

## 대퇴골 중간 간부 골절에서 시행한 최소 침습적 금속판 고정술

오형근 · 주석규 · 김종인 · 우성종

인제대학교 일산백병원 정형외과

**목 적:** 골수강 내 금속정 고정술을 시행하기 어려웠던 대퇴골 중간 간부 골절 환자에서 최소 침습적 금속판 고정술을 시행 후 결과를 보고하고자 한다.

**대상 및 방법:** 11예 환자의 평균 나이는 47세(20-85세)로 남자 7명, 여자 4명이었다. AO/OTA 분류상 A2형 1예, A3형 5예, B2형 1예, B3형 4예였다. 골수강 내 금속정 고정술이 어려웠던 이유는 개방성 골절 및 동반된 대퇴동맥 파열의 경우가 2예, 다발성 외상 환자에서 폐손상이 동반된 경우가 6예, 대퇴골의 골수강 내 직경이 좁은 경우가 3예였다. 일시적 외고정 후 금속판 고정술로 전환한 경우가 6예였다.

**결 과:** 평균 골유합 시기는 3.7개월(3-5개월)이었으나, 5예(45%)에서 불유합으로 이차적인 자가골 이식술이 필요하였고 초기에 임시 외고정 후 금속판으로 전환한 경우였다. 금속판 고정술과 관련한 합병증은 없었다.

**결 론:** 골수강 내 금속정 고정술이 어려운 대퇴골 중간 간부 골절에서 최소 침습적 금속판 고정술은 선택 가능한 수술 방법이지만, 심한 연부조직 손상 및 다발성 외상 환자에서는 불유합의 빈도가 높아 수술 시 세심한 주위와 술 후 처치가 필요할 것으로 생각한다.

**색인 단어:** 대퇴골, 대퇴골 간부 골절, 최소 침습적 금속판 고정술

### Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Femoral Mid-Diaphyseal Fractures

Hyoung-Keun Oh, M.D., Suk-Kyoo Choo, M.D., Jong-In Kim, M.D., Sung-Jong Woo, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Ilsan Paik Hospital, Goyang, Korea

**Purpose:** To investigate the surgical outcomes of patients with femoral mid-diaphyseal fractures treated with minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO), which were difficult to intramedullary nailing.

**Materials and Methods:** We evaluated 11 patients with femoral mid-diaphyseal fractures who were treated with MIPO. There were 7 males and 4 females and the mean age was 47 years (20-85 years). According to AO/OTA classification, there were 1 type of A1, 5 types of A3, 1 of B2 and 4 of B3. The reason of plate fixation instead of intramedullary nailing is as follows: femoral vessel and severe soft tissue injuries-2 cases, polytrauma patients with chest injury-6 cases, and narrow medullary canal diameter-3 cases. Six out of 11 cases were treated with initial external fixation as a damage control orthopedics.

**Results:** The mean union time of 6 cases was 3.7 months (3-5 months). There were 5 cases (45%) of nonunion, which should be treated with autogenous bone graft. All cases of nonunion resulted from severe soft tissue damage and polytrauma, which needed initial external fixation. There was no case of malalignment and implant-related complication.

**Conclusion:** In cases of difficult intramedullary nailing for the femoral mid-diaphyseal fractures, MIPO could be an alternative surgical option, but concurrent soft tissue injuries and multiple trauma may increase the risk of nonunion in spite of biological fixation.

**Key Words:** Femur, Femoral shaft fracture, Minimally invasive plate osteosynthesis

통신저자 : 오 형 근

고양시 일산서구 주화로 170, 인제대학교 일산백병원 정형외과

Tel : 031-910-7968 · Fax : 031-910-7967

E-mail : osd11@paik.ac.kr

접수: 2012. 10. 23

심사(수정): 1차 2012. 11. 22, 2차 2013. 1. 14

게재확정: 2013. 2. 12

Address reprint requests to : Hyoung-Keun Oh, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Ilsan Paik Hospital,

170 Juhwa-ro, Ilsanseo-gu, Goyang 411-706, Korea

Tel : 82-31-910-7968 · Fax : 82-31-910-7967

E-mail : osd11@paik.ac.kr

## 서 론

대퇴골 간부 골절은 주로 고에너지 손상으로 발생되며, 다발성 외상 및 심한 연부조직 손상과 골절부의 혈행 장애를 흔히 동반하는 골절이다. 대퇴골 간부 골절의 수술적 치료 시 골절부의 해부학적 정복보다는 하지의 길이 및 정렬을 회복하는 것이 중요하며, 상대적 안정성 제공으로 이차적인 골유합을 얻는 것이 선호되고 있다. 대퇴골 전자하부 골절 및 원위부 골절의 경우에는 술자의 선호도 및 골절의 형태에 따라 해부학적 모양의 잠김 압박 금속판(locking compression plate, LCP) 및 골수강 내 금속정 고정술 고정이 가능하다<sup>3,12)</sup>.

대퇴골 간부 골절의 경우에는 다양한 내고정 방법 중 골수강 내 금속정 고정술이 높은 골유합 및 낮은 합병증과 금속판 고정에 비하여 생역학적 우수성으로 추천되는 고정 방법이다<sup>17)</sup>. 하지만 다발성 외상 환자, 대퇴골 간부의 변형 및 좁은 골수강 내 직경, 심한 연부조직 손상이 동반된 경우 등에는 대퇴골 간부 골절에서 일차적인 골수강 내 고정술이 어려운 경우가 있다<sup>1)</sup>.

최근 장관골 간부 골절에서 최소 침습적 금속판 고정술(minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO)에 의한 유연성 고정(flexible fixation)은 기존의 압박 금속판 고정술에 비하여 우수한 방사선적, 임상적 결과들이 보고되고 있지만<sup>4,8-11)</sup>, 대퇴골 중간 간부 골절에 대한 MIPO에 관한 보고는 드물다.

저자들은 골수강 내 금속정 고정술을 시행하기 어려웠던 대퇴골 중간 간부 골절 환자들에서 MIPO를 시행한 후 치료 결과를 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2007년부터 2011년까지 대퇴골 중간 간부 골절로 MIPO를 시행하고 1년 이상 방사선 추시 관찰이 가능하였던 11명의 환자를 대상으로 하였다.

본 연구의 대상 환자는 대퇴골 골절이 소전자부터 원위 대퇴 골간부 사이를 3등분하여 중간 1/3 사이에 발생한 간부 골절로 한정하였다. 20세 미만의 환자, 원위 대퇴골 및 전자하부 골절, 대퇴 인공삽입물 주위 골절 및 내고정물 주위 골절 등은 제외하였다.

남자 7명, 여자 4명이었으며, 평균 나이는 47세(20-85세)였다. 수상의 원인은 교통사고 9예, 단순 미끄러짐에 의한 경우가 2예였다. 골절의 분류는 AO/OTA 분류상 A2형 1예, A3형 4예, B2형 2예, B3형 4예였으며, Gustillo-Anderson의

분류상 II형의 개방성 골절의 경우가 1예, III형이 4예였다. 동반된 타 장기의 다발성 손상, 다발성 골절, 큰 동맥의 손상 및 복강 내 출혈이 있었던 경우는 전체의 11예 중 9예에서 동반되었다.

대퇴골 중간 간부 골절에 대하여 골수강 내 금속정 고정술이 어려웠던 요인으로서는 개방성 골절 및 동반된 대퇴동맥 파열로 임시 외고정이 필요하였던 경우가 2예, 다발성 외상 환자에서 동반된 폐손상으로 수상 초기에 골수강 내 확공을 하기가 어려웠던 경우가 6예, 대퇴골의 골수강 내 직경이 8 mm 이내로 좁은 경우가 3예였다.

전체 11명의 환자 중 6명의 환자에서 수상 당일 대퇴골 간부 골절에 대한 임시 외고정을 시행하였으며, 5명의 환자에서는 초기 내고정 시 최소 침습적 금속판 고정을 시행하였다. 임시 외고정을 시행한 이유는 대퇴동맥 손상이 있어 대퇴동맥 재건술이 필요하였던 경우가 2예, 다발성 외상 환자에서 손상 통제 수술(damage control orthopedics, DCO)로 외고정을 시행한 경우가 4예였다.

방사선학적으로 수술 후 골절의 정복 정도와 골유합에 소요된 기간 및 유합 후 하지 정렬에 대해 분석하였으며, 수술 후 경과 관찰 중 합병증의 유무에 대하여 조사하였다. 골유합은 체중 부하 시 동통이 없이 전후면 및 측면 방사선 사진상 피질골의 가골교가 3개 이상 보이며 골절선이 보이지 않는 경우로 하였다.

### 2. 수술 방법

전체 11명의 환자 중 6명의 환자에서 수상 당일 대퇴골 간부 골절에 대한 임시 외고정을 시행하였다. 임시 외고정 시 근위 및 원위 대퇴 골편에 2개의 핀고정을 시행하였으며, 향후 금속판 고정술로의 전환을 감안하여 핀의 위치는 대퇴부 전외측에 삽입하였다. 대퇴골 골절에 대한 MIPO 시 환자는 방사선 투과성 수술대에 양외위로 위치시킨 후 근위 경골부에 골격 견인을 설치하였으며, 슬관절을 약 30도 굴곡한 상태로 원위 대퇴부에 패딩을 하여 골절의 간접 정복이 용이하도록 하였다.

사용한 금속판은 5.0 broad curved LCP가 6예, 원위 대퇴골용 잠김 압박 금속판(locking compression plate in distal femur, LCP-DF; Synthes®, Synthes, Oberdorf, Switzerland)이 5예였다. 골절의 형태 및 하지의 길이에 따라 가능한 긴 금속판을 사용할 수 있도록 술 전 계획을 세웠다. 사용된 금속판의 길이는 5.0 broad curved LCP의 경우 14홀에서 18홀 금속판, LCP-DF를 사용한 경우에는 11홀 및 13홀 금속판을 사용하였으며, 각 골편에 3개 이상의 나사못 고정을 할 수 있도록 하였다.

골절의 간접 정복 방법으로 임시 외고정을 시행하였던 6

예에서는 임시 외고정 핀을 도수 조작하여 영상 증폭기 도움하에 금속판 삽입 전에 골절의 정복을 시도하였다.

초기에 금속판 고정기 가능하였던 6예 중 2예에서는 대퇴골 전자부에서 골수강 내 금속정 고정술 시 사용하는 유도핀을 삽입하여 골절의 간접 정복을 시도하였다. 4예에서는 술 중 골격 견인과 금속판에 나사못 고정 중 도수 조작으로 골절의 간접 정복이 가능하였다.

금속판 삽입 전에 적절한 금속판의 위치를 피부에 표시를 한 후 원위부에 4-5 cm의 피부 절개 후 근막하 터널(submuscular tunnel)을 준비하였고 금속판을 원위부에서 근위부로 삽입하였다. LCP-DF를 사용한 5예 중 3예에서는 반대측 금속판을 전자부에 피부 절개 후 원위부로 삽입하였으며(reverse LCP-DF), 5.0 broad curved LCP를 사용한 경우에는 원위 대퇴골 간부의 모양에 맞춰 금속판의 삽입 전 금속판의 성형을 시행하였다.

금속판의 경피적 삽입 후 적절한 금속판의 위치 및 골절의 정복 정도를 확인하면서 가장 원위부 및 근위부 잠금나사홀에 스테인만 핀 및 잠금나사용 드릴 비트를 사용하여 금속판을 임시적으로 고정하였고, 4.5 mm 피질골 나사를 이용하여 금속판의 윤곽에 따라 골절의 부가적인 정복을 시도하였다. 근위 및 원위 골편에 대한 잠금나사못 고정도 경피적으로 잠금나사 sleeve를 금속판에 고정 후 시행하였으며, 각 골편에 3개 이상의 나사못을 충분한 나사못 간격을 유지하면서 고정하였다.

수술 후 모든 경우에 허용 범위 내에서 휠체어를 이용한 조기 거동을 하도록 하였으며, 급성 통증이 소실되면 침상에서 능동적인 고관절 신전-굴곡 운동 및 대퇴 직거상과 대퇴 사두근 강화 운동을 시작하였고, 환자의 경과 및 골절의 형태에 따라 술 후 7일째 부분 체중 부하 기립 및

보조기를 사용한 보행과 관절 범위 운동을 허용하였다. 예방적 항생제는 5일간(3-7일) 정맥 투여하였고, 수술 후 심부정맥 혈전증을 예방하기 위해 양측 하지에 항혈전 스타킹을 착용시켰다.

## 결 과

평균 추시 기간은 24개월(12-39개월)이었으며, 최종 골유합 확인까지 전체 환자에서 추시가 가능하였다.

수상 당일 임시 외고정을 시행하였던 6예에서 금속판 고정술까지 기간은 연부조직의 상태 및 환자의 전신 상태를 고려하여 평균 13일(6-22일)이 소요되었다.

금속판 고정술 후 방사선 평가상 골절부의 5도 이상의 각 변형 및 10도 이상의 회전 변형을 보인 경우는 없었으며, 주 골편 간 5 mm 이상의 전위를 보인 경우도 없었다.

전체 11명의 환자 중 6명(55%)의 환자에서는 평균 3.7개월(3-5개월)에 골유합을 얻을 수 있었다. 5명(45%)의 환자에서는 골절부의 지연유합으로 술 후 평균 8.2개월(5-10개월)에 이차적인 자가골 이식술이 필요하였으며, 수상 후 평균 11.4개월(11-12개월)에 모든 환자에서 골유합을 얻을 수 있었다.

자가골 이식술이 필요하였던 5명 모두 임시 외고정 후 금속판 전환술을 시행하였던 환자로 3명은 다발성 외상과 동반된 연부조직 손상이 있었던 경우였으며, 2명은 대퇴동맥 파열로 동맥 재건술이 필요하였던 경우였다(Table 1).

술 후 합병증으로 1명의 환자에서 지연 유합의 원인으로 자가골 이식술 과정 중 골절부의 감염이 확인되어 항생제 시멘트 삽입 후 이차적인 자가골 이식술을 시행하였으며, 다발성 외상 및 개방성 골절이었던 경우였다.

**Table 1.** Demographic Data and Surgical Outcomes

Case	Sex	Age	Classification of fracture*	Classification of open fracture <sup>†</sup>	E/F	Plate	Nonunion
1	F	71	A3			Board LCP	
2	M	20	B3			Board LCP	
3	F	85	A3			Board LCP	
4	M	48	B2			Board LCP	
5	F	52	A3		+	LCP-DF	
6	M	75	A2			Board LCP	
7	M	46	B2	III	+	LCP-DF	+
8	M	30	B3	III	+	Board LCP	+
9	M	26	B3	III	+	LCP-DF	+
10	M	26	B3	III	+	LCP-DF	+
11	F	38	A3	II	+	LCP-DF	+

E/F: External fixation, F: Female, M: Male, LCP: Locking compression plate, LCP-DF: Locking compression plate in distal femur.

\*AO/OTA classification, <sup>†</sup>Gustillo-Anderson classification.

이외에 금속판 고정술과 관련된 합병증은 없었으며, 최종 추시 관찰상 정상적인 인접 관절의 기능 및 보행 능력을 회복하였다.

6명의 환자에서는 술 후 평균 17개월(13-26개월)에 금속판 제거술을 시행하였으며, 기존의 경피적 피부 절개로 제거술이 가능하였다.

## 고 찰

대퇴골 간부 골절의 수술적 치료 시 손상 기전, 골절의 위치 및 형태, 동반 손상 및 질환 등에 따라 골절의 정복 및 고정 방법을 고려하게 된다. 대퇴골 골간단부 골절에 비하여 중간 간부 골절의 경우에는 고에너지 손상으로 발생하는 경우가 많아 단순 골절이라도 압박 금속판 고정보다는 상대적 안정성 고정으로 이차 골유합을 도모하는 골수강 내 금속정 고정술이 표준화된 수술 방법으로, 높은 골유합률과 낮은 합병증으로 선호되고 있다<sup>15,17)</sup>.

하지만 대퇴골의 골수강 내 직경이 8 mm 이내로 작은 경우에는 과도한 골수강 내 확공이 요구되며, 최소 10 mm 직경의 확공형 금속정 고정술이 어려울 수 있어 다른 고정 방법을 고려하여야 한다.

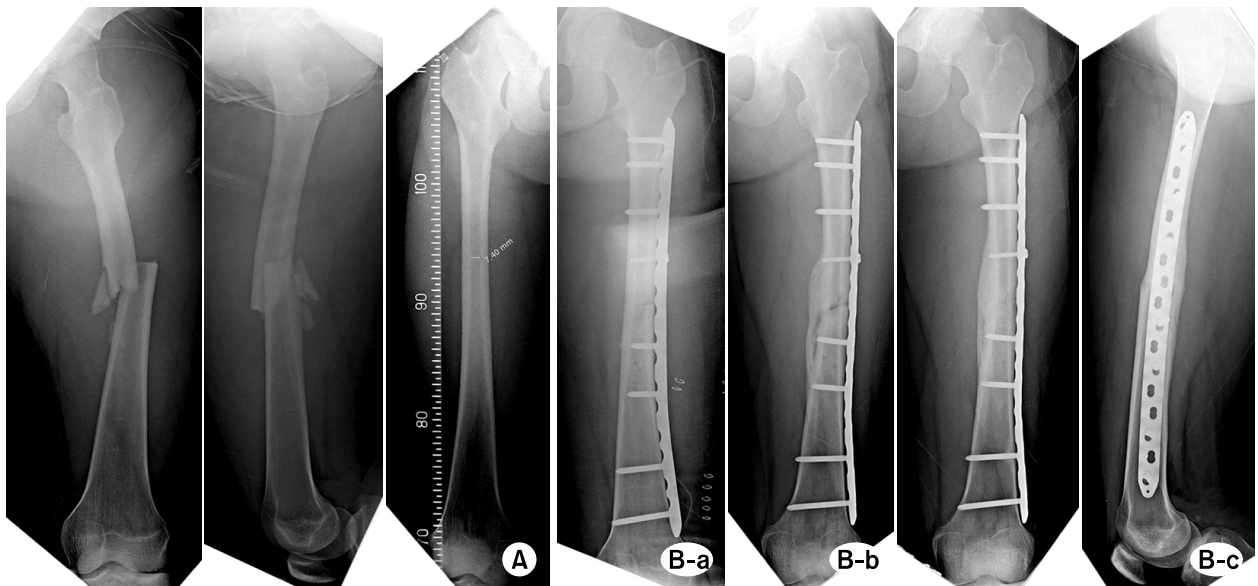
대퇴골 간부 외측의 압박 금속판은 긴장대 금속판 기능을 할 수 있지만, 내측 피질골의 접촉 및 정복이 선행되어

야 하므로 골절의 정복을 위한 과도한 연부조직의 박리가 필요하여, 술 후 감염 및 골유합의 장애를 초래할 가능성이 있어 수술 시 세심한 주의가 요구된다<sup>5,14)</sup>.

장관골 골절에서 시행되고 있는 MIPO는 기존의 관혈적 정복술과 압박 금속판 고정에 비하여 생물학적, 생역학적인 우수성으로 적용이 확대되고 있지만, 골절의 간접 정복 방법 및 금속판의 생역학적 기능에 대한 세심한 주의가 요구되며, 장관골 간부의 횡골절보다는 골간단부의 사선형 골절, 분쇄 골절에서 주로 적용되고 있다<sup>7,10,18,19)</sup>. 저자들의 경우에는 대상 환자의 대부분이 대퇴골 중간 간부의 골절 형태가 횡골절인 경우로 가교 금속판의 적용 시 골편 간의 변형(strain)이 다골편성 골절에 비하여 가골 형성에 불리하였고, 해면골보다는 피질골이 많은 중간 간부의 해부학적 위치로 인하여 골형성에 제한이 있었을 것으로 생각하였다.

11명의 대상 환자 중 5명(45%)의 환자에서 지연 유합이 발생하였지만, 모두 임시 외고정 후 금속판 고정으로 전환하였던 경우로, 동반 손상 및 연부조직의 손상 정도가 심하지 않아 일차적으로 MIPO를 시행하였던 환자에서는 안정적인 골유합을 얻을 수 있었다. 골유합 과정에서 방사선 추시 관찰에서도 골수강 내 금속정 고정술과 같은 가골을 형성하는 이차 골유합(secondary bone healing)을 얻을 수 있었다(Fig. 1).

단순 골절 및 횡골절에서 MIPO 시 만족할 만한 골유합



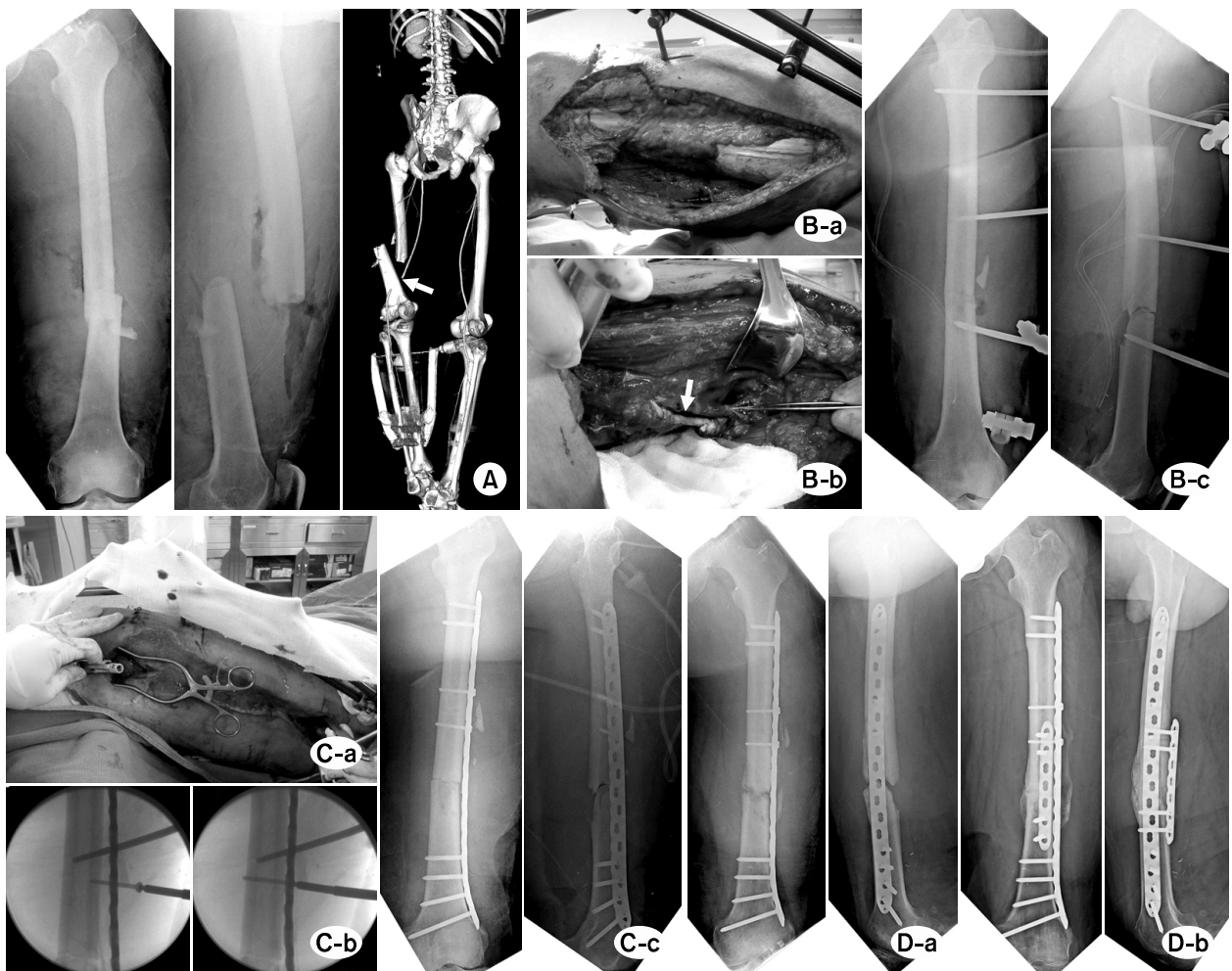
**Fig. 1. (A)** A case of 20 years old male. Plain radiographs shows B3 femoral mid-diaphyseal fracture. Intramedullary nailing was contraindicated because of narrow medullary canal.

**(B)** (a) Postoperative radiograph shows good reduction and alignment of fracture after minimally invasive plate osteosynthesis. (b) Three months follow-up radiograph shows bridging callus. (c) Twelve months follow-up radiographs show solid bony union.

을 얻기 위하여는 골절의 정복에 세심한 주의가 요구되며, 유연성 고정이 될 수 있도록 하여야 한다. 저자들의 경우에는 썬크골편이 동반된 횡골절인 경우에도 주 골편 간의 만족할만한 접촉을 얻을 수 있도록 노력하였고, 가능한 긴 금속판을 사용하고 각 골편당 나사못의 숫자를 제한하여 금속판 고정 시 유연성 고정이 될 수 있도록 하였다.

골간단부 골절에 사용되는 해부학적 형태의 LCP는 금속판의 삽입이 용이하며, 금속판의 부가적인 성형 없이 금속판의 형태에 따라 골절의 정복을 시도할 수 있지만, 대퇴

골 중간 간부 골절에서 긴 금속판을 적용하기 위하여는 환자의 대퇴골 외측 피질골의 형태에 맞춰 술 전에 금속판의 성형이 요구되었다. 술 후 방사선 사진에서는 견축에 비하여 5도 이상의 관상면상 부정 정렬을 보인 경우는 없었고, 금속판의 성형에 따른 강도 저하로 금속판의 부전을 보인 경우도 없었다. 따라서 골수강 내 금속정 고정술이 어려운 대퇴골 중간 간부 골절에서 최소 침습적 술기로 골절부의 혈행을 보존할 수 있도록 금속판 고정을 시행한다면 만족할 만한 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각한다.



**Fig. 2. (A)** A case of 32 years old male. Plain radiographs and angiography show B3 femoral mid-diaphyseal fracture with total occlusion of the femoral artery (arrow).

**(B)** (a) There was severe soft tissue injury on the lateral thigh. (b) Bypass femoral artery reconstruction (arrow) was carried out through the medial open wound. (c) Femoral fracture was stabilized by temporary external fixation.

**(C)** (a) External fixator was converted to internal fixator using minimally invasive plate osteosynthesis technique after 18 days of the initial injury. (b) Previous external fixator and prevented locking compression plate could be used as a reduction tool. (c) Postoperative radiographs show good alignment of the fracture.

**(D)** (a) Plain radiographs show nonunion of femoral mid-diaphyseal fracture after 8 months of plate fixation. (b) After autogenous bone graft and supplementary plate fixation, solid bony union could be obtained.

최근에 고에너지 손상으로 인한 대퇴골 간부 골절에서 다발성 외상 및 폐손상이 있는 경우 골수강 내 확공으로 인한 폐색전증 및 이차 손상(second-hit)으로 인한 전신 염증 반응(systemic inflammatory response syndrome)의 위험성이 알려지고 있어<sup>2,6)</sup>, 대퇴골 중간 간부 골절의 초기 고정 방법으로 골수강 내 금속정 고정술 외에 전신 합병증을 최소화할 수 있는 고정 방법에 대한 고려가 필요하다. 이런 경우 대퇴골 골절에 대한 외고정술은 출혈량이 적으며, 수술 시간을 단축할 수 있고 비교적 사용이 용이하여 다발성 외상 환자에 대한 DCO를 시행할 경우 초기 고정 방법으로 권장되고 있다<sup>13,16)</sup>.

저자들의 경우에도 수상 당시 임시 외고정을 시행한 6명의 환자 모두 다발성 중증 외상 환자 및 대퇴동맥 손상을 동반한 개방성 골절 환자에서 DCO로서 외고정을 시행한 경우였다. 이차적인 내고정술로의 전환은 주로 골수강 내 금속정 고정술이 선호되고 있으며, 외고정 기간을 2주 이내로 줄이는 것으로 핀 삽입으로 인한 감염의 위험성을 감소시킬 수 있다<sup>13,16)</sup>. 저자들의 경우에는 평균 13일에 내고정술로의 전환이 가능하였지만, 외고정 시부터 골수강 내 금속정 고정술보다는 금속판 고정술을 계획하였다. 모두 동반된 타 장기 손상 외에 연부조직의 손상이 광범위하였던 경우로, 임시 외고정을 장기간 유지하기 어려워 확정적인 내고정술로의 전환보다는 외고정(external fixator)을 내고정(internal fixator)으로 전환하는 술식으로 LCP를 이용한 MIPO를 시행한 경우였다. 또한 대퇴동맥 재건술을 시행한 경우 외고정 제거 후 골수강 내 금속정술로의 전환 시 골절부의 도수 조작으로 부가적인 대퇴동맥 손상이 우려가 되었고, 연부조직의 손상이 심각한 경우 이차적인 감염의 위험이 높다고 판단되어 이차적인 내고정 방법으로 골수강 내 금속정 고정술보다는 MIPO를 결정하였다(Fig. 2).

결과적으로는 임시 외고정을 시행하였던 6명의 환자 중 5명의 환자에서 불유합이 발생하였지만, MIPO로의 전환은 장기간의 외고정에 따른 합병증과 무리한 골수강 내 금속정 고정술에 따른 감염 등의 위험성 없는 안전한 술식이라고 생각하였다. 하지만 골절 치유의 과정에서는 동일한 골절의 형태에서도 고정 방법뿐 아니라 연부조직의 손상 정도에 따라 골절의 치유 과정에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각한다.

본 연구는 연구 대상 환자가 충분하지 않으며 대퇴골 중간 간부 골절의 내고정 방법으로 골수강 내 금속정 고정술과의 비교 연구가 아니기 때문에 MIPO의 유용성을 일반화하기 어렵다. 또한 동일한 골절 형태이기는 하지만 동반된 외상 및 연부조직이 손상이 골절 치유 과정에 미치는 영향으로 저자들의 MIPO의 술기와 관련한 생역학적, 생물학적인 영향에 대한 논의가 어렵다는 한계가 있다.

향후에는 대퇴골 중간 간부 골절에 대한 보다 많은 증례 분석으로 골수강 내 금속정 고정술과 비교한 MIPO에 대한 유용성 및 술기 개발이 필요하며, 다발성 외상 환자에서 외고정 후 내고정술로의 전환 시 내고정 방법에 대한 논의가 필요할 것으로 생각한다.

## 결 론

골수강 내 금속정 고정술이 어려운 대퇴골 중간 간부 골절에서 MIPO는 선택 가능한 내고정 방법이지만, 다발성 외상 환자 및 연부조직 손상이 동반된 경우에는 불유합의 빈도가 높아 수술 시 세심한 주위와 술 후 처치가 필요할 것으로 생각한다.

## 참 고 문 헌

- 1) Apivatthakakul T, Chiewcharntanakit S: Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in the treatment of the femoral shaft fracture where intramedullary nailing is not indicated. *Int Orthop*, **33**: 1119-1126, 2009.
- 2) Bosse MJ, MacKenzie EJ, Riemer BL, et al: Adult respiratory distress syndrome, pneumonia, and mortality following thoracic injury and a femoral fracture treated either with intramedullary nailing with reaming or with a plate. A comparative study. *J Bone Joint Surg Am*, **79**: 799-809, 1997.
- 3) Celebi L, Can M, Muratli HH, Yagmurlu MF, Yuksel HY, Bicimoğlu A: Indirect reduction and biological internal fixation of comminuted subtrochanteric fractures of the femur. *Injury*, **37**: 740-750, 2006.
- 4) Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tscherne H: Minimally invasive plate osteosynthesis: does percutaneous plating disrupt femoral blood supply less than the traditional technique? *J Orthop Trauma*, **13**: 401-406, 1999.
- 5) Geissler WB, Powell TE, Blickenstaff KR, Savoie FH: Compression plating of acute femoral shaft fractures. *Orthopedics*, **18**: 655-660, 1995.
- 6) Giannoudis PV, Smith RM, Bellamy MC, Morrison JF, Dickson RA, Guillou PJ: Stimulation of the inflammatory system by reamed and unreamed nailing of femoral fractures. An analysis of the second hit. *J Bone Joint Surg Br*, **81**: 356-361, 1999.
- 7) Han SB, Choi IC, Lee SH, Suh DH, Cho HJ: Minimal invasive plate osteosynthesis for distal femoral fracture. *J*

- Korean Fract Soc, **19**: 11-16, 2006.
- 8) **Huang HT, Huang PJ, Su JY, Lin SY**: Indirect reduction and bridge plating of supracondylar fractures of the femur. *Injury*, **34**: 135-140, 2003.
  - 9) **Kesemenli C, Subasi M, Necmioglu S, Kapukaya A**: Treatment of multifragmentary fractures of the femur by indirect reduction (biological) and plate fixation. *Injury*, **33**: 691-699, 2002.
  - 10) **Krettek C, Müller M, Miclau T**: Evolution of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in the femur. *Injury*, **32 Suppl 3**: SC14-23, 2001.
  - 11) **Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tscherne H**: Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury*, **28 Suppl 1**: A20-30, 1997.
  - 12) **Oh CW, Oh JK, Kim SJ, et al**: Minimally invasive plate osteosynthesis for comminuted subtrochanteric fracture of the femur. *J Korean Fract Soc*, **19**: 407-411, 2006.
  - 13) **Pape HC, Hildebrand F, Pertschy S, et al**: Changes in the management of femoral shaft fractures in polytrauma patients: from early total care to damage control orthopedic surgery. *J Trauma*, **53**: 452-461, 2002.
  - 14) **Thompson F, O'Beirne J, Gallagher J, Sheehan J, Quinlan W**: Fractures of the femoral shaft treated by plating. *Injury*, **16**: 535-538, 1985.
  - 15) **Tornetta P 3rd, Tiburzi D**: Antegrade or retrograde reamed femoral nailing. A prospective, randomised trial. *J Bone Joint Surg Br*, **82**: 652-654, 2000.
  - 16) **Tuttle MS, Smith WR, Williams AE, et al**: Safety and efficacy of damage control external fixation versus early definitive stabilization for femoral shaft fractures in the multiple-injured patient. *J Trauma*, **67**: 602-605, 2009.
  - 17) **Winqvist RA, Hansen ST Jr, Clawson DK**: Closed intramedullary nailing of femoral fractures. A report of fire hundred and twenty cases. *J Bone Joint Surg Am*, **66**: 529-539, 1984.
  - 18) **Zhiquan A, Bingfang Z, Yeming W, Chi Z, Peiyan H**: Minimally invasive plating osteosynthesis (MIPO) of middle and distal third humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma*, **21**: 628-633, 2007.
  - 19) **Zlowodzki M, Vogt D, Cole PA, Kregor PJ**: Plating of femoral shaft fractures: open reduction and internal fixation versus submuscular fixation. *J Trauma*, **63**: 1061-1065, 2007.