont 등<sup>16)</sup>은 감염의 기준으로 수술부 배농, 통증, 관절 강직, 38도 이상의 고열이 있을 경우 감염으로 간주할 수 있다고 하였고, 술 후 3주째 CRP가 25 mg/dl 이상 오르면 감염으로 판단할 수 있어 3주째 선별검사로서 CRP 수치 측정을 권장하였다. 그러나 급성 감염에서 3주째 검사는 아무리 특이도가 높다 하더라도 천부 감염이 심부 감염으로 진행하기 전에 적극적인 감염에 대한 치료를 시행하기에 늦을 수 있다. 또한 환자마다 CRP의 변화 양상이 더욱 큰 의미가 있다고 생각되며, 단순 수치만으로는 감염 여부를 확신하기 어렵다.

본 연구의 제한점으로 수술 전 염증 반응이 없더라도 CRP 수치에 대한 개인차가 있을 수 있고, 변화 양상만으로 감염 여부를 예측하는 것은 단순 수치로 판별하는 것보다 추시가 어려울 수 있다. 또한 술 후 급성기에 수술부 이외의 다른 염증성 반응을 정확히 배제하기가 어려운 제한점이 있다. 또한 예방적 항생제를 사용하는 기간이 길어지면 감염이 은폐되어 있는 기간이 더욱 늘어날 가능성이 있어, 항생제를 사용하는 기간이 결과에 영향을 미칠 수 있으며, 인공 슬관절 치환술 시 인공 고관절 치환술 시보다 CRP가 더 높게 측정된다는 보고가 있어 이에 대한 추가적인 연구가 필요하겠다.<sup>7)</sup>

수술 후 CRP가 증가하는 다양한 원인이 있을 수 있지만, 술 후 다른 전신적인 염증성 질환이 없는 상태에서 감소 추세를 보이던 CRP의 증가가 나타난다면 수술부 감염을 염두할 수 있다. 본 연구에서는 만성 감염을 제외하고 1달 이내에 발생한 감염일 경우 감소 추세에 있어야 할 CRP가 술 후 9일에서 14일경에 증가하는 것을 발견하여 천부 감염이나 심부 감염에서 치료의 지연 없이 신속한 진단과 함께 적극적인 감염에 대한 치료를 시행하였다. 또한 CRP의 연속적 측정 및 추적을 통해 감염 의심 환자를 선별할 수 있었고, 신속한 치료 결정을 통해 천부 감염이 심부 감염으

로 확대되는 것을 방지하고, 심부 감염의 경우 삽입물을 제거하지 않고 세척술만으로도 성공적 결과를 얻을 수 있었다. 이와 같이 치료 시기를 놓치지 않고 필요한 치료를 지연 없이 적극적으로 시행함으로써, 감염 환자의 발생에 효과적으로 대응할 수 있었다. 따라서 인공관절 후 치명적인 합병증인 감염의 여부를 조기 발견하기 위하여 술 후 CRP의 증감 여부를 관찰하여 bimodal 양상의 변화를 보일 경우 감염을 의심하여, 효과적이고 신속한 대응을 통해 감염에 대한 적극적인 치료를 시행하여야 한다.

## 결론

인공관절 수술 후 CRP의 연속적 측정을 통한 변화 양상을 관찰하여, 감소 추세를 보이지 않고 CRP가 재상승하는 양상(bimodal pattern)을 보일 경우, 급성 술 후 감염을 의심할 수 있다. 이를 통해 감염 의심 환자를 조기 선별하여 감염에 대한 적극적인 평가와 검사를 시행하여, 감염 상태를 지연시키지 않고, 항생제 투여나 세척 및 변연 절제술을 통하여 감염을 억제하고, 감염의 재발이나 전신적인 합병증으로 확대되는 것을 최소화하려는 노력이 필요하다.

## 참고문헌

- Galat DD, McGovern SC, Larson DR, Harrington JR, Hanssen AD, Clarke HD. Surgical treatment of early wound complications following primary total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:48-54.
- Saleh K, Olson M, Resig S, et al. Predictors of wound infection in hip and knee joint replacement: results from a 20 year surveillance program. *J Orthop Res.* 2002;20:506-15.
- Bose WJ, Gearen PF, Randall JC, Petty W. Long-term outcome of 42 knees with chronic infection after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;319:285-96.
- Brandt CM, Sistrunk WW, Duffy MC, et al. Staphylococcus aureus prosthetic joint infection treated with debridement and prosthesis retention. *Clin Infect Dis.* 1997;24:914-9.
- Tsukayama DT, Estrada R, Gustilo RB. Infection after total hip arthroplasty. A study of the treatment of one hundred and six infections. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78:512-23.
- Ugraş AA, Kural C, Kural A, Demirez F, Koldaş M, Cetinus E. Which is more important after total knee arthroplasty: local inflammatory response or systemic inflammatory response? *Knee.* 2011;18:113-6.
- Bilgen O, Atici T, Durak K, Karaeminoğullari, Bilgen MS. C-reactive protein values and erythrocyte sedimentation

- rates after total hip and total knee arthroplasty. *J Int Med Res.* 2001;29:7-12.
8. Koo KH, Yang JW, Cho SH, et al. Impregnation of vancomycin, gentamicin, and cefotaxime in a cement spacer for two-stage cementless reconstruction in infected total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2001;16:882-92.
  9. Estes CS, Beauchamp CP, Clarke HD, Spangehl MJ. A two-stage retention débridement protocol for acute periprosthetic joint infections. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:2029-38.
  10. Van Kleunen JP, Knox D, Garino JP, Lee GC. Irrigation and débridement and prosthesis retention for treating acute periprosthetic infections. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:2024-8.
  11. Chiu FY, Chen CM. Surgical débridement and parenteral antibiotics in infected revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;461:130-5.
  12. Mont MA, Waldman B, Banerjee C, Pacheco IH, Hungerford DS. Multiple irrigation, debridement, and retention of components in infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1997;12:426-33.
  13. Vilchez F, Martínez-Pastor JC, García-Ramiro S, et al. Outcome and predictors of treatment failure in early post-surgical prosthetic joint infections due to *Staphylococcus aureus* treated with debridement. *Clin Microbiol Infect.* 2011;17:439-44.
  14. Piper KE, Fernandez-Sampedro M, Steckelberg KE, et al. C-reactive protein, erythrocyte sedimentation rate and orthopedic implant infection. *PLoS One.* 2010;5:e9358.
  15. Shen H, Zhang N, Zhang X, Ji W. C-reactive protein levels after 4 types of arthroplasty. *Acta Orthop.* 2009;80:330-3.
  16. Dupont C, Rodenbach J, Flachaire E. The value of C-reactive protein for postoperative monitoring of lower limb arthroplasty. *Ann Readapt Med Phys.* 2008;51:348-57.
  17. Greidanus NV, Masri BA, Garbuz DS, et al. Use of erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein level to diagnose infection before revision total knee arthroplasty. A prospective evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:1409-16.
  18. Berbari E, Mabry T, Tsaras G, et al. Inflammatory blood laboratory levels as markers of prosthetic joint infection: a systematic review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:2102-9.
  19. Neumaier M, Scherer MA. C-reactive protein levels for early detection of postoperative infection after fracture surgery in 787 patients. *Acta Orthop.* 2008;79:428-32.
  20. Jenny JY. C-reactive protein levels for early detection of postoperative infection after fracture surgery in 787 patients. *Acta Orthop.* 2008;79:874.
  21. White J, Kelly M, Dunsmuir R. C-reactive protein level after total hip and total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80:909-11.
  22. 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. *Am J Infect Control.* 1992;20:271-4.
  23. Allami MK, Jamil W, Fourie B, Ashton V, Gregg PJ. Superficial incisional infection in arthroplasty of the lower limb. Interobserver reliability of the current diagnostic criteria. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:1267-71.
  24. Moran E, Masters S, Berendt AR, McLardy-Smith P, Byren I, Atkins BL. Guiding empirical antibiotic therapy in orthopaedics: the microbiology of prosthetic joint infection managed by debridement, irrigation and prosthesis retention. *J Infect.* 2007;55:1-7.
  25. Darwiche H, Barsoum WK, Klika A, Krebs VE, Molloy R. Retrospective analysis of infection rate after early reoperation in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:2392-6.
  26. Parvizi J, Ghanem E, Menashe S, Barrack RL, Bauer TW. Periprosthetic infection: what are the diagnostic challenges? *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88 Suppl 4:138-47.
  27. Piper KE, Jacobson MJ, Cofield RH, et al. Microbiologic diagnosis of prosthetic shoulder infection by use of implant sonication. *J Clin Microbiol.* 2009;47:1878-84.
  28. Buttaro MA, Tanoira I, Comba F, Piccaluga F. Combining C-reactive protein and interleukin-6 may be useful to detect periprosthetic hip infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:3263-7.
  29. Park KK, Kim TK, Chang CB, Yoon SW, Park KU. Normative temporal values of CRP and ESR in unilateral and staged bilateral TKA. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466:179-88.
  30. Di Cesare PE, Chang E, Preston CF, Liu CJ. Serum interleukin-6 as a marker of periprosthetic infection following total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:1921-7.

## Prediction of Early Postoperative Infection after Arthroplasty Using the C-Reactive Protein Level

You-Sung Suh, M.D., Hyung-Suk Choi, M.D., Jae-Hwi Nho, M.D., Sung-Hun Won, M.D.,  
Jong-Won Choi, M.D., Jae-Chul Lee, M.D., and Jong-Seok Park, M.D.  
*Department of Orthopaedic Surgery, Soonchunhyang University College of Medicine, Seoul, Korea*

**Purpose:** C-reactive protein (CRP) has been shown to be useful in the diagnosis of periprosthetic infection. This study analyzed the serial CRP measurements in patients with acute postoperative infection by comparing with the serial CRP measurements in patients without postoperative infection.

**Materials and Methods:** From 2004 to 2009, 33 patients with acute postoperative infection developed within 4 weeks of surgery were enrolled including 26 cases of hip arthroplasty and 7 cases of total knee arthroplasty. We measured the serial CRP levels in the groups with both deep infection and superficial infection. The CRP measurements in the group without postoperative infection were also analyzed based on the changing pattern of CRP.

**Results:** In the non-infected group, CRP level sharply increased in 2-3 days postoperatively and it showed a continuing downward pattern till the third postoperative week. However, a bimodal curve pattern was obtained in the groups with both deep and superficial infection. The group with deep infection showed a second increase in CRP level around the 13th postoperative day and the group with superficial infection showed a second increase in CRP level around the 10th postoperative day.

**Conclusion:** If there are bimodal patterns of CRP after arthroplasty, acute postoperative infections can be suspected. We can treat them effectively without delay by detection of bimodal increase in CRP.

**Key words:** hip, knee, C-reactive protein, infection, arthroplasty

**Received** February 17, 2011 **Revised** April 11, 2011 **Accepted** July 24, 2011

**Correspondence to:** Jae-Hwi Nho, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Soonchunhyang University Hospital, 22, Daesagwan-gil (657, Hannam-dong), Yongsan-gu, Seoul 140-743, Korea

**TEL:** +82-2-709-9250 **FAX:** +82-2-794-9414 **E-mail:** huuytime@gmail.com