

상완골 간부골절에서 교합성 골수강내 금속정을 이용한 치료의 합병증

포항선린병원 정형외과

이충길 · 권진우 · 손경태 · 신승호 · 박종천*

= Abstract =

Complications of Interlocking Intramedullary Nailing for the Humeral Shaft Fractures

Choong-Gil Lee, M.D., Jin-Woo Kwon, M.D., Kyoung-Tae Sohn, M.D.,
Seung-Ho Shin, M.D., Jong-Cheon Park, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Pohang Sunrin Hospital

Locked intramedullary nailing has been used as a popular method in treating humeral shaft fracture because of relatively less invasive procedure, good stability and allowing early rehabilitation. However many problems such as rotator cuff injury, iatrogenic fracture, difficult distal locking at operation and painful limitation of shoulder motion due to protrusion of the nail above the greater tuberosity, frequent delayed or nonunion were reported.

We reviewed our experience with 26 cases of humeral shaft fractures that were treated by interlocking intramedullary nailing to evaluate the pitfalls and the complications of this technique. The results were as follows.

1. In five cases(19.2%) iatrogenic fractures occurred during nail insertion. Three were in the site of inlet and two were in the original fracture site.
2. In four cases(15.4%) painful limitation of shoulder motion was persisted for 2 months. Two were caused by subacromial impingement due to nail protrusion and two were by intraoperative rotator cuff injury.

※ 통신저자: 권진우
경북 포항시 북구 대신동 69-7 번지 (790-100)
선린병원 정형외과 의국
Tel : (0562) 44 - 2662

* 본 논문은 제 23차 대한골절학회 추계학술대회에서 구연되었음.

3. Nonunion occurred in two cases(7.7%) which were middle one third transverse fractures and were not fixed with distal locking screws.
4. Intraoperative and postoperative complication rate was 42.3%.

Key Words : Humeral shaft fracture, Locked intramedullary nailing, Complication

서 론

대퇴골 및 경골골절 등에 사용되는 골수강내 금속정 고정술은 골절부를 노출하지 않기 때문에 연부조직의 손상 및 골수염의 빈도가 적고 골유합률이 높으며 창상반흔을 적게 남기는 장점이 있어서 상완골 간부골절에까지 그 적응증이 확대되었으며 사용되는 금속정도 Ender정과 같은 연성 금속정과, 최근에는 골절부의 안정성을 높이기 위한 교합성 금속정이 개발되어 많이 사용되고 있다. 교합성 골수강내 금속정의 종류로는 나사못으로 근위 및 원위 교합을 하는 Uniflex정, Russell-Taylor정, 근위부는 나사못으로 교합하고 원위부는 금속정 원위단의 확장장치로 고정하는 Seidel정, 금속정의 근위부는 굽은 나사못으로 되어 있으며 금속정의 원위부는 십자형으로 생겨서 내강이 좁은 상완골 원위부에 압박고정하는 True-flex정 등이 있으며 좋은 결과들이 보고되었다^{4,6,14,16,17,20}.

그러나 최근에 여러저자들의 보고에 의하면 상완골골절의 교합성 골수강내 금속정 고정술은 수술수기상의 문제 즉 회전근개의 손상, 삼입구 골절, 원위부 교합의 어려움이 빈번하게 발생하며 술후 금속정의 근위부 돌출로 인한 충돌 증후군, 지연유합 혹은 불유합 등의 합병증으로 그 결과가 만족스럽지 못하다고 하였다^{1-3,7-9,11-13,16,18,19}.

저자들은 본원에서 상완골 간부골절에 대해서 교합성 금속정 고정술로 치료한 예 중 6개월이상 추시된 26례에 대해서 골수강내 금속정 시술시 및 수술 후 경험한 합병증의 원인을 분석하여 합병증을 줄일 수 있는 방법과 금속정 고정술의 적절한 적응증에 대해서 검토하였다.

연구대상 및 방법

1992년 11월부터 1997년 2월까지 본원에서 치료한 상완골 간부골절 중 교합성 골수강내 고정술로 치료하여 6개월 이상 추시가 가능하였던 26례를 대상으로 하였으며 개방성 골절은 없었다.

환자들의 연령은 22세에서 79세까지였고 20대가 7례로 가장 많았으며 남녀비는 21명 대 5명으로 남자가 더 많았다(Table 1). 골절부위에 따른 분류는 근위 간부 6례, 중간부 19례, 원위간부 1례였으며 골절의 형태로는 단순 횡골절이 5례, 나선형 혹은 사선골절이 14례, 분쇄골절이 7례였다(Table 2). 손상의 원인으로 교통사고가 17례로 가장 많았으며 실족 사고 5례, 낙상 사고 2례 등이었고 동반 손상으로는 대퇴골골절이 4례, 다발성 늑골골절이 4례, 수부 손상이 2례 등의 순이었다.

Table 1. Age and Sex distribution

| Age | Male | Female | Total |
|---------|------|--------|-------|
| 20 - 30 | 6 | 1 | 7 |
| 31 - 40 | 5 | 1 | 6 |
| 41 - 50 | 4 | 2 | 6 |
| 51 - 60 | 4 | 1 | 5 |
| 61 - 70 | 1 | 0 | 1 |
| 71 - 80 | 1 | 0 | 1 |
| Total | 21 | 5 | 26 |

Table 2. Fracture sites and types

| Site | Transverse | Oblique | Comm. | Total |
|------------|------------|---------|-------|-------|
| Upper 1/3 | 1 | 2 | 3 | 6 |
| Middle 1/3 | 4 | 12 | 3 | 19 |
| Lower 1/3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Total | 5 | 14 | 7 | 26 |

Table 3. Types of IM nail

| Type | No. of cases | Nonunion |
|----------------|--------------|----------|
| Interlocking | 8 | 0 |
| Distal fanning | 14 | 1 |
| Thread nail | 4 | 1 |
| Total | 26 | 2 |

사용한 금속정의 종류는 금속정의 근위부와 원위부 교합을 모두 나사못으로 교합하는 Uniflex 정을 8례에서, 근위부는 나사못으로 원위부는 확장장치로 하는 Seidel정을 14례에서, 근위부는 굽은 나사홈으로 되어 있으며 원위부는 십자형으로 생겨서 내강이 좁은 상완골 원위부에 압박 고정하는 True-flex정을 4례에서 사용하였다(Table 3).

치료 및 결과

1. 수술방법 및 술후 처치

골수강내 교합정을 이용한 상완골골절의 수술에 있어 환자는 양와위에서 전신마취하에서 고개를 반대편으로 향하게하고 상체는 약 30도 정도 거상되게 하였다. 견봉의 전측면에서 종으로 약 3cm 정도의 피부절개를 가한후 삼각근을 분리하고 회전근개를 종으로 절개하여 상완골의 대결절 내측에 구멍을 내어서 송곳끝이 골수강내로 향하고 있는지 확인한 후에 영상증폭장치하에서 유도 편을 삽입하여 골절을 정복하였다.

금속정의 길이는 수술전 상완골의 정면 사진상 주두와 상방 2cm에서 대결절부의 피질골까지로 하였으며 금속정의 굽기는 최종 확공기의 직경보다 1mm 가는 것으로 하였다. 확공은 회전근개 손상을 우려해서 최소의 범위내에서 시행하였으며 금속정은 영상증폭장치를 보면서 금속정의 근위 말단부가 가능한 대결절부의 피질골에 완전히 파묻힐 때까지 삽입하였다.

Seidel정의 경우는 근위부의 나사를 이용하여 원위부를 확장장치로 교합하였으며, Uniflex정의 경우 영상증폭장치 관찰하에서 상완 원위부를 소절개하여

Table 4. Postoperative managements

| Type | No. of cases |
|-------------------|--------------|
| Sugar tong splint | 11 |
| Velpeau bandage | 2 |
| Long arm cast | 1 |
| Long arm splint | 1 |
| Lateral traction | 1 |
| Total | 16 |

요골신경을 보호한 뒤 나사못으로 원위교합하였다.

술후 고정은 16례에서 실시하였는데 분쇄골절의 경우, 술중 골절이 생긴 경우, 골수강의 직경에 비해 금속정의 직경이 작은 경우에서 U형 부목, 장상지 석고 부목, Velpeau bandage, 견인 등을 3주이상 실시하였다(Table 4).

2. 결과

술중 및 술후 발생한 합병증을 중심으로 분석하였으며 수술중 5례(19.2%)에서 새로운 골절이 생겼는데 3례에서는 삼입부 주위에서, 2례에서는 골절부에서 생겼다. 삼입부 주위의 골절 3례는 모두 상완골 근위 1/3부위의 골절에서 발생하였는데 이는 근위골편이 짧아서 삼입구를 만들 때 내전이 충분히 되지 않은 결과 삼입구가 외측에 만들어져서 금속정을 삼입시 삼입부 주위에 골절이 생긴 것으로 사료되었다. 골절부에서 생긴 2례는 초기 방사선 사진상 발견하지 못했던 선상골절이 전위된 경우와 과확공을 하지 않아서 금속정 삼입시 무리한 힘이 가해진 경우였다. 이들 5례에 대해서는 수술후 U형 부목, 장상지 석고 부목을 3주이상 하였으며 골유합 기간이 평균 4.5주 더 길어졌고 삼입부 주위에 골절이 생긴 3례에서는 약 10도의 내반변형이 골절부에서 관찰되었다. 술후 합병증으로는 4례(15.4%)에서 견관절의 동통성 운동장애가 있었는데 2례는 금속정의 길이를 수술전에 정확하게 예측하지 못했거나 금속정의 길이는 정확하여도 근위단을 대결절부 피질골까지 충분히 삽입하지 못한 경우였고 2례는 초기에 경험이 적어서 수술시 회전근개의 손상이 많아서 생긴 것으로 사료되었다. 그리고 불유합이 2례(7.7%)에서 발생하였는데 모두 중위부 1/3 부위의 횡골절로 Seidel정으로 치료한 1례와 True-flex정으로 치료한 1례였으며 Seidel정의 경

Table 5. Complications

| Complication | No. of cases (%) |
|------------------------------|------------------|
| Intraoperative iatrogenic Fx | 5 (19.2) |
| LOM of shoulder | 4 (15.4) |
| Nonunion | 2 (7.7) |
| Radial nerve palsy | 0 |
| Infection | 0 |
| Total | 11 (42.3) |

우는 수술 당시 골절부의 신연이 다소 관찰되었고 추시 관찰상 골절부의 간격이 더 넓어져 있었다. 이는 수술시 골절부를 충분히 압박하지 못한 것과 원위 확장장치를 충분히 펴지 못한 것이 원인으로 생각되었다. True-flex정의 경우는 수술 당시는 골절부에 압박이 되어 있었는데 추시 과정에서 골절부가 신연이 되고 금속정 주위에 3mm 간격의 방사선 투과영역이 관찰되어 불유합으로 판정하였는데 True-flex정은 직경이 7mm밖에 없어서 상완골의 골수강을 충분히 채울 수 없고 원위교합도 나사못 고정기 아니어서 골절부에 신연력 및 회전불안정성이 작용했던 것으로 사료되었다. 즉 2례의 불유합이 모두 원위부를 나사못으로 교합하지 않은 경우에서 발생하여 저자들은 수술시 골절부에 신연이 생기지 않게하고 원위부를 나사못으로 교합하는 것이 불유합을 피할 수 있는 방법

이라 생각하였다. 이들은 모두 금속판 고정술 및 자가 골이식술로서 골유합을 얻었다.

수술 후 요골신경의 마비나 감염은 없었으며 술중 및 술후 총 11례(42.3%)에서 합병증이 발생하였다 (Table 5).

중례 보고

중례 1.

57세 여자로 교통사고로 수상당하여 우측상완골 중위부에 횡골절이 발생하여 수상후 3일째 True-flex정을 이용하여 고정을 실시하였으며 (Fig 1-A), 수술후 11개월 추시 방사선 소견상 금속정 주위에 1.5-3mm의 방사선투과 영역이 보이고 원위 골편이 신연되어 불유합으로 판단된 경우로써 (Fig 1-B), 금속판 고정술 및 자가 골이식술을 시행하여 골유합을 얻었다.

중례 2.

23세 여자로 낙상사고로 인하여 우측 상완골 간부에 나선형골절이 생겼으며 (Fig 2-A) 수술 당시에 골절부위에 새로운 골절이 발생한 경우였다 (Fig 2-B). 이는 초기 방사선 사진상 발견하지 못했던 선상골절이 수술당시 과확공과 금속정 삽입과정중 전위된 경우였다.

Fig 1-A. Postoperative radiographs of a 57 year old female show transverse fracture of right humeral shaft.

B. Postoperative 11 months radiographs show 1.5 to 3 mm radiolucent zone around the nail and distraction of fracture site.

Fig 2-A. Initial radiographs of a 23 year old female show spiral fracture of right humeral shaft.

B. Immediate postoperative radiographs show additional fracture around the original fracture site.

Fig 3-A. Initial radiographs of a 36 year old male show comminuted fracture of right humeral shaft.

B. Immediate postoperative radiographs show iatrogenic fracture at the site of inlet.

중례 3.

36세 남자로 경운기 전복사고로 수상당하여 우측 상완골 간부에 분쇄골절이 야기된 환자로(Fig 3-A) 수술당시 근위골편이 짧아서 삽입구를 만들 때 내전을 충분히 하지 못한 결과, 삽입구가 외측에 위치하여 금속정 삽입시 삽입부 주위에 골절이 생긴 경우로(Fig 3-B), 수술후 약 3주 가량의 U형 석고 부목으로 외고정하였다.

고 찰

상완골 간부골절의 수술적방법 중 골수강내 금속정 고정술은 연부조직의 손상이 심하거나 다발성 골절의 경우, 골다공증이 심한 경우, 병적골절, 심한 분쇄골절 혹은 골결손이 있는 경우 등에 있어서 이상적인 방법이다⁽⁴⁾. 골수강내 고정술은 1989년 Seidel⁽²⁰⁾이 교합성 골수강내 금속정의 하나인 Seidel정을 사용하여 결과를 발표하기 전에는 비교합성 금속정을 사용

하였는데 이는 골절부에 회전불안정성으로 인하여 지연유합 혹은 불유합율의 빈도가 높아서 골유합시까지 부목 등의 외고정이 필요하고 정이 근위부로 돌출하여 견관절의 충돌증후군을 야기시킬 수 있는 단점이 있어서 그 사용이 제한되어 왔다^{12,13,16}. Seidel²⁰이 근위부는 나사못으로 원위부는 확장장치로 교합하는 Seidel정을 사용하여 100%의 골유합율과 양호한 기능회복을 보고한 이후로 Habermek와 Orthner¹⁴, Pietu¹⁷, Jensen¹⁶, 김 등⁴도 Seidel정으로 치료하여 좋은 결과를 보고하였다. 그러나 권 등²은 Seidel정으로 치료한 16례를 분석하여 불유합과 지연유합이 4례, 근위간부 골절이 4례, 금속정의 근위부 돌출이 5례 등이 발생하였는데 불유합 3례는 원위 골수강의 직경이 9mm 이하인 경우에서 원위 교합장치의 부전에 의한 신연이 원인이었다고 근위간부 골절은 삽입구가 너무 외측에 위치한 예들이었으며 금속정의 근위부 돌출은 adaptor screw가 파손되어 금속정의 완전삽입이 힘들었기 때문이라고 하였고 정 등⁹은 13례에서 1례의 불유합과 6례의 견관절 동통 및 운동장애가 있었다고 하면서 금속정의 삽입시 회전근개와 대결절부의 피질골 손상을 최소화하고 금속정의 근위단을 피질골면 보다 깊이 삽입하면 술후 견관절의 합병증을 예방할 수 있을 것이라고 보고하였다. Riemer 등¹⁸도 골수강 내경이 9mm 이하인 경우에 불유합, 지연유합, 의인성 골절 등이 58%, 금속정 근위돌출이 11%에서 발생하였다고 하였으며 Robinson 등¹⁹도 수술중 문제점으로 원위 확장이 1mm이하로 된 경우가 30%, 의인성 골절이 10% 등이 있었으며 수술후 합병증으로는 지연유합 혹은 불유합이 23%, 금속정의 근위부 돌출이 40%, 금속정의 돌출이 없이 견관절의 동통 및 기능장애가 17% 등이 있었다고 보고하였다.

Seidel정의 원위부 교합부전으로 인한 골절부의 회전불안정성^{11,19} 및 정의 근위돌출^{12,16,18}을 예방하기 위하여 최근에는 금속정의 근위부 및 원위부를 모두 나사못으로 교합하는 방법이 사용되고 있는데 Ingman과 Waters¹⁵는 분쇄상이 심하거나 골다공증이 있는 골절에서도 근위부와 원위부를 모두 나사못으로 교합한 경우는 전례에서 견고한 고정을 얻을 수 있어서 조기에 목발이나 보행기를 사용할 수 있었다고 하였으며 손 등⁶도 14례에서 불유합이 없었다고 보고하였다. 이 등⁸은 원위부 분쇄골절의 경우에서

회전불안정성으로 인한 불유합이 1례 있었다고 하였으나 정 등¹⁰, 신 등⁷, 정 등⁹은 불유합의 원인이 회전불안정성 보다는 골절부의 신연에 의한 것이라고 하였다.

원위부 교합의 종류에 관계없이 견관절의 문제는 남아있는데 Ingman과 Waters¹⁵는 주두와를 통한 역행적 삽입을 권하였고, 다른저자들은 수술시 회전근개 손상을 최소화하고 금속정의 근위단이 상완골두 속으로 삽입되게 하고 술후 치유과정에서 유착성 견관절염이 생기지 않게 주의해야 한다고 하였다⁵.

저자들이 경험한 26례에서는 수술중 합병증으로는 골수강내 고정술 초기에는 근위삽입부를 찾고 확공하는 과정에서 회전근개의 손상이 많았으며 3례에서 삽입부 주위의 골절이 생겼는데 이는 삽입구를 외측에 위치하여 발생한 것으로 사료되었으며¹² 2례에서 금속정 삽입 중 골절부에서 새로운 골절이 생겼는데 이는 원래 선상골절이 전위된 1례와 과확공을 충분히 못한 1례였다. 수술후 합병증으로는 근위 및 원위교합을 나사못으로 한 18례에서는 불유합이 없었으나 Seidel정으로 치료한 6례 중 1례, 근위 및 원위교합을 나사못으로 하지 않은 2례 중 1례에서 불유합이 발생하였는데 이들은 모두 중위부의 횡골절이었으며 추시 방사선사진상 금속정 주위에 1.5-3mm의 방사선 투과음영이 존재하였다. 그래서 저자들은 원위부 교합을 확장장치나 압박고정으로 하는 경우는 중위부 횡골절의 회전불안정성에 대한 저항력이 충분하지 못하다고 생각하여 그 후에는 중위부 횡골절의 경우는 가능하면 원위부를 나사못으로 교합하는 술식을 사용하였다. 그리고 4례에서 견관절의 동통 및 운동장애가 있었는데 이는 금속정의 원위단을 충분히 삽입하지 못했거나(2례), 수술중 회전근개의 손상이 심했던 것이 원인으로 생각되었다.

4례에서 금속정을 제거하였는데 제거술시 금속정의 근위단을 찾기가 쉽지 않았으며 회전근개의 손상으로 제거술후 1례에서 견관절의 동통이 약 2개월간 지속되었다. 그리고 근위단에 덮개나사를 씌우지 않았던 경우에서는 치유과정중 골이 금속정의 근위단 내로 들어가서 제거술시 기구의 나사홈이 잘 맞지 않아 시간이 많이 소요되고 주위 연부조직의 손상을 주는 예가 있었다. 그래서, 저자들은 최근에는 금속정 고정술중에 금속정의 근위단에 반드시 덮개나사를

씩우는 것을 원칙으로 하고있다.

요약 및 결론

저자들은 근위 1/3부위 골절의 경우는 근위골편이 짧아서 삽입구를 정확하게 선정하기 어렵기 때문에 금속정을 삽입할 때 삽입구 주위의 골절이 빈번하게 발생하므로 가능하면 금속판고정술이 바람직한 것으로 판단되며, 중위부 1/3부위 횡골절의 경우는 추시관찰상 골절부의 신연과 회전불안정성으로 인하여 지연유합과 불유합의 빈도가 높기 때문에 원위부를 나사못으로 교합하는 금속정을 사용하는 것이 안전하다고 생각되었다. 그리고 금속정의 근위부 돌출로 인한 회전근개의 손상을 방지하기 위해서는 수술 전 혹은 수술중에 금속정의 길이를 정확하게 측정하는 것이 매우 중요하다고 판단되었다.

결론적으로 상완골 간부 골절에 대한 교합성 골수강내 고정술은 많은 장점에도 불구하고 수술시 회전근개의 손상, 삽입구의 골절, 골절부에 분쇄상, 불유합 등을 야기시킬 수 있기 때문에 경골이나 대퇴골의 골수강내 고정술에서와 같이 광범위하게 사용하기는 곤란하나 분절골절, 심한 분쇄골절, 다발성 골절이 있는 경우나 외상으로 인하여 관혈적 정복이 불가능하거나 창상만흔을 매우 우려하는 경우에 있어서 선택적으로 사용하는 것이 바람직하다고 생각된다.

REFERENCES

- 1) 강충남, 김종오, 김동욱, 고영도, 오종건, 고상훈, 정승욱 : 상완골 간부 골절에서 교합성 골수강 내 교합정을 이용한 치료의 합병증. 대한골절학회지, 10 : 669-677, 1997.
- 2) 권광우, 김신근, 이상욱, 최장혁, 이진근 : Seidel정을 이용한 상완골 간부 골절 치료의 문제점. 대한정형외과학회지, 31 : 199-204, 1996.
- 3) 김경철, 임성준, 공보석, 제영수 : 상완골 간부 골절에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 27 : 1836-1844, 1992.
- 4) 김병직, 서정국, 주석규, 윤윤성 : 교합성 금속정을 이용한 상완골 간부 골절의 치료. 대한골절학회지, 7 : 642-647, 1994.
- 5) 김부환, 임종인, 정희영, 박준영 : 폐쇄성 골수강내 교합정을 이용한 상완골 간부 골절의 치료. 대한정형외과학회지, 9 : 177-184, 1996.
- 6) 손찬모, 배준범, 서승석, 유덕현, 김영창, 최장석 : 폐쇄성 골수강내 금속정을 이용한 상완골 간부 골절의 치료. 대한정형외과학회지, 30 : 702-708, 1995.
- 7) 신동민, 하상호, 최종욱 : 상완골 골절의 수술적 치료-유연성 골수강내 고정과 교합성 골수강내 고정에 의한 치료결과 비교. 대한정형외과학회지, 30 : 740-746, 1995.
- 8) 이정웅, 이진홍, 조재영, 최원태, 전재균, 육석현, 이의영 : 상완골 간부 골절의 교합성 골수강내 금속정 삽입술후 발생한 불유합. 대한정형외과학회지, 32 : 735-740, 1997.
- 9) 정필현, 김용민, 조창성, 박민호 : 상완골 간부 골절에서 교합성 골수강내 금속정을 이용한 치료. 대한정형외과학회지, 30 : 1408-1415, 1995.
- 10) 정화재, 김도영, 신주호, 주의탁, 임승렬 : 교합성 골수강내 금속정과 금속판 내고정술을 이용한 상완골 간부 골절 치료의 비교. 대한정형외과학회지, 30 : 709-716, 1995.
- 11) Bain G and Sandow N : Treatment of humeral shaft fractures with the Seidel intramedullary nail. J Bone Joint Surg, 74B : Supp 1. 39-40, 1992.
- 12) Barnes CE, Shuler TE : Complications associated with Seidel nail. Orthop Review, 22 : 699-706, 1993.
- 13) Durbin RA, Gottesman MJ and Saunders KC : Hackethal stacked nailing of humeral shaft fractures : experience with 30 patients. Clin Orthop, 179 : 168-174, 1993.
- 14) Habernak H, Orthner E : A locking nail for fractures of the humerus. J Bone Joint Surg, 73-B : 651-653, 1991.
- 15) Ingman AM and Waters DA : Locked intramedullary nailing of humeral shaft fractures. Implant design, surgical technique and clinical results. J Bone Joint Surg, 76-B : 23-29, 1994.
- 16) Jensen CH, Haansen D and Jorgensen U :

- Humeral shaft fractures treated by interlocking nailing : a preliminary report on 16 patients. *Injury*, 23 : 234-236, 1992.
- 17) **Pietu G, Raynaud G and Letenneur J** : Treatment of delayed and nonunion of the humeral shaft using the Seidel locking nail : a preliminary report of five cases. *J Orthop Trauma*, 8 : 240-244, 1994.
- 18) **Rierner BL, Foglesong ME, Burke III CJ and Butterfield SL** : Complications of Seidel intramedullary nailing of narrow diameter humeral diaphyseal fractures. *Orthopaedics*, 17 : 19-29, 1994.
- 19) **Robinson CM, Bell KM and McQueen MM** : Locked nail of humeral shaft fracture. *J Bone Joint Surg*, 740-B : 558-562, 1992.
- 20) **Seidel H** : Humeral locking nail : a preliminary report. *Orthopaedics*, 12 : 219-226, 1989.