

## 압박 금속판 제거후 대퇴골에 발생한 재골절

연세대학교 원주의과대학 정형외과학교실

황성관 · 나중호 · 박희전 · 윤여승 · 한재범\*

— Abstract —

### Refracture of the Femur after Plate Removal

Sung Kwan Hwang, M.D., Jung Ho Rah, M.D., Hee Jeon Park, M.D.,  
Yeo Seung Yoon, M.D. and Jae Beom Han, M.D.\*

*Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University Wonju college of Medicine, Wonju, Korea*

Internal fixation with dynamic compression plate is an accepted method of treating diaphyseal fractures of the adult femur. Good results have been reported using the principles laid down by the AO group(Müller et al 1979). Refracture after secure union of a broken femur has been achieved is rare, but it is most devastating complication.

There were 5 refractures out of 64 removals after fractures of the femur at the department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University Wonju college of Medicine between January, 1988 and June, 1994. After clinical and roentgenographical analysis, following results were obtained.

1. The causes of the refracture were trivial injuries or slip down injury.
2. Among 5 cases, the average time from insertion to removal was 19.2 months, with a ranged from 16 to 28 months.
3. The internal from removal of implant to refracture was 5.6 wks, with a range from 3 to 9 weeks.
4. The incidence of refracture in out hospital(7.8%) was somewhat higher than reported incidence by others.
5. The femur plates should not be removed prior to 2 years postoperatively and its removal should be postponed, if possible.
6. It is reasonable to postpone it's removal until bone strength is adequate for full activity.

**Key Words :** Plate Removal, Femur, Refracture

---

\* 통신저자 : 황 성 관

강원도 원주시 일산동 162(220-701)

연세대학교 원주의과대학 정형외과학교실

\* 이 논문은 1995년 춘계 골절학회에서 구연된 논문임.

## 서 론

장관골 골절의 관혈적 정복후 내고정은 1949년 Danis가 처음 골절치료에 압박금속판을 사용한 이후로 Müller 등<sup>8)</sup> ASIF (Association for the Study of Internal Fixation) 학자들에 의해 개발, 발전되어 정확한 해부학적 정복, 견고한 내고정, 골절부에 생리학적 압력을 가하여 골형성의 촉진을 얻을 수 있는 역학적 압박 금속판(dynamic compression plate, D.C.P)이 현재 널리 사용되고 있다. 그러나 압박금속판 제거후 골 재형성이 완전하게 되지않은 골피질을 따라 불균등한 응력이 작용해 재골절이 발생할 수 있다. 골유합을 얻은 대퇴골에 발생한 재골절은 드물지만 금속판 제거시 고려해야할 합병증으로써 저자들은 1988년 1월부터 1994년 6월까지 연세대학교 원주기독병원 정형외과학교실에서 입원치료 받은 성인 대퇴골 골절환자중 압박금속판 고정술을 시행하고 골유합을 얻은후 압박금속판을 제거한 64명 64례중 재골절이 발생한 5례에 대하여 발생원인, 제거시기, 재골절 시기, 운동제한 방법 및 기간을 분석하여 그 결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연령 및 성별분포

5례의 연령분포는 24세에서 65세까지 평균 42.4세였으며 성별로는 남자가 4명, 여자가 1명으로 남자에서 많았다.

### 2. 최초 골절 및 재골절의 원인

수상당시 원인으로는 직접적인 타격 2례, 교통사고 2례, 낙반사고 1례이었다.

재골절의 원인은 목발보행중 실족사고 2례, 보행시 경미한 충격 2례, 일어서는 중 발생한 경우 1례였다.

### 3. 골절상태와 부위 및 수술시기

최초 골절 상태는 비개방성 골절 4례, 개방성 골절 1례였고, 우측 대퇴골절 2례, 좌측 대퇴골절 3례였으며 수상후 수술까지 기간은 평균 9.8일이었다.

### 4. 평균 추시기간

수술후 평균추시기간은 최단 26개월, 최장 50개월로 평균 36.8개월이었다.

### 5. 제거시기 판정

금속판고정술을 시행하여 지연유합, 불유합 소견이 없어야 하며 골유합후 1년에서 2년 이상 경과된 경우 제한적으로 금속판 제거술을 시행하였으며 재골절된 5례중 3례는 노동이나 운동시 기능장애나 동통, 이물감 등의 증상은 없었으나, 금속판 제거술을 요구했던 예이며, 1례에서는 골유합은 방사선상 진행되었고 임상적으로 압통이 없는 상태로 제거해도 무방하다고 권유되었던 예였고, 다른 1례는 내고정물로 인한 신전시 슬관절 강직의 증상이 있었던 예이다.

### 6. 제거술후 처치

수술후 대개의 경우 고정은 장하지 석고부목 고정술을 사용하였으며 수술부의 부종 및 동통이 소실되는 시기인 수술후 약 1주일경부터 제한적인 관절운동을 허용하였고 2주경부터는 비체중부하 목발보행을 허용하였으며, 6주 이후에 부분체중부하운동을 허용하였다.

## 결 과

재골절은 64례중 5례에서 발생하였으며, 발생빈도는 7.8%였다. 재골절이 발생한 5례의 환자중 초기 수술로부터 금속판 제거까지의 기간은 재골절 발생군에서는 16개월에서 28개월 사이로 평균 19.2개월이었으며, 재골절이 발생하지 않은 군에서는 17개월에서 60개월 사이로 평균 23.4개월로서 두 군간의 유의한 차이는 없었다. 재골절이 발생한 시기는 금속판제거후 3주에서 9주 사이로 평균 5.6주에 발생하였으며 1례에서는 4주에 일어서는 중 염전력이 작용하여 발생하였고 2례에서는 목발보행중 실족하여 각각 3주, 7주에 발생하였으며 2례에서는 보행시 가벼운 충격에 의해 각각 5주, 9주에 발생하였다. 석고 혹은 부목고정, 보호구를 사용하는 기간동안에 발생한 예는 없었다. 재골절의 부위는 4례에서는 이전의 주골절부위에서 발생하였고 다른 1례는 이전 골절부위와 인접한 나사못 구멍을 통해 발생하였다.

재골절이 있었던 전례의 환자는 골절유합술후 6개

**Table 1.** Case analysis

Case	Sex	Age of injury(yrs)	Fx. site and type	Time from plating to plate removal(months)
1	M	27	Lt. closed	16
2	F	40	Rt. closed	19
3	M	29	Lt. opened	28
4	M	65	Rt. closed	17
5	M	54	Lt. closed	16

Mechanism of injury	Time of refracture(wks)	Treatment Modalities	
		Primary	Secondary
Slip down	7	O/R & 1/F	O/R & 1/F
During stand-up	4	O/R & 1/F	C/R & 1/F
		(DCP) (Russel-Taylor IM nail)	
Slip down	3	O/R & 1/F	O/R & 1/F
		(DCP)	(LC DCP)
Trivial injury	9	O/R & 1/F	C/R & 1/F
		(DCP) (A-O IM nail)	
Trivial injury	5	O/R & 1/F	C/R & 1/F
		(Judet plate)	(Küntscher IM nail)

월경 슬관절 운동범위는 90도 이상이었고 90도 이하의 슬관절 운동이 있었던 2례에서는 전신마취하에 슬관절 최강술(brisement)을 시행하였다. 4례에서는 방사선상 잔류 음영감소(Residual radiolucency)의 증거가 있어 비체중부하 보행하였고 6주에 부분 체중부하운동을 시작하였으며, 1례에서는 아직 체중부하 보행하지 말라는 충고를 무시한 채 보행중 제거술후 3주에 재골절되었다. 재골절의 치료는 3례에서는 골수강내 금속정 삽입술을 시행하였고 1례에서는 titanium합금 금속판(LC-DCP)을 이용하여 관혈적 정복 및 내고정 시행하였으며, 비후성 외가골 형성된 상태여서 자가 장골 이식술을 병행하지 않았으며, 다른 1례에서는 stainless금속판 이용하여 관혈적 정복 및 내고정과 자가 장골 이식술을 병행하였다. 전례에서 유합을 얻었으며 관찰중이며 재골절의 치료시 특별히 문제된 것은 없었다(Table 1).

## 증례보고

### 증례 1

27세 남자 환자로 돌에 의한 직접적인 타격으로 좌 대퇴 간부 비개방성골절이 발생하였으며, 수상 3

주후 타병원에서 관혈적 정복술 및 압박금속판 내고정술과 장하지 석고 고정술을 시행하였다.

술후 3개월에 실족사고로 인하여 금속판 부전이 발생하여 금속판 제거술후 압박 금속판 내고정술 및 내측 골 결손 부위에 자가 장골 이식술을 병행하였으며, 술후 1년 4개월경 방사선 사진상 견고한 골유합을 얻었으며 가끔씩 부딪힐때마다 불편함을 느껴 환자가 제거받기를 원해 금속판 제거술을 시행하였다. 금속판 제거술후 2주간의 장하지 석고 부목 고정후 비체중부하 보행을 했으며, 제거술후 7주경 이전 골절부위와 인접한 나사구멍을 통해 재골절이 발생하여 압박금속판을 이용한 관혈적 정복 및 내고정을 실시하고 골이식술을 병행하였다. 현재 완전 체중부하하고 있으며, 추시관찰중이다(Fig. 1A-D).

### 증례 2

40세 여자 환자로 교통사고로 우 대퇴원위부 분쇄골절이 발생하였다. 수상 1주후 관혈적 정복 및 압박금속판 내고정을 시행한 후 골결손 부위에 대해 자가 장골 이식술을 시행하였다. 술후 1년 9개월경 방사선상 견고한 골유합을 얻었고 노동이나 운동시 기능장애나 동통, 이물감은 없었으나 환자가 제거술을 요구해 내고정물을 제거했으며, 제거술후 비체중부하 보행을 했다. 제거술후 4주경 이전 골절부위의 재골절이 발생하여 Russel-Taylor 나사못 맞물림 골수정을 이용하여 고정술을 시행하였다. 골수강내 고정술후 7개월에 골유합을 얻었으며 추시관찰중이다(Fig. 2A-D).

### 증례 3

29세 남자로 교통사고로 인하여 좌 대퇴경부 골절 및 대퇴간부 개방성 제2형 골절로 타병원에서 Orthofix를 이용한 외고정 및 고수상 석고 고정을 동시에 시행하였다. 수상 3개월후 고수상 석고를 제거

**Fig. 1-A.** X-ray film shows broken plate with angulation deformity.

**B.** At 1 year 4 months after operation, bone union was achieved.

**C.** At post-removal lateral X-ray shows a fine oblique crack.

**D.** At post-removal 7 weeks, refracture occurred through the crack.

하고 4개월간 침상안정과 비체중부하 보행 운동하였다. 수상후 11개월에 대퇴경부 및 간부에 불유합 소견있어 외고정물을 제거하고 좌측 경부골절 인공 고관절 전치환술과 좌측 대퇴간부골절에 대해 관혈적 정복 및 압박금속판 이용한 내고정 시행하였으며, 골이식술을 병행하였다. 술후 2년 4개월경 좌측 슬관절의 운동제한이 있어 내고정물 제거술 및 대퇴사두근 성형술을 시행했으며, 제거술후 1주경 제한적인 관절운동을 하였으며 체중부하를 하지말라는 충고를 무시한채 보행중 실족하여 제거술후 3주경 이전 골절 부위와 나사못 구멍 통해 횡상의 재골절이 발생하여 관혈적 정복 및 압박금속판 이용한 내고정술 실시하였다. 비후성 외가골 형성된 소견있어

골이식은 하지 않았으며 현재 완전 체중부하하고 있으며 추시관찰중이다 (Fig. 3A-D).

## 고 찰

재골절의 정의는 임상적, 방사선학적으로 견고한 골유합 소견을 보인 이전의 골절부위에 다시 골절을 일으키거나 내고정물 인접부위에 골의 재형성과정으로 인해 골의 강도가 약해진 부위를 통해 골절된 경우를 말하며, 내고정물 손상이 동반된 골절은 제외된다<sup>1)</sup>. 내고정물을 제거한 후 골유합된 대퇴골에서 재골절의 합병증은 드문 일로 재골절의 발생빈도는 Magerl 등<sup>2)</sup>은 3%, Rüedi 등<sup>10)</sup>은 1%, 조 등<sup>1)</sup>은

**Fig. 2- A.** Preoperative X-ray film of 40 years old female patients shows distal femur shaft fracture.

**B.** At 1 year 9 months after operation, the plate was removed.

**C.** Post removal X-ray shows the fracture sites was completely obliterated.

**D.** At post-removal 4 weeks, X-ray shows a refracture at the original fracture site and the adjacent screw hole.

5.2%를 보고하였으나 본 저자들의 경우는 7.8%로 다른 저자들이 보고한 빈도보다 높았다. 재골절의 발생원인은 불충분한 고정기간, 골절부의 분쇄정도 및 부적당한 정복으로 인한 골절부위의 이연(gap), 골감염유무, 부적절한 내고정물 제거술 등에 의해 발생하며 재골절되었던 5명에서 골감염은 없었으며, 1명에서 초기 심한 분쇄골절로 골유합은 되었으나 전방부, 골피질 결손부위에 재골절이 발생하였고, 재골절의 위험도의 측면에서 볼때 단단한 고정보다

는 만족스런 압박을 주는 것이 더 중요하다. Deluca 등<sup>4)</sup>은 재골절의 위험도를 확인하기위해 첫째로 초기골절양상(고에너지 손상, 개방성 유무, 타 부위 손상 등), 둘째로 분쇄골절에서 정확한 초기 정복 실패, 셋째로 초기골절부위의 방사선학적 골유합 결정의 세가지 요소를 고려해야 한다고 보고한 바 있다.

실험 연구에서 현저한 골조송증은 경성금속판을 정상골에 적용시킬 때 발생한다고 하였다<sup>9)</sup>. 이런 골

**Fig. 3-A.**X-ray taken after of E/F at post operative 11 months.

**B.**Immediate post operative X-ray shows THR and DCP applied state.

**C.**Post removal AP & lat. X-ray shows the fracture sites was completely obliterated.

**D.**At post-removal 3 weeks, X-ray shows a refracture at the original fracture site.

조송증은 titanium, graphite fiber composite로 만든 연성 금속판이 사용될 경우 발생빈도를 낮출 수 있다고 보고하고 있다<sup>8,14</sup>. Moyen등<sup>7</sup>도 개 대 퇴골에 시행한 경성합금 금속판과 titanium 금속판의 비교에서 titanium금속판을 사용한 경우에서 골 조송증이 덜 온다고 보고하고 있고 Paavolainen 등<sup>13</sup>도 17주에 토끼에 시행한 실험에서 금속판 아래의 골피질의 무기질 성분은 정상골 피질에 비해 15% 가량 감소된 바 있다고 보고하고 있다. 본 연구에서 재골절된 모든 예에서 경성합금 금속판인 stainless금속판이 사용되었다.

Hidaka 등<sup>6</sup>은 재골절의 가능한 원인으로 금속판이 사용된 기간동안 금속판 바로 아래 피질골내 체중전달 감소에 의해 골피질이 얇아져 발생할 수 있고, 압박금속판 바로 아래 골피질의 혈액순환 장애를 초래하며 발생할 수 있으며, 골 용해성 과정이 연이어 일어나 신생골 형성이 저하되는 것으로 설명했으며 초기 재골절은 골피질이 얇아지고 혈액순환의 장애(thin, avascular cortex)로 골극성 외력과 염전력에 대한 골 강도의 감소로 금속판제거후 3개월내 발생하며, 후기 재골절은 혈관 재형성(revascularization)에 의한 골흡수로 골조직의 약화를 초

래하여 10개월 이후에 발생한다고 발표하였다.

Charles 등<sup>8)</sup>에 의하면 나사못을 제거한 구멍이 골의 강도를 약화시키며, 내고정물 삽입시 고정된 부위는 Wolff의 법칙이 적용되지 않으므로 재형성의 결여로 골조직의 국소적 결손이 생기고, 내고정물 아래부위는 골조직의 전환이 빨라 피질골이 약한 망상골로 대체되기 때문에 재골절이 발생한다고 했다.

일반적으로 대퇴골에 적용된 압박금속판의 제거시기는 18-24개월 이후로 알려져 있다. 본 저자들에서 재골절이 발생한 5명중 4명에서 18-24개월 사이에 내고정물을 제거한 경우이고, 1명에서는 24개월 이후에 제거하였다. 본 연구에서는 재골절이 발생하지 않았던 군에서의 평균 제거시기는 23.4개월이었으나 표본의 수가 적어서 초기 치료에서부터 금속판 제거까지의 기간 비교에 있어 재골절과의 통계상의 유의한 차이는 없었으며, 적절한 금속판 제거시기를 예측하기는 불가능하였으나 재골절이 발생하였던 5명중 4명에서 2년 이전에 금속판을 제거했던 경우로 비교적 일찍 압박금속판을 제거한 것이 재골절의 원인으로 작용했을 것으로 추측되며 골 피질의 재형성이 완전하게 되고 골 강도나 외부 보호장치 없이 체중부하를 충분히 견딜 수 있도록 적어도 2년 이후에 금속판을 제거해야 하겠고 가급적이면 골유합이 이루어지더라도 특별한 문제점이 없는 경우에는 내고정물 제거는 삼가는 것이 좋을 것으로 사료된다. 그러나 운동선수의 경우 골피질에 금속판과 나사못으로 야기된 응력 방패의 결과로 해면질화 및 골막하 골재흡수가 일어날 기회가 없어 가능하면 제거해 주어야 하고<sup>9)</sup>, 적어도 1년간 나사구멍의 stress riser effect는 남을 수도 있어 금속판 제거후 적어도 6개월간의 굴곡, 염전력을 줄 수 있는 상태는 가급적 피하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 한 예에서는 심하게 분쇄 골절이 있었던 경우로 후방 피질의 골유합은 되었어도 전방 피질골의 골 피질의 결손 부분이 있어 이 약한 지점통해 재골절이 발생하였다. 재골절은 이전 골절 부위, 최초 골절부위와 인접한 나사못 구멍, 나사못 구멍을 통해 발생되며 4명에서는 이전 골절부위에서, 1명에서는 이전 골절 부위와 인접한 나사못 구멍을 통해 발생하였다. 골내 형성된 나사못 구멍은 골을 약하게 하는 응력상승을 구성하게 되고 염전력에 대해 민감하여, 정상의 임계응력 이하에서도 재골절을 유발할 수 있다. Burstein 등<sup>2)</sup>도 염전력 작용

시 토끼 대퇴골의 에너지 저장 능력에 있어 나사와 나사못 구멍부위에서 70% 감소한다고 보고하고 있으며 8주후 나사와 나사못 구멍에 의해 야기된 응력 상승 효과는 골 재형성에 의해 완전히 사라지나 골은 다시 약해진다고 보고한 바 있다. 본 연구에서는 제거술후 1례를 제외하고는 8주 이내에 재골절이 발생하였다. 본 증례에서 증례 1은 실족사고에 의해 골절부와 인접한 나사못 구멍 부위에서 발생한 금속판 파손에 대한 치료로 초기에 금속판과 나사못 제거후 압박 금속판을 이용하여 타부위에 손상없이 해부학적 정복 및 내고정과 자가 해면골 이식을 시행하는 것이 골유합, 기간 단축에 필연적인 것이었으며, 술후 1년 4개월경 금속판과 나사못 제거후 방사선상 충분한 골유합 소견을 보였으나 금속판이 부착된 부분의 골피질이 얇아지고 혈액 순환 장애 및 골 흡수 과정의 증가로 인한 골조송증으로 골 강도가 약화되어 굴곡성 외력 및 염전력에 대한 저항력의 저하로 재골절이 유발된 것이므로 재골절후 이차적인 골절 치료는 압박 금속판으로 다시 내고정하기 보다는 국소혈류 장애 및 골 및 근육손실 등을 줄이면서, 골수강 확장술에 의한 골이식의 효과를 기대하면서 금속정 자체가 강한 외력으로부터 골절면을 보호할 수 있도록 외력이 강하면서 치유기간이 지나면 외력이 점차 대퇴골 자체에 분산되게 하여 조기의 골유합을 얻을 수 있는 골수강내 금속정 내고정술을 선택하는 것이 타당하리라 사료된다.

다시 나사제거시 유발되는 미세손상에 대해 Perren<sup>12)</sup>은 금속판 아래 초기 골조송증이 국소적인 혈액 순환장애와 골 재형성에 따른 골피사로 인해 골피질 재형성이 완전하게 되지않고 비보호 상태에서 체중부하함으로써 재골절이 발생하며, 금속판 제거는 골 재형성이 완전하게 되고 금속판 아래 피질골이 정상상태로 돌아온 후 고려해야 하고 금속판을 제거할 경우는 동통이 이전골절부위에서 발생한 것인지 확인해야 되고 적합한 영상진단을 통해 골절 치유상태를 확인할 수 있어야 한다고 보고한 바 있다. Seimon<sup>13)</sup>은 석고 고정된 처음 3-4주내 재골절의 75%가 발생한다고 보고하고 있으며 8-12주후 가골의 응력에 의한 골 재형성은 재골절의 기회를 감소시킬 수 있다고 보고한 바 있다.

본 저자의 경우 각각 3주, 4주, 5주, 7주, 9주에서 재골절이 발생하였고, 대부분 2개월내에서 재골

질이 발생하였으며, 그 이후엔 발생하지 않았다. 그러므로 압박금속판을 제거한다면 적어도 9주 이상 골극 또는 염전력을 줄 수 있는 심한 노동이나 체육 활동의 제한으로 재골절을 예방할 수 있을 것으로 사료된다. 비록 골유합이 적당한 지에 대하여 임상적, 방사선적 결정은 매우 주관적이긴 하지만 골절 부위에 잔류음영감소(residual radiolucency)가 존재할 시 금속판 제거는 절대 금기이며, 이런 징후가 있었던 4명에서 재골절이 발생하였다. 이런 징후는 금속판 제거후 찍은 방사선 사진만으로 판단할 수 있었다. 본 연구에서 시행하지는 않았지만 금속판 제거전 초기 골절주변에 잔류 음영감소 소견이 있는지 평가하기 위한 컴퓨터 단층 촬영을 하는 것도 위험을 감소시키는 방법중 하나라 사료된다.

### 요약 및 결론

저자들은 1988년 1월부터 1994년 6월까지 연세대학교 원주기독병원 정형외과학교실에서 입원치료 받은 성인 대퇴골 골절 환자중 압박금속판 고정술을 시행하고 골유합 얻은후 압박금속판 제거한 64명중 재골절이 발생한 5명에 대하여 발생원인, 제거시기, 운동제한 기간을 분석하여 그 결과를 보고하는 바이다.

1. 재골절의 원인은 실족사고나 경미한 충격 등이었다.
2. 5례의 평균 내고정물 제거시기는 19.2개월(16-28개월)이었고, 재골절이 발생하지 않는 59례에서는 23.4개월(17-60개월)이었으며 유의한 통계학적 차이는 없었다.
3. 금속판 제거술후 재골절이 발생한 기간은 5례에서 5.7주(3-9주)이었다.
4. 재골절의 발생빈도는 7.8%였다.
5. 내고정물 제거는 증상이 있거나 방사선상 골절 부에 음영감소가 완전히 소실된 후 대개 2년 이후 제거하는 것이 좋을 것으로 사료된다.
6. 금속판 삽입부위 피질골의 골조충종과 나사 삽입부위의 응력 상승 효과도 적어도 1년간 남을 수가 있어 외부보호 장치없이 체중부하 하기에 골강도가 적당할때까지 적어도 9주 이상 골극 또는 염전력을 줄 수 있는 심한 노동이나 스포츠 활동을 제한하여야 한다.

### REFERENCES

- 1) 조덕연, 서재곤, 황환천 : 금속정 제거술후 장관골 재골절. *대한골절외과학회지*, 1:139-146, 1991.
- 2) Burnstein AH, Currey J, Frankel VH, Heiple K G, Lunseth P and Vessely JC : Bone strength. The effect of screw holes. *J Bone Joint Surg*, 54-A:1146-1156, 1972.
- 3) Charles HE : Complication in orthopaedic surgery, 3rd Ed, Philadelphia, *JB Lippincott Co*, 317-318, 1978.
- 4) Deluca PA, Lindsey RW and Ruwe PA : Refracture of bones of the forearm after the removal of compression plates. *J Bone Joint Surg*, 70-A:1372-1376, 1988.
- 5) Eriksson E and Frankel VH : Stress resers in bone. *Clin Orthop*, 193:310-312, 1985.
- 6) Hidaka S and Gustilo RB : Refracture of bones of the forearm after plate removal. *J Bone Joint Surg*, 66-A:1241-1243, 1984.
- 7) Magerl F, Wyss A and Brunner C : Plate osteosynthesis of femoral shaft fractures in adults : A follow-up study. *Clin Orthop*, 138:62-73, 1979.
- 8) Moyen B, Lahey PJ, Weinberg EH and Harris WH : Effects on intact femoral of dogs of the application and removal of metal plates. *J Bone Joint Surg*, 60-A:940-947, 1978.
- 9) Müller ME, Allgower M, Schneider R and Wille-negger H : Manual o f internal fixation-technique recommended by AO-ASIF Group 3rd. Ed. *New York, Springer-Verlag*, 1990.
- 10) Rüeli T and Lüscher N : Results after internal fixation of comminuted fractures of the femoral shaft with DC plates. *Clin Orthop*, 138:74-76, 1979.
- 11) Paavolainen P, Karaharju E, Slati P, Ahonen J and Holmstrom T : Effect of rigid plate fixation on structure and Internal fixation implants. *Clin Orthop*, 232:139-151, 1988.
- 12) Perren SM, Rahn BA, Cordey J, Gautier E and Schneider E : Early temporary porosis of bone induced by Internal fixation implants. *Clin Orthop*, 232:139-151, 1988.
- 13) Seimon LD : Refracture of the shaft of the femur. *J Bone and Joint Surg*, 60-A:940-947, 1978.
- 14) Woo S, Akeson WH, Coutts RD, Rutherford L, Doty D, Jemmott GF and Amiel D : A comparison of cortical bone atrophy secondary to fixation with plates with large difference in bending stiffness. *J Bone Joint Surg*, 58-A:190-195, 1976.