

최소 침습적 잠김 압박 금속판 고정술을 이용한 대퇴 원위 골절의 치료

박기철 · 정규성 · 문준기

한양대학교 의과대학 구리병원 정형외과학교실

목 적: 대퇴골 원위부 골절에서 잠김 압박 금속판 (locking compression plate, LCP)을 이용한 최소 침습적 금속판 고정술의 유용성을 알아보려고 하였다.

대상 및 방법: 2004년 12월부터 2010년 4월까지 대퇴골 원위부 골절에 대한 최소 침습적 잠김 압박 금속판 고정술을 시행한 환자 33명을 대상으로 하였다. 방사선학적으로 골절의 정복 상태 및 골유합 기간을 확인하였으며, 임상적으로 Schatzker와 Lambert의 평가 방법을 이용하였다.

결 과: 평균 골유합 기간은 16.3주 (10~22주)이었다. 합병증으로 3예에서 불유합, 2예에서 불유합에 의한 금속판 파손이 발생하였고, 표재성 감염이 1예, 7도 외반 변형 1예, 1.5 cm 하지 단축이 1예 발생하였다. 불유합으로 인하여 재수술을 시행한 3예를 제외한 Schatzker와 Lambert의 평가 방법상 우수 11예, 양호 14예, 보통 5예로 나타났다.

결 론: 대퇴골 원위부 골절에 대하여 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 고정술은 임상적 및 방사선학적으로 만족할 만한 결과를 보였으나 금속판 파손, 불유합 등 합병증 발생의 가능성이 여전히 존재하므로 보다 좋은 결과를 얻기 위해서는 세심한 수술 술기 및 골절 형태에 따른 적절한 치료가 필요하리라 사료된다.

색인 단어: 대퇴골 원위부 골절, 잠김 압박 금속판, 최소 침습적 금속판 고정술

Treatment of Distal Femur Fracture with Minimally Invasive Locking Compression Plate Osteosynthesis

Ki-Chul Park, M.D., Kyu-Sung Chung, M.D., Joon-Ki Moon, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Guri Hospital, Hanyang University College of Medicine, Guri, Korea

Purpose: To analyze the result of distal femur fracture treatment with minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) using a locking compression plate (LCP).

Materials and Methods: From December 2004 to April 2010, 33 patients with distal femur fractures were treated by MIPO with a locking compression plate. The reduction state and bone union time was checked radiologically. The clinical outcome was evaluated by the Schatzker and Lambert criteria.

Results: The mean bone union time was 16.3 weeks (10~22 weeks). There were 3 nonunions, 2 broken plates, 1 superficial infection, 7° of valgus angulation in 1 case, and 1.5 cm limb shortening in 1 case. Except for the 3 nonunion cases, according to the Schatzker and Lambert criteria, results were graded as excellent in 11 cases, good in 14 cases, and moderate in 5 cases.

Conclusion: The treatment of distal femoral fracture by MIPO with a locking compression plate resulted in good functional and radiological outcomes, but it has problems, such as broken plates and nonunion. Accurate surgical technique and appropriate treatment will be needed according to fracture type.

Key Words: Distal femur fracture, Locking compression plate, Minimally invasive plate osteosynthesis

통신저자 : 박 기 철

경기도 구리시 교문동, 249-1
한양대학교 의과대학 구리병원 정형외과학교실
Tel : 031-560-2318 · Fax : 031-557-8781
E-mail : kcpark@hanyang.ac.kr

Address reprint requests to : Ki-Chul Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Guri Hospital, Hanyang University
College of medicine, 249-1, Gyomoon-dong, Guri 471-701, Korea
Tel : 82-31-560-2318 · Fax : 82-31-557-8781
E-mail : kcpark@hanyang.ac.kr

접수: 2011. 7. 21

심사 (수정): 1차 2011. 8. 8, 2차 2011. 10. 30

게재확정: 2011. 11. 15

서 론

대퇴골 원위부 골절은 대개 고에너지 손상에 의해 발생하며 분쇄 골절 및 주위 연부 조직 손상이 동반되어 불유합, 지연유합, 부정 유합, 관절 강직 등의 합병증이 흔히 발생하여 치료하기 어려운 골절로 알려져 있다^{1,12,24,26}.

과거에는 보존적 치료¹⁹⁾부터 근래에는 내고정 기구의 발달로 금속판^{5,11,20,22)}이나 교합성 골수강내 금속정^{8,9,17)}을 이용하여 내고정술을 시행하고 있다.

잠김 압박 금속판 (locking compression plate, LCP)은 여러 개의 잠김 나사를 이용하여 골절부를 지지하는데 효과적이고 기존 금속판에 비해 안정성을 향상시키며 분쇄가 동반된 골절부위에 가교 금속판 (bridge plate) 역할을 하고, 결과적으로 높은 골유합 결과를 보인다고 하였다¹³⁾. 또한 최소 침습적 금속판 고정술 (minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO)은 피부 절개를 최소화 하여 골절부의 연부 조직을 노출시키지 않기 때문에 연부 조직의 손상을 최소화하며 골의 혈류 공급을 보존하는 장점 및 좀더 빠른 재활이 가능하다는 장점이 있다^{2,14,21)}. 그러나 일부 저자들은 잠김 압박 금속판 사용이 기존의 금속판에 비해서 골유합이나 임상적 결과에서 더 나은 점이 없다고 보고하였고^{18,24,26)}, 또한 최소 침습적 금속판 고정술은 골절부를 노출시키지 않는 간접적 정복이므로 만족스런 정렬을 얻기가 기술적으로 어렵다는 보고도 있다¹⁴⁾.

저자들은 대퇴골 원위부 골절에서 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 고정술의 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2004년 12월부터 2010년 4월까지 본원에서 폐쇄적 대퇴골 원위부 골절로 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 고정술을 시행받은 33명의 환자, 33예를 대상으로 후향적으로 조사하였으며, 개방성 상처가 있는 환자, 과거 대퇴골 원위부에 수술받은 과거력이 있는 환자, 병적 골절의 과거력이 있는 환자는 대상에서 제외하였다.

수술 시 평균 연령은 56.2세 (15~85세)였으며, 평균 추시 관찰 기간은 19.0개월 (10~48개월)이었다. 수술은 모두 동일한 일인의 술자에 의해 시행되었다. AO-OTA 분류에 따라 골절 양상을 구분하였으며, A1은 12예, A2는 2예, A3는 8예, B1은 2예, B2는 2예, C1은 2예, C2는 5예였다. 수술 방법으로 모든 환자에서 양와위 (supine position)에서 방사선 투과 수술대를 사용하였고, 지혈대는 사용하지 않았다. 수술 시 회전 정렬, 단축 및 신연 등을 건축과 비교, 확인하기 위하여 건축도 같이 소독 및 멸균 도포 (draping)

를 시행하였다. 골절부를 노출시키지 않기 위해 골절부를 기준으로 근위부와 원위부를 분리하여 피부 절개를 가하였다. A형 골절과 같은 관절면을 침범하지 않은 골절에서는 표준적인 외측 절개법 (lateral approach)을 사용하였으나, C형 골절과 같은 관절면을 침범한 골절에서는 슬개골 외측 절개법 (lateral parapatellar approach)을 사용하였다. 대퇴골 원위부 골절을 경골 근위부의 골 견인을 통하여 방사선 투시기 (C-armed image intensifier)하에 간접 정복을 시행하였다. 슬개골이 상방을 향한 상태에서 건축의 소전자부를 방사선 투시기를 이용하여 먼저 촬영 후 정복한 환측의 소전자부와 비교하여 회전 정렬을 확인하였으며, 하지 정렬 상태는 전기 조각기의 연결줄을 고관절의 중심, 슬관절 및 족관절의 중심부에 댄 후 각 중심부를 지나는지 확인하여 측정하였다. 단순 골절의 경우 정복 시 가급적 골절 간격을 줄여서 금속판 고정을 시행하였으며, 분쇄 골절의 경우 골절면 크기의 최소 3배 이상 되는 금속판을 사용하여 고정하였다. 잠김 압박 금속판은 LCP-DF (Synthes[®], Oberdorf, Switzerland) 32에 사용하였고, ZPLP-DF (Zimmer[®], Warsaw, Indiana, USA)는 1예를 사용하였으며, 외측 광근 (vastus lateralis muscle)과 골막 (periosteum) 사이의 근육하 (submuscular)에 삽입하여 압박 머리 나사를 이용하여 골편과 고정하였다. 수술 당시 2예에서는 골 결손이 심하여 골이식술을 시행하였다. 수술 시간은 최초 피부 절개 시점에서 골수강내 금속정을 삽입하고 고정 후 피부 봉합까지의 시간으로 정의하였다.

수술 후 3일째부터 대퇴 사두근의 등장성 운동과 슬관절, 고관절의 관절 운동을 수동적 (continuous passive motion, CPM)으로 시행하였고, 조기 체중 부하를 위하여 정면 혹은 측면 방사선 사진상 가골 형성 시 부분 체중 부하를, 정면과 측면 모두 가골 형성 시 전 체중 부하를 시행하였다.

골유합의 시기는 추시 관찰하였을 때 전후면 및 측면 단순 방사선 사진상 가골이 골절 부위를 견고하게 연결하고 있으며, 전체 중 부하 및 보행 시 동통, 파행 (limping gait) 등의 이상 소견 보이지 않을 때를 기준으로 하였다. 또한 환자의 임상적인 결과를 측정하기 위하여 Schatzker와 Lambert²³⁾의 평가 방법을 사용하였다. 또한 수술 시간 및 골절 부위 수술 후 정렬, 합병증을 비교 분석하였다.

통계 방법으로 골절 형태에 따라 A형, B형, C형에 따른 골유합에서 통계학적 유의성은 및 각각의 골절과 합병증과의 통계학적 분석은 Fisher exact test를 사용하였다. p값이 0.05 이하인 경우 통계학적으로 유의한 것으로 평가하였다.

결 과

평균 수술 시간은 65분 (42~95분)이며, 각 군에 따른

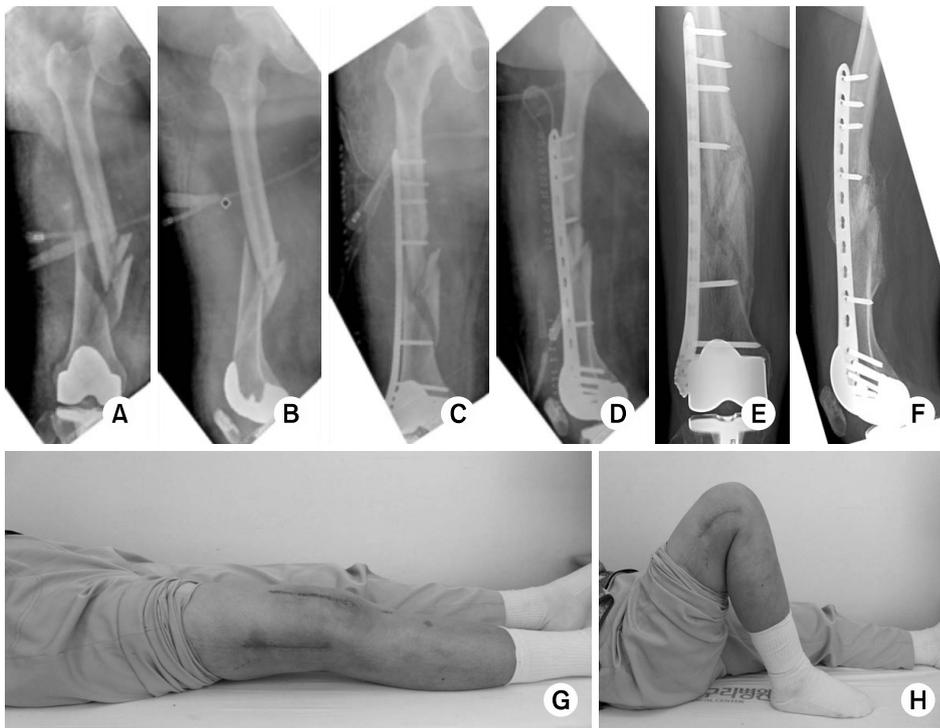


Fig. 1. (A, B) A 66-year-old woman with comminuted, distal femur fracture by traffic accident (AO-OTA classification 32-C1). (C, D) Radiographs show a postoperative state which is reduced and internal fixation. (E, F) Follow-up radiographs after 6 months show bony union with good alignment. (G, H) Clinical photographs after 6 months show nearly full range of motion on knee joint.

Table 1. Comparison of clinical outcomes

	Fracture type (AO/OTA)			p-value
	A	B	C	
Operation time (minute)	58	64	75	0.154*
Union (weeks)	16.62	15.33	15.67	0.732*
Age (years)	53.14	72.75	51.85	0.073*
Complication (No.)	Yes	4	1	0.999*
	No	18	3	

*Fisher exact test.

통계학적 유의성은 없었고 ($p=0.154$), 평균 골유합 기간은 16.3주 (10~22주)로 측정되었고 (Fig. 1), 골절 형태에 따른 통계학적 유의성은 없었다 ($p=0.732$). 환자들의 평균 연령은 A형 53.1세 (15~79세), B형 72.8세 (52~85세), C형 51.9세 (37~73세)였으며, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다 ($p=0.073$) (Table 1). 합병증으로 불유합 3예 (9%) (Fig. 2), 표재성 감염 (superficial infection) 1예 (3%), 불유합으로 인하여 잠김 금속판 파손된 경우는 2예 (6%), 1.5 cm의 하지 단축 1예 (3%), 7도 외반 변형 1예 (3%)가 발생하였다 (Table 2). 불유합으로 인하여 재수술을 시행한 3예를 제외한 Schatzker와 Lambert의 평가 방법에서는 우수 (excellent) 11예, 양호 (good) 14예, 보통 (fair) 5예로 측정되었다 (Table 3).

고 찰

고에너지 손상에 의해 발생하는 대퇴골 원위부 골절은 분쇄 골절 및 주위 연부 조직 손상이 흔히 동반되는 골절이며 골유합에 영향을 미치는 주위 연부 조직의 손상이 동반되므로, 불유합, 지연유합, 부정 유합, 관절 강직 등의 합병증이 흔하게 발생한다고 하였다^{1,12,24,26}. 따라서 치료에 앞서 그 골절의 분쇄 정도, 골 조충증 정도, 대퇴 사두근의 손상 정도, 동반 손상 유무, 개방성 골절 여부, 관절면 침범 유무 등을 고려하여 환자 개개인의 상황에 따라 치료하는 것이 바람직하다.

1960년대에는 간접적인 견인을 통하여 정복을 한 후 보존적 치료를 하는 방법이 사용되었으나¹⁹, 1970년대부터 고정각 칼날 금속판 기구 (angled blade plate), 역동적 과상 나사 (dynamic condylar screw), 과 지지 금속판 (condylar buttress plate) 등의 내고정 금속기구의 등장으로 인하여 과거 소극적인 치료보다는 개방적 정복술 및 금속 내 고정술의 적극적인 치료를 시행하게 되었으며, 여러 저자들은 보존적인 치료보다 더 좋은 결과를 보고하였다^{11,16,20,22}. 그러나 위와 같은 내고정 금속기구의 사용에 따른 단점도 여러 저자에 의해 보고되었다. 고정각 칼날 금속판 기구는 기술적으로 고정하기 어렵고 침습적인 고정술이며, 역동적 과상 나사는 원위부 많은 양의 골편을 제거하게 되는 결과를 초래할 수 있고, 과 지지 금속판은 내반 불안정성이 발

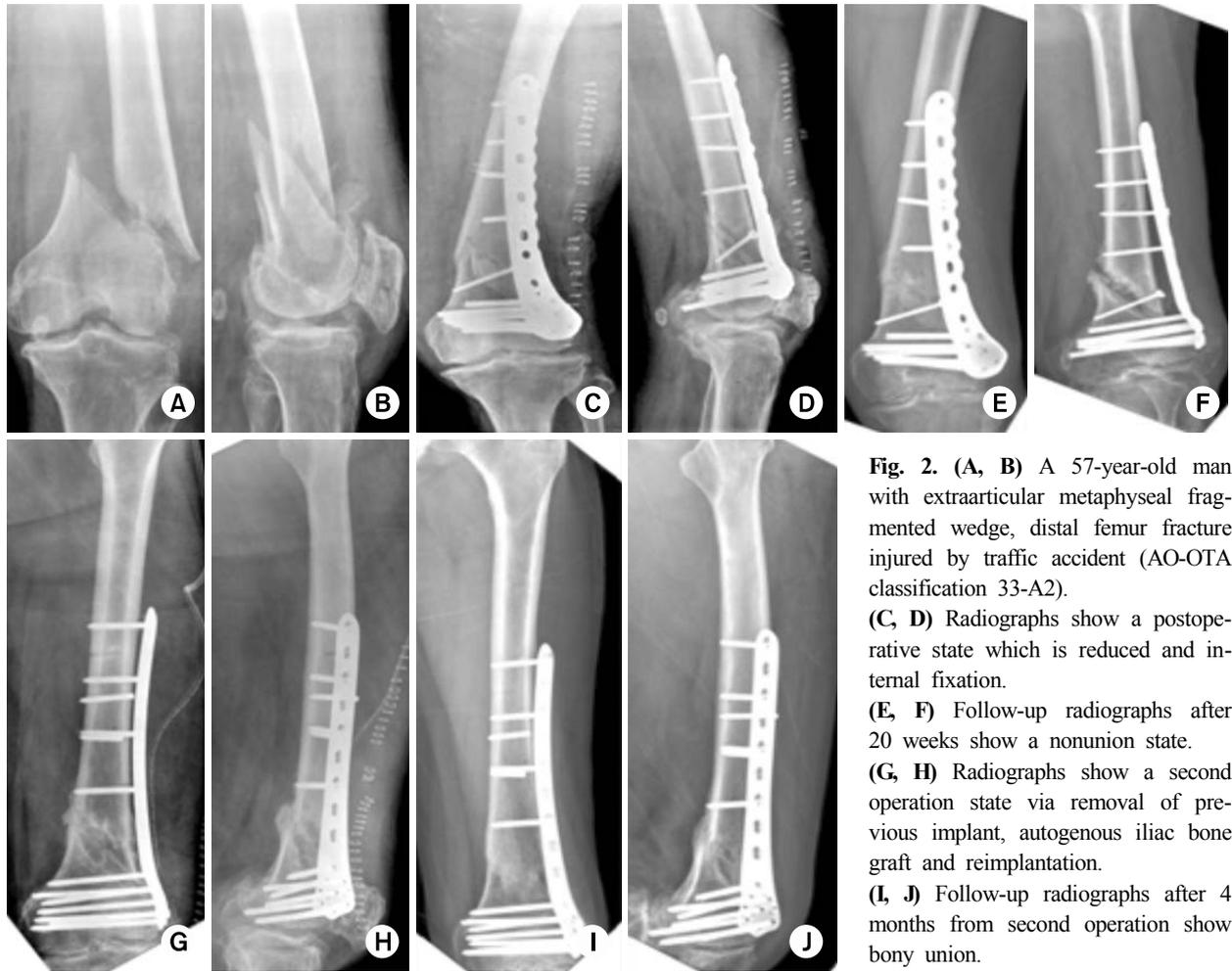


Fig. 2. (A, B) A 57-year-old man with extraarticular metaphyseal fragmented wedge, distal femur fracture injured by traffic accident (AO-OTA classification 33-A2). (C, D) Radiographs show a postoperative state which is reduced and internal fixation. (E, F) Follow-up radiographs after 20 weeks show a nonunion state. (G, H) Radiographs show a second operation state via removal of previous implant, autogenous iliac bone graft and reimplantation. (I, J) Follow-up radiographs after 4 months from second operation show bony union.

생활 수 있는 등의 여러 문제가 보고 되었다^{4,14}. 또한 금속 내고정을 시행할 때 넓은 피부 절개로 인하여 발생할 수 있는 연부 조직 및 혈류 손상도 추후 불유합, 감염, 부정 유합등과 같은 합병증을 일으킬 수 있는 요소가 될 수 있다. 그래서 1980년대 이후에 작은 피부 절개 및 혈류 및 연부 조직을 보존하여 골유합을 촉진시킬 수 있는 개념이 대두되었으며 실제 임상에서 효과가 있음이 보고 되었다²¹.

잠김 압박 금속판은 기존의 금속 기구가 가진 문제들을 해결할 수 있는 특징을 가지고 있다. 여러 개의 고정각을 가진 잠김 머리 나사를 통하여 좀더 우수한 안정성을 얻을 수 있으며, 분쇄가 심한 골절 부위에 간접적인 정복을 통한 후 가교 금속판 (bridging plate)의 역할을 하여, 가교 형성을 통한 2차적인 골유합을 얻기에 적절하다^{13,14}. 실제로 Kayali 등¹⁰은 27예의 대퇴골 원위부 골절환자에서 최소 침습적 금속판 고정술을 시행하였을 때, 전 예에서 골유합을 얻었다고 보고하였으며, Kregor 등¹⁵은 103예 중에서 93%에서 골이식술 없이 골유합을 얻었다고 하였다. Schütz

등²⁵은 62예에서 85%의 골유합을 얻었으며, 골유합은 12주에서 24주 사이에 일어났다고 보고하였다. Han 등⁶은 12예의 대퇴골 원위부 골절에서 최소 침습적 금속판 고정술을 이용해서 전 예에서 골유합을 얻었으며, 평균 골유합 기간은 15주 (12~24주)라고 보고하였다. 본 연구에서도 33예 중 30예 (90.9%)에서 골유합을 얻었고 평균 골유합 기간도 16.3주로 앞선 연구들과 유사하게 양호한 결과를 얻었다.

불유합 소견을 보인 1예에서는 수술한 지 20주째에도 지속적으로 단순 방사선 사진상 골편 사이에 가골이 형성되지 않아서, 기존 잠김 압박 금속판을 제거한 후 골절 부위를 압박하여 내고정을 한 다음 자가 장골 이식술을 시행하였으며, 4개월이 경과한 후 골유합을 얻었다. 불유합을 보인 3예 중 2예는 분쇄 골절이 아닌 단순 골절 형태였으며, 단순 골절 중 1예는 스테인레스 (Stainless) 재질의 금속판을 사용하였다는 점이다. 단순 골절을 내고정 시 응력이 골절 부위에 집중되기 때문에 분쇄 골절에 비해 오히려 골

Table 2. Patient demographics, clinical and radiographic outcomes

Case No.	Sex	Age (years)	Fracture type (AO/OTA)	Union (weeks)	Clinical outcome	Shortening (-) Lengthening (+) (cm)	Complication	ROM (°)	AP	Lat
									Alignment (°) Valgus (+) Varus (-)	Alignment (°) Anterior (+) Posterior (-)
1	M	29	A1	16	Excellent	+0.2	None	0~150	3	-2
2	F	58	A1	19	Good	+0.5	None	0~135	4	-1
3	M	68	A3	15	Good	0	None	5~110	-1	2
4	F	43	C2	16	Good	-0.7	None	10~135	-4	-3
5	M	49	A1	13	Excellent	-0.4	None	0~150	2	-2
6	F	53	A1	14	Excellent	0	None	0~150	2	0
7	M	37	C2	16	Good	-0.2	None	5~140	-2	3
8	F	51	C2	15	Good	+0.8	None	5~135	4	-5
9	F	75	B2	14	Excellent	+0.2	None	0~150	2	0
10	F	57	C1	15	Fair	-0.4	None	15~110	-5	-2
11	F	58	C1	17	Excellent	-0.3	None	0~145	-2	3
12	F	79	A1	18	Good	+0.5	None	5~140	3	0
13	M	15	A3	15	Excellent	-0.6	None	0~150	-1	0
14	F	52	B2	17	Good	-0.4	None	0~140	2	4
15	M	60	A3	20	Fair	-0.8	Superficial infection	10~120	-3	5
16	F	16	A1	18	Good	-0.6	None	5~135	1	-2
17	M	18	A2	16	Excellent	+0.2	None	0~150	0	4
18	F	77	A1	17	Fair	+0.9	7° Valgus	10~100	7	-2
19	M	47	A3	22	Fair	-1.5	1.5 cm Shortening	5~110	-3	-3
20	M	72	A1	19	Good	-0.4	None	5~135	-2	3
21	M	46	A3	18	Excellent	0	None	0~150	-1	0
22	M	44	C2	15	Good	-0.5	None	5~140	1	-4
23	M	57	A2				Nonunion			
24	F	79	B1	15	Fair	-0.3	None	10~120	-2	5
25	M	71	A1	16	Good	-0.2	None	0~135	2	1
26	F	85					Implant Failure			
27	M	46	B1	18	Excellent	+0.4	None	0~145	1	0
28	F	66	A1	10	Good	+0.5	None	0~135	3	-3
29	M	77	A3	15	Excellent	-0.4	None	0~150	-3	2
30	F	73	A1	16	Excellent	-0.2	None	0~150	-2	-1
31	F	52	A1	19	Good	-0.5	None	5~140	-4	-1
32	F	73	A3				Implant Failure			
33	M	46	A3	15	Good	+0.3	None	0~140	2	0

ROM: Range of motion, AP: Anteriorposterior, Lat: Lateral.

Table 3. The Schazker and Lambert criteria

	Fracture type (AO/OTA)			Total
	A	B	C	
Excellent	9	1	1	11
Good	9	1	4	14
Fair	3	1	1	5
Poor	0	0	0	0
Total	21	3	6	

유합이 지연될 수 있고, 스테인레스 재질의 금속판은 티타늄 (Titanium)에 비해 강도가 높아 골절 부위의 미세 운동 (micromotion) 및 가골 형성이 상대적으로 적어⁷⁾ 불유합의 한 요인으로 작용하였을 것으로 생각되나 추후 더 많은 증례의 비교 연구가 필요할 것으로 생각한다.

수술 후 초기의 금속판 파손은 수술 기술이나 금속판의 형태로 인한 문제, 환자의 조기 체중 부하 등으로 발생하며, 수술 후 3개월 이후의 금속판 파손은 지연 유합에 의하

여 지속적으로 하중이 누적되어 금속판이 이완 (loosening) 및 파손된다고 하였다^{1,10,27}. Fankhauser 등³은 30예의 대퇴골 원위부 골절에서 3예의 금속판 이완을 보고하였고, Schütz 등²⁴은 최종 관찰된 99예에서 금속판 파손이 수술 후 11개월, 15개월째 각각 1예씩 총 2예 발생하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 2예 (6%)의 잠김 금속판의 파손이 발생하였고, 2예 모두 불유합으로 인한 잠김 금속판의 파손이었다. 1예는 협조가 잘 안되던 중 수술 후 3개월에 금속판 파손이 관찰되었으며 불유합 및 조기 전체중 부하에 의해 발생한 것으로 생각된다. 따라서 주기적 단순 방사선 검사를 통해 골유합 전에 전체 중 부하는 금하도록 해야 하며, 협조가 잘 안될 경우 보조기 등을 사용하여 보호 체중 부하 (protective weight bearing) 보행을 시행해야 할 것으로 생각한다. 또한 파손된 부위는 비어 있는 잠김 나사못 구멍이 있는 부위였는데 금속판의 약한 부위에서 금속판 피로 골절이 발생할 수 있으므로, 나사 구멍을 짧은 나사로 채우는 것이 하나의 해결 방법으로 생각된다. 다른 1예는 외래 관찰이 되지 않다가 수술 후 40주째 슬관절 부위 동통으로 내원하여 촬영한 단순 방사선 검사상 불유합 및 잠김 금속판의 파손이 관찰되었고 수술 시 골절 간격을 줄이지 못하여 불유합이 발생한 것으로 생각한다. 2예 모두 파손된 잠김 압박 금속판을 제거한 후 골절 부위를 압박하여 내고정을 한 다음 자가 장골 이식술을 시행하였고 단순 방사선 검사상 골유합을 확인하였다.

Kregor 등¹⁵은 총 103예에서 2예의 회전 변형, 1예에서 환측 하지의 단축, 8예에서 5도 이하의 외반 변형이 발생하였다고 보고하였으며, 본 증례에서는 1예 (3%)의 1.5 cm 하지 단축, 1예 (3%)의 7도 외반 변형이 발생하였다. 2명의 환자 모두 일상 생활에는 큰 불편함을 호소하지 않았고, Schatzker와 Lambert의 평가 방법상 보통으로 측정되어 외래 관찰하였다. 위 합병증은 최소 침습적 금속판 고정술을 시행할 때 골절 주위를 개방하지 않는 간접적 정복을 취하기 때문에 정복이 용이하지 않음을 의미하며, 이 점을 숙지하여 수술 시에 여러 가지 도수 정복 기법을 통해 최대한 정확한 정복을 시행해야겠다. 그러나 초기에 최소 침습적 금속판 고정술 연구에서 5도 이상의 외반, 내반 변형이 20% 이상 발생하였다고 보고되었던 것에 비해²⁴, 최근 들어 점차 경험이 쌓이면서 부정 정렬의 발생 비율이 감소하고 있으며 결국 많은 경험과 세심한 술기가 위와 같은 합병증을 감소시켜 줄 것으로 생각한다.

표재성 감염은 1예에서 발생하였으며, 수술 부위에 국소적 열감, 부종, 발적이 발생하였으며 2차례의 변연 절제술과 정맥 항생제 투여로 치료되었다.

Schatzker와 Lambert의 평가 방법은 관절 운동 범위, 회전, 외반 및 내반 변형, 관절면의 일치성, 통증 유무 등을

조사하는 평가 방법이다. Kayali 등¹⁰은 총 27예 중에 우수 6예, 양호 15예, 보통 4예, 나쁨 2예로 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였고 83%가 양호 이상을 받았기에 만족할만한 임상적 결과로 판단할 수 있을 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점으로 연구 대상군이 33예로써 환자군의 크기가 크지 않았다는 점이며, 향후 전향적 연구 등과의 비교 분석이 필요할 것으로 생각한다.

결론

대퇴골 원위부 골절에서 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 고정술은 임상적 및 방사선학적으로 만족할 만한 결과를 보여주었지만 불유합 및 금속판 파손, 하지 단축, 외반 변형 등의 합병증 발생이 발생할 수 있으므로 보다 좋은 결과를 얻기 위해서는 세심한 수술 술기, 골절 형태에 따른 적절한 치료 등의 노력이 필요하리라 생각한다.

참고 문헌

- 1) **Button G, Wolinsky P, Hak D:** Failure of less invasive stabilization system plates in the distal femur: a report of four cases. *J Orthop Trauma*, **18:** 565-570, 2004.
- 2) **Collinge CA, Sanders RW:** Percutaneous plating in the lower extremity. *J Am Acad Orthop Surg*, **8:** 211-216, 2000.
- 3) **Fankhauser F, Gruber G, Schippinger G, et al:** Minimal-invasive treatment of distal femoral fractures with the LISS (Less Invasive Stabilization System): a prospective study of 30 fractures with a follow up of 20 months. *Acta Orthop Scand*, **75:** 56-60, 2004.
- 4) **Frigg R, Appenzeller A, Christensen R, Frenk A, Gilbert S, Schavan R:** The development of the distal femur Less Invasive Stabilization System (LISS). *Injury*, **32(Suppl 3):** SC24-31, 2001.
- 5) **Giles JB, DeLee JC, Heckman JD, Keever JE:** Supracondylar-intercondylar fractures of the femur treated with a supracondylar plate and lag screw. *J Bone Joint Surg Am*, **64:** 864-870, 1982.
- 6) **Han SB, Choi IC, Lee SH, Suh DH, Cho HJ:** Minimal invasive plate osteosynthesis for distal femoral fracture. *J Korean Fracture Soc*, **19:** 11-16, 2006.
- 7) **Henderson CE, Kuhl LL, Fitzpatrick DC, Marsh JL:** Locking plates for distal femur fractures: is there a problem with fracture healing? *J Orthop Trauma*, **25(Suppl 1):**

- S8-14, 2011.
- 8) **Henry SL:** Supracondylar femur fractures treated percutaneously. *Clin Orthop Relat Res*, (375): 51-59, 2000.
 - 9) **Henry SL, Trager S, Green S, Seligson D:** Management of supracondylar fractures of the femur with the GSH intramedullary nail: preliminary report. *Contemp Orthop*, 22: 631-640, 1991.
 - 10) **Kayali C, Agus H, Turgut A:** Successful results of minimally invasive surgery for comminuted supracondylar femoral fractures with LISS: comparative study of multiply injured and isolated femoral fractures. *J Orthop Sci*, 12: 458-465, 2007.
 - 11) **Khan MI:** Supracondylar-intercondylar fractures of the femur treated with a supracondylar plate and lag screw. *J Bone Joint Surg Am*, 65: 135-136, 1983.
 - 12) **Kim SJ, Oh CW, Jeon IH, et al:** Minimally invasive plate osteosynthesis for distal femoral fractures. *J Korean Fracture Soc*, 16: 474-481, 2003.
 - 13) **Koval KJ, Hoehl JJ, Kummer FJ, Simon JA:** Distal femoral fixation: a biomechanical comparison of the standard condylar buttress plate, a locked buttress plate, and the 95-degree blade plate. *J Orthop Trauma*, 11: 521-524, 1997.
 - 14) **Kregor PJ, Stannard JA, Zlowodzki M, Cole PA, Alonso J:** Distal femoral fracture fixation utilizing the Less Invasive Stabilization System (L.I.S.S.): the technique and early results. *Injury*, 32(Suppl 3): SC32-47, 2001.
 - 15) **Kregor PJ, Stannard JA, Zlowodzki M, Cole PA:** Treatment of distal femur fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 103 fractures. *J Orthop Trauma*, 18: 509-520, 2004.
 - 16) **Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Bertram R, Holmes W, Tscherne H:** Transarticular joint reconstruction and indirect plate osteosynthesis for complex distal supracondylar femoral fractures. *Injury*, 28(Suppl 1): A31-41, 1997.
 - 17) **Lucas SE, Seligson D, Henry SL:** Intramedullary supracondylar nailing of femoral fractures. A preliminary report of the GSH supracondylar nail. *Clin Orthop Relat Res*, (296): 200-206, 1993.
 - 18) **Markmiller M, Konrad G, Südkamp N:** Femur-LISS and distal femoral nail for fixation of distal femoral fractures: are there differences in outcome and complications? *Clin Orthop Relat Res*, (426): 252-257, 2004.
 - 19) **Neer CS 2nd, Grantham SA, Shelton ML:** Supracondylar fracture of the adult femur. A study of one hundred and ten cases. *J Bone Joint Surg Am*, 49: 591-613, 1967.
 - 20) **Ostrum RF, Geel C:** Indirect reduction and internal fixation of supracondylar femur fractures without bone graft. *J Orthop Trauma*, 9: 278-284, 1995.
 - 21) **Perren SM:** Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br*, 84: 1093-1110, 2002.
 - 22) **Schatzker J, Home G, Waddell J:** The Toronto experience with the supracondylar fracture of the femur, 1966-72. *Injury*, 6: 113-128, 1974.
 - 23) **Schatzker J, Lambert DC:** Supracondylar fractures of the femur. *Clin Orthop Relat Res*, (138): 77-83, 1979.
 - 24) **Schütz M, Müller M, Krettek C, et al:** Minimally invasive fracture stabilization of distal femoral fractures with the LISS: a prospective multicenter study. Results of a clinical study with special emphasis on difficult cases. *Injury*, 32(Suppl 3): SC48-54, 2001.
 - 25) **Schütz M, Müller M, Regazzoni P, et al:** Use of the less invasive stabilization system (LISS) in patients with distal femoral (AO33) fractures: a prospective multicenter study. *Arch Orthop Trauma Surg*, 125: 102-108, 2005.
 - 26) **Vallier HA, Hennessey TA, Sontich JK, Patterson BM:** Failure of LCP condylar plate fixation in the distal part of the femur. A report of six cases. *J Bone Joint Surg Am*, 88: 846-853, 2006.
 - 27) **Wong MK, Leung F, Chow SP:** Treatment of distal femoral fractures in the elderly using a less-invasive plating technique. *Int Orthop*, 29: 117-120, 2005.