

저 접촉성 압박금속판(LC-DCP)을 이용한 장관골 골절의 치료

조선대학교 의과대학 정형외과학교실, 무안 종합병원 정형외과*

이병호 · 하상호 · 김 승*

— Abstract —

Treatment of Long Bone Fracture Using LC-DCP

Byoung Ho Lee, M.D., Sang Ho Ha, M.D. and Kim Seung, M.D.*

*Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Chosun University
Department of Orthopaedic Surgery, Muam General Hospital**

LC-DCP is the latest plate and screw system developed by AO-ASIF group. There are many merits of LC-DCP with its unique contour and material. : Reduction of surface contact between plate and bone result in preserved vascularization and then improved bone consolidation. Compression can be achieved in either longitudinal direction and a lag screw can be inserted at greater inclination.

In addition, pure titanium as an LC-DCP material display optimal biocompatibility and reduce the spread of bacteria and increase resistance against infection.

Between June 1994 and September 1995, 39 patients with 40 long bone fractures were treated using LC-DCP. (24 femur, 13 humerus, 3 tibia)

Follow-up averaged 12 months :

Bone union was achieved in 32 cases(80%).

The complications were 7 cases of metal failure, 7 cases of limited joint motion, 2 cases of nonunion, 2 cases of delayed union and 2 cases of deep infection.

Key Words : Fracture, Long bone, ORIF, LC-DCP

* 통신저자 : 이 병 호

광주광역시 동구 서석동 588번지

조선대학교 부속병원 정형외과학교실

* 본 논문의 요지는 제22차 골절학회 춘계학술대회에서 구연되었음.

서 론

근래 장관골 골절에 대한 치료 경향은 금속 공학, 생체역학, 수술수기 등의 발전으로 적극적인 수술요법인 금속내 고정술을 사용하여 조기 관절운동 및 조기 체중부하를 가능케 하며 빠른 시일내에 원래의 생활로 복귀케 하는데 중점을 두고 있다.

현재 가장 많이 시행되고 있는 내고정술의 방법에는 골수강내 금속정 고정술과 압박 금속판 고정술이 있다. 이중 골수강내 금속정은 뼈에 전달되는 응력의 일부를 분담하는 반면 금속판의 경우에는 일반적으로 거의 모든 응력이 금속판에 의해 전달되므로 역학적으로 금속정이 금속판에 비해 우월하다고 알려져 있고 현재 가장 많이 사용되고 있다. 그러나

압박 금속판은 정확한 해부학적 정복 및 견고한 내고정을 얻음으로써 골유합을 촉진시킬 수 있다는 장점과 함께 골수강내 금속정을 적용시키기 어려운 경우의 장관골 골절에 아직도 많이 사용되고 있다.

최근 AO group에서 기존의 압박금속판(DCP)의 여러 단점이 개선되어 골절부의 혈액 순환을 보존하고 가골형성을 촉진하는 등의 여러 가지 생리적, 기계적 장점을 지닌 저 접촉성 압박금속판(LC-DCP)을 개발하였다.

이에 저자들은 1994년 6월부터 1995년 9월까지 조선대학교 의과대학 정형외과학교실과 무안 종합병원 정형외과에서 저 접촉성 압박 금속판을 이용하여 치료한 39명, 40례의 장관골 골절 환자의 치료결과와 합병증을 분석하고, 합병증의 가능한 원인을 찾아 이를 감소시키기 위한 방안을 제시해 보고자 한다.

Table 1. Site and level of injury.

Site	No.(%)		No.	Level	No.
Femur	24(60)	Fresh Fx	23	Diaphysis	23
				Metaphysis	0
		Nonunion	1	Diaphysis	1
				Metaphysis	0
Humerus	13(32.5)	Fresh Fx.	9	Diaphysis	6
				Metaphysis	3
		Nonunion	4	Diaphysis	4
				Metaphysis	0
Tibia	3(7.5)	Fresh Fx.	2	Diaphysis	1
				Metaphysis	1
		Nonunion	1	Diaphysis	1
Total	40(100)		40		40

연구대상 및 방법

1. 연령 및 성별분포

연령은 14세에서 76세까지 평균 34세였고, 남자가 27명(27%), 여자가 12명(13례)으로 남자가 많았다.

2. 교통사고가 25례(62.5%)로 가장 많았고, 추락사고 7례(17.5%), 실족 4례(10.0%), 산업재해에 의한 직접손상 2례(5.0%), 병적골절 1례(2.5%)이었다.

3. 골절된 장관골의 종류와 부위

대퇴골 간부가 24례(60%)로 가장 많았고, 상완골이 13례(32.5%), 경골이 3례(7.5%)였는데 이중 간부골절이 36례(90%)였으며 간단부 골절이 4례(10%)이었다(Table 1). 또한 불유합의 경우가 대퇴골 1례, 상완골 4례, 경골 1례로 총 6례였는데 모두 골간부였고 처음 내고정은 금속정 2례, 금속판 2례, 외고정 1례, Rush pin 1례이었다.

Table 2. AO classification of fractures.

Classification	Femur	Humerus	Tibia	Total
Fresh shaft Fx.	A1			
	A2	5	5	
	A3	10	2	12
	B1	1	1	
	B2	5	4	1
	B3	1	1	
	C1	1	1	
	Subtotal	23	6	1
Nonunion	1	4	1	6
Metaphyseal Fx.		3	1	4
Total	24	13	3	40

4. 골절의 AO 분류

볼유합과 간단부 골절을 제외한 골간부 골절 30례를 골절선의 방향과 분쇄상 정도에 따른 AO 분류법에 따라 분석하면 단순 횡상 골절인 A3형이 12례로 가장 많았고 설상 골편을 가진 B2형이 10례였다(Table 2).

5. 수술시기와 방법 및 술후처리

신선골절 34례중 타과적인 동반손상으로 전신 상태가 불량하여 수술이 지연되었던 4례를 제외하고 전례에서 10일 이내에 수술을 시행하였다.

사용된 LC-DCP는 Broad형 27례, Narrow형 13례였으며, 금속판의 기능적 분류를 보면 압박금속판이 22례로 가장 많았고, 중립화 금속판 13례, 지지 금속판 4례, 가교 금속판 1례의 순이었다(Table 3).

수술후 외고정은 대퇴골 24례중 보조기 18례, 4주간 석고 고정후 보조기 2례, 3주간 견인후 보조기 2례 였고, 2례에서는 전신 상태 불량으로 침상 안정만 시켰다. 또한 상완골 13례의 경우에는 팔걸이 6례, 보조기 5례, 4주간 석고 고정 2례 였으며 경골 골절 3례에서는 모두 골유합 소견이 보일때까지 석고 고정을 시행하였다.

Table 3. Function of LC-DCP.

Function	Femur	Humerus	Tibia	Total
Compression	16	5	1	22
Neutralization	7	5	1	13
Buttress		3	1	4
Bridge	1			1
Total	24	13	3	40

Table 4. Bone union rate.

No.		No.	No. of union	Nonunion	Rate(%)	
Fresh Fx.	34	Femur	23	17	6	73.9
		Humerus	9	9	0	100
		Tibia	2	2	0	100
Nonunion	6	Femur	1	1	0	100
		Humerus	4	2	2	50
		Tibia	1	1	0	100
Total	40	40	32	8	80	

수술후 체중부하는 하지의 경우 원칙적으로 골유합 소견이 보일때까지 허용하지 않거나 자기 체중의 25% 정도의 부분 체중부하만을 허용하였다.

6. 평균 추시기간

수술후 평균 추시기간은 최단 8개월, 최장 19개월로 평균 12개월 이었다.

결 과

1. 골유합율 및 골유합 기간

전체적으로 40례중 32례(80%)에서 골유합을 얻을 수 있었으며(Table 4). 평균 골유합 기간은 대퇴골 14.9주, 상완골 11.7주, 경골 12.7주 였고, 골간부 골절에서는 분쇄가 심할수록 골유합 기간이 길었다(Table 5).

2. 합병증

합병증으로는 금속부전이 7례(17.5%)에서 있었는데 이중 금속판과 나사못 파손이 같이 발생한 경우 2례, 나사못과 금속판 해리 2례, 나사못의 파손이나 휜(bending) 2례, 금속판 파손 1례 이었다. 나사못 파손의 경우 모두 수술 당시에 발생한 것으로 나중에 금속판 파손이 발생한 2례를 포함하면 실제 나사못 파손은 4례(10%)에서 발생하였다.

그외 합병증으로 관절 운동장애 7례(17.5%), 볼유합 2례(5.0%), 지연유합 2례(5.0%), 감염 2례(5.0%) 등이 있었다(Table 6).

고 찰

장관골 골절의 수술적 치료법중 금속판과 나사 고정법(plate and screw fixation)은 최근에 이르러 골수강내 고정술의 급속한 발전으로 많이 쇠퇴되었다. 그러나 AO 그룹이 주장한 골절 치료원칙인 정확한 해부학적 정복 및 견고한 고정후 조기 재활이라는 대 전제

Table 5. Average union time(weeks).

	Femur	Humerus	Tibia
Fresh shaft Fx.			
A1			
A2	14		
A3	14	10	
B1	12		
B2	14	13	15
B3	16		
C1	20		
Nonunion	14	12	14
Metaphyseal Fx.		9	9

하에서 금속판과 나사 고정술도 많은 변화와 발전을 거듭하면서 여전히 골절 치료의 중요한 축을 이루고 있다. 그러나 이러한 수술적 수기의 원칙인 해부학적 정복과 견고한 고정을 얻기 위하여 때로는 지나친 연부조직의 박리로 골절편의 혈류장애를 유발하고 중간 골편의 피사로 인하여 원만한 치유를 얻지 못할 수도 있다. 또한 견고한 고정시 금속판 아래서 관찰되는 골다공성 변화는 응력 방패(stress shielding) 때문이라고 알려져 왔으나⁸⁾ 최근에는 골에 금속판이 접촉함으로써 골막에 혈류장애를 초래하여 금속판 직하부에 골다공성 변화를 유발한다는 실험결과가 나오고 있다⁷⁾.

이러한 기존의 금속판이 갖고 있는 단점을 보완하여 최근에 AO 그룹에서 개발한 LC-DCP는 골과 그 주위 연부조직으로의 혈류 유지를 강조하여 기존의 금속판에 몇가지 디자인을 개선한 금속판이다. 그 내용을 보면 먼저 금속판 아래면을 undercutting 하여 금속판과 골편 사이의 접촉 면적을 줄임으로써 골편의 혈행장애를 줄이고 이로써 혈행장애에 따른 일과성 골다공증을 크게 줄일 수 있도록 하였으며¹⁶⁾ 동시에 이 undercutting한 공간에 가골을 만들게 되어 골의 강도를 높일 수 있고 금속판의 단면이 사다리꼴이어서 그 사이로 생긴 가골의 형태가 골유합후 금속판의 재저를 용이하게 한다. 또한 기존의 DCP와는 달리 midsection이 없이 나사못 구멍(Hole)이 금속판의 전장에 걸쳐 규칙적으로 배열하고 있어 금속판의 고정이 용이하며 나사못 구멍을 통하여 분쇄된 골편을 Lag-screw로 고정할 수 있고 구멍의 활강(gliding)면이 양방향으로

Table 6. Complications.

Complications	No. of cases(%)
Implant failure	7(17.5)
· Plate & screw breakage	2
· Screw loosening	2
· Screw breakage & bending	2
· Plate breakage	1
LOM	7(17.5)
Nonunion	2(5.0)
Delayed union	2(5.0)
Infection	2(5.0)
Total	20(50)

로 대칭적으로 양방향으로의 압박이 가능하며 구멍도 undercutting 되어 있어서 40도까지 경사지게 나사를 삽입할 수 있다. 또한 나사못 구멍 부위의 단면적은 늘리고 구멍사이 부위의 단면적을 줄임으로써 금속판 전장의 강도를 균등하게 하여 응력 집중을 막으며 부드러운 bending이 가능하고 마지막으로 순수 Titanium을 특수 열처리하여 재질의 강도를 유지하면서 생체 적합성을 높이고 감염에 대한 저항성을 높였다⁵⁾. 그러나 LC-DCP는 기존의 압박 금속판에 비해 기계적 견고함보다는 생리적인 면을 강조한 금속판이므로 그 적용중의 선택 및 적용에 있어서 유의하여야 하며 생역학적 이론에 근거한 정확한 수기와 술후 관리가 이루어지지 않으면 금속부전 등의 여러 가지 합병증을 가져올 수 있다. 대퇴골의 간부골절에 압박금속판을 사용한 후 금속부전과 관련하여 황등³⁾은 2.8%, Ruedi등¹⁴⁾은 9%, Magerl등¹²⁾은 10%, Bostmann등⁶⁾은 11% 였다고 보고하고 있어 압박금속판 사용후의 기계적 부전을 이 우려할 만큼 높다고 할 수 있다.

금속부전의 원인에는 다양한 요인이 영향을 미치나 크게 부적당한 내고정 기기의 선택, 수술 수기상의 실패, 부적절한 술후 처치 등으로 나눌 수 있다. 부적절한 내고정 기기의 선택으로는 골절 양상에 따라 강도가 더 강하거나 혹은 고정력이 더 우수한 다른 종류의 내고정기가 권장되는 경우²⁾나 금속판의 길이가 5배 이상이 못된 경우와 대퇴골에서는 10개의 구멍이상, 경골에서는 8개의 구멍이상, 상완골에서는 6개의 구멍이상을 만족하지 못한 경우가 해당된다. Piehler¹³⁾는 압박금속판 사용후 실패 원인의 대부분이 수술수기의 미흡함에 있다고 지적한 바 있

고 구체적으로 Mears등¹⁰⁾은 분쇄가 심하여 견고한 고정술 얻기 어려울 때는 금속판 사용이 부적절하다고 하였으며 Magerl등¹²⁾은 내측 피질골에 결손이 있어 지지가 불량한 경우 초기 체중부하시에 금속판이 굴곡 또는 파손된다고 하였다. 또한 Bagby⁴⁾는 반대편 골절부위의 간격을 좁히기 위하여 금속판을 prebending 하여야 한다고 하였고 Ruedi¹⁴⁾를 비롯한 많은 학자들^{1,15,17)}이 분쇄골절시 일차 자가골 이식을 시행하여 금속의 피로 파손 전에 골유합을 얻어야 한다고 하였다. 길동¹⁾은 골절면에 가까운 나사를 박지 않은 금속판 구멍에서 금속판 파손이 잘 일어남을 보고하였고, Laurence등⁹⁾은 정상 금속판에서는 가장 내측 구멍에 휘어짐이 많이 가해지는 부위이므로 되도록 나사를 박지 않은 구멍을 남기지 말라고 하였다. 또한 Mears¹¹⁾는 금속판 부전의 원인으로 수술수기의 미숙과 함께 조기 체중부하와 금속판 디자인의 부족을 지적하였으며 Magerl등¹²⁾은 과중한 부하나 증가된 체중부하 주기는 피로 파손의 발생을 촉진시킨다고 하며 환자의 협력이 중요하다고 하였다.

저자들의 경우 금속 부전은 7례(17.5%)에서 있었는데 금속판과 나사못 파손이 동시에 발생한 경우

2례, 금속판 파손 1례, 나사못과 금속판 해리 2례, 나사못의 파손이나 휨(bending)이 2례 었다. 3례의 금속판 파손은 모두 대퇴골 간부 골절에서 발생하였고 그중 2례는 분쇄골절이었는데 일차적 골이식을 시행치 않았으며 특별한 외상의 병력은 없었고, 2례에서는 단순히 일상활동중에 들었던 동통 및 변형이 나타났고, 1례는 서서히 진행되는 동통이 있어 병원에 내원하여 금속판의 부분 파손을 확인한 후 2주만에 완전 파손으로 이행하였다(Fig. 1, A-D). 수술의 금속판 파손시까지의 기간은 평균 2개월 반 이었다. 특이한 사항은 2례에서 수술 당시 골절부에 인접한 나사못의 파손이 있었으며 모두 골절부에 인접한 나사못을 박지 않은 빈 나사못 구멍을 통하여 금속판 파손이 발생하였다. 따라서 저자들은 초기 나사못 파손을 동반한 부적절한 내고정, 분쇄골절에서 골이식을 시행치 않은 것, 조기 체중부하 등의 환자의 협조의 불충분 등을 금속판 파손의 원인으로 생각하였고 또한 midsection이 없이 금속판 전장에 걸쳐 나사못 구멍이 존재하는 LC-DCP의 디자인이 나사못 구멍을 통하여 골편간 고정술을 시행할 수 없는 분쇄가 심한 골절의 경우에는 금속판 파손의 한 원인을 제공할 수도 있다고 생각하였다. 나

사못과 금속판의 해리는 2례(5%)에서 있었는데 모두 60세 이상의 고령이었고 골조송중을 동반한 상완골 간부의 불유합의 경우였으며 일차수술시 골수강 내고정을 사용하였던 경우로 불유합의 치료를 위해 LC-DCP로 내고정후 골이식을 시행하였으며 술후 보조기를 착용 시켰으나 평균 1개월만에 나사못의 해리와 금속판의 이완이 발생하였다(Fig. 2, A-D). 이는 골질이 불량한 고령 환자의 경우 금속판과 나사못을 이용한 내고정 자체가 부적절한 선택이었던 것으로 이것이 나사못과 금속판 해리의 주된 원인으로 생각되어 맞물림 금속정과 골이식으로 치료하였다. 나사못의 부전은 금속판 파손이 동반되었던 2례를 포함하여 총 4례

Fig. 1. A. 27 years male patient with comminuted fracture of the proximal femur.

- B.** At 2 ½ months after operation partial plate crack developed through proximal empty screw hole.
- C.** At 3 months after operation, complete breakage of plate developed.
- D.** X-ray after second operation by interlocking IM nailing with autogenous bone graft.

Fig. 2. A. 65 years old female patient with nonunion of humoral shaft fracture and osteoporosis.

B. Post operative X-ray treated with LC-DCP and bone graft.

C. At 1 month after operation, screws and plate loosening developed.

D. Reoperation was done by interlocking IM nailing with bone graft.

저자들은 LC-DCP를 총 4례에서 금속판을 골의 형태의 맞추는 것(contouring)이 필요한 골 간단부 골절에 지지 금속판으로 사용하였는데 모두 골 형태에 잘 밀착되는 부드러운 만곡을 얻을 수 있었다. 기존의 압박금속판의 단점을 개선한 LC-DCP에 적용된 개념 하에서는 감염의 위험성도 줄고 골절의 치유속도가 증가되며 재골절의 위험성도 줄고 금속판의 조기 제거도 가능할 것으로 생각되나 LC-DCP는 생리적인 면을 강조한 금속판으로 금속 부전을 비롯한 합병증의 빈도를 줄이기 위해서는 수술적 세밀한 분석을 통하여 LC-DCP가 적절한 내고정 기기인지 판단하여야 할 것이며 생역학적 이론에 근거한 정확한 수술 수기와 합당한 수술후 처치가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

결 론

압박금속판을 이용한 장관골 골절의 치료에 있어 새로운 개념과 디자인의 개선을 전제로 AO 그룹에서 가장 최근에 개발한 LC-DCP를 사용하여 조선대학교 부속병원 정형외과학교실과 무안 종합병원 정형외과에서는 1994년 6월부터 1995년 9월까지 장관골 골절 환자 총 40례를 치료하고

Fig. 3. A, B, C. Cases of screw failure-breakage and bending failure.

(10%)에서 있었는데 3례에서는 나사못의 머리(head)와 간부(shaft)의 접촉부분에서 파손되었고 1례는 나사못의 뒀이 발생하였으며 모두 수술당시에 파손되었다(Fig. 3. A-C). 이의 원인으로는 나사못 삽입시 과도한 염전 부하를 준 수기상의 문제도 있을 수 있으나 나사못의 재질이 순수 Titanium으로 기존의 나사못에 비해 강도에 있어서 뒤떨어진 면도 한 원인인 것으로 생각된다.

다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 장관골 골절의 치료에 있어서 LC-DCP의 사용할 때 그 장점을 살리고 합병증을 줄이기 위해서는 술전 골절의 부위와 형태, 골절에 대한 세밀한 분석과 정확한 수술수기 및 적절한 수술후 처치가 필요할 것으로 사료된다.
2. 골 간단부의 골절시 LC-DCP는 정확한 골 밀착을 얻을 수 있는 부드럽고 유연한 만곡

(bending)을 얻을 수 있을 뿐 아니라 나사못 구멍의 변형이 없는 일정한 만곡(uniform bending)을 얻을 수 있어 좋은 지지 금속판으로 사료된다.

3. 분쇄가 심하여 골편에 나사못을 삽입할 수 없거나 골조송증을 동반한 골절시에는 골이식 및 적절한 술후 외고정이 필요하며 이 경우 골수강 확장술에 의한 골이식의 효과를 기대할 수 있고 외력을 분산시킬 수 있는 교합성 골수강 내 금속정 사용이 보다 바람직할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 김원철, 이철승, 유충일 : Compression plate metallic failure 12례. 대한정형외과학회지, 16: 409-418, 1981.
- 2) 이순희, 임홍철, 변영수 : 대퇴골 골절의 내고정후 발생한 기계적 부전. 대한정형외과학회지, 29: 1245-1254, 1994.
- 3) 황성관, 나중호, 박희전 : 압박금속판 제거후 대퇴골에 발생한 재골절. 대한골절학회지, 8: 799-807, 1995.
- 4) Bagby GW : Compression bone-plating. *J Bone Joint Surg*, 59-A: 625-631, 1977.
- 5) Gasser B, Perren SM and Schneider E : Parametric numerical design optimization of internal fixation plates. 7th Meeting of European Society of Biomechanics, July 8-11, Aarhus, Denmark, 1990.
- 6) Bostman O, Varjonen L and Majola A : Incidence of local complications after plate fixation of femoral shaft fractures. *J Trauma*, 5: 639-645, 1993.
- 7) Gautier E, Cordey J, Mathys R and Rahn BA : Porosity and remodelling of plated bone after internal fixation : Result of stress shielding or vascular damage ?, *Biomaterials and Biomechanics*, 1994.
- 8) Hidaka S and Gustilo RB : Refracture of bones of the forearm after plate removal. *J Bone Joint Surg*, 66-A: 1241-1243, 1984.
- 9) Laurence M, Dreeman MAR and Swanson SAV : Engineering considerations in the internal fixation of fractures of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg*, 51-B: 754-767, 1969.
- 10) Mears DC : *Materials and orthopedic surgery*. 1st Ed, pp. 75, Baltimore, The Williams and Wilkins Co, 1979.
- 11) Mears DC : *Fractures and methods of internal fixation*. Materials and Orthopedic Surgery, pp. 279-342, Williams and Wilkins Co, 1979.
- 12) Magerl F, Wyss A, Brunner CH and Binder W : Plate osteosynthesis of femoral shaft fracture in adults. *Clin Orthop*, 138: 62-73, 1979.
- 13) Pichler H : *Regulation of orthopedic surgical implant*. 71, Pittsburgh, Carnegie-Mellon University, 1976.
- 14) Ruedi THP and Lüscher JN : Results after internal fixation of comminuted fracture of the femoral shaft with DC plates. *Clin Orthop*, 138 : 74-83, 1979.
- 15) Schatzker J : *Bone in clinical orthopedics*. 1st Ed, pp. 387-389, Philadelphia, The W. B. Saunders Co, 1982.
- 16) Perren SM and Cordey J : Early temporary porosis of bone induced by internal fixation implant : A reaction to necrosis, not to stress protection?. *Laboratory for Experimental Surgery*, 1988.
- 17) Zimmer KW : Mechanical failure of intramedullary nails after fracture union. *J Bone Joint Surg*, 65-B: 274-279, 1983.