

Compression Plate의 Metallic Failures 12예

부산대학교 의과대학 정형외과학교실

김원철 · 이철승 · 유충일

=Abstract=

Metallic Failures after Compression Plate Fixation Clinical Analysis of 12 Cases

Won Chull Gil M.D., Chul Sung Lee, M.D., Chong Ill Yoo, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Busan National University

The twelve cases of metallic failure after compression plate fixation which were observed and treated at Department of Orthopedic Surgery, Busan National University Hospital were clinically analysed.

The results were summerized as follows:

1. Age and sex of the patients was male in his active age in life.
2. The causes of fracture were traffic accidents and industrial accidents. The sites of fracture were femur in 11 cases and tibia 1 case.
3. The types of fracture were comminuted in 11 cases and short oblique in 1 case.
4. The 6 patients were not cooperative and began walking at their will after postoperative 4 weeks despite doctor's order of nonweight bearing. Average duration of immobilization was 6 weeks.
5. Metallic failure occurred as screw failure in 1 case, plate failures through empty hole in 4 cases and plate failures through hole filled with screw nearest to the sites of fracture in 7 cases.
6. Interval between operation and metallic failure was 6.25 months average. The 75% of the metallic failure occurred between 4 to 7 months.
7. Treatments of metallic failures were cast immobilization with bone grafting in 1 case at tibia, intramedullary nailing with bone grafting in 1 case at femur and compression plate fixation with bone grafting in 10 cases at femur.
8. Causes of failure after internal fixation
 - 1). Insufficient bone support

Inadequate inter-fragmentary compression	9 cases
Absence of cancellous bone graft	8 cases
Empty plate hole	4 cases
Remaining defects	3 cases
 - 2). Inadequate postoperative treatment

Key Word : Twelve cases of metallic failure after compression plate fixation.

I. 서 론

고도의 산업발달과 교통수단의 대형화 및 고속화로 인하여 재해 및 교통사고 환자가 증가 추세를 보이고 있으며, 골절양상 또한 심화되는 경향을 나타내고 있어 그 치료에 있어서도 보다 적극적인 방향으로 추진

되어 왔다.

과거부터 골절된 골절부의 고정술 위해 비관혈적 요법과 관혈적 요법으로 골절치료를 해 왔으며, 특히 관혈적 요법으로 골절부 압박을 가하여 치료하는 compression plate가 발달하여 현재 많이 사용하고 있다.

1932년 Key¹⁾가 처음 슬관절 고정술에 이용하였으며 1949년 펠저움의 Danis²⁾가 처음 골절치료에 compres-

sion plate를 사용하였으며 현재는 AO그룹의 dynamic compression plate가 많은 호응을 얻고 있다.

Böhler¹⁾는 골절부가 서로 접촉하지 않으면 골융합에 장애를 주는 것을 발견하였으며, 그 후에 Venable, Müller^{19,20)} 등이 소위 골절부에 압력을 가하여 골형성이 촉진되는 장점을 얻었다.

David⁹⁾와 Herbert¹²⁾는 분쇄골절이 없는 횡골절이나 짧은 사골절에 적용된다고 하였으며 Rüedi,²¹⁾ Schatzker²²⁾, Magerl¹¹⁾은 분쇄골절 환자에도 compression plate를 사용하여 보고한 바 있다.

본 부산대학교 의과대학 정형외과학교실에서 부산지구의 의료기관에서 치험한 compression plate후의 metallic failure환자 12예를 임상고찰 및 중재분석, 그리고 치료에 관해 문헌고찰과 아울러 보고하는 바이다.

II. 증례분석

1. 연령 및 성별분포

환자의 연령은 최연소자가 23세, 최연장자가 55세로 나타났으며, 평균 연령은 32.4세였다. 이 중 40세 이하가 11예(92%)이며, 성별로는 남자 11명(92%) 여자 1명으로서 활동기의 성인 남자에서 다발하였다(Table 1).

2. 사고원인 및 골절형태

사고원인으로는 교통사고가 10예(83%), 산업재해가 2예로서 주로 교통사고와 산업재해가 원인이었으며 골절부위는 대퇴골이 11예, 경골이 1예였고 또한 골절의 형태는 분쇄골절이 11예로서 대퇴골부에서 생겼으며, 짧은 사골절은 경골부위에서 발생하였다(Table 2).

3. 수상 후 치료방법

관혈적 정복하에 compression plate를 사용하여 급속 내고정술을 시행하였으며 이때 4예에서는 분쇄골절이 심하여 골절주위의 인접한 plate hole에 1~2개의 screw의 사용을 피했으며 이 중 1예에서는 double plates를 시술하였다.

4. 술후 경과

수술후 피부전인장치 혹은 부목고정으로 4~6주간 고정한 후 목발에 의한 부분체중부하 보행 혹은 cast brace를 4주간 시행할 계획이었으나 6예에서는 환자의 협력부족으로 술후 4주에 임의로 보행을 한 경우로 인해 환자의 50%를 보였으며, 술후 고정기간은 평균 6주

로 나타났다(Table 3).

관혈적 정복으로 급속 내고정술 후 metallic failure가 일어나기 직전까지의 X-선 소견으로는 전예에서 가골형성을 볼 수 있었다. 그러나 분쇄골절 골편을 완전히 덮지 못하거나 visible gap을 전예에서 볼 수 있었다.

5. 외상병력

Metallic failure직전에 외상병력을 가진 예는 1예에서 볼 수 있었으며 그 외의 경우에는 특별한 병력이 없었다.

Table 1. Age and sex distribution

Age \ Sex	M	F	Total
Under 20	0	0	0
21-30	4	1	5
31-40	6	0	6
Over 40	1	0	1
Total	11	1	12

Table 2. Site and type of original fracture

Site \ Type	Comminuted	Short oblique	Total
Femur	11	0	11
Tibia	0	1	1
Total	11	1	12

Table 3. Post-operative care

Period	Post-operative care	No. of cases	Total
4 weeks	Splint 4 weeks	3	
	Buck's traction 4 weeks	3	6
6 weeks	Splint 6 weeks	1	1
8 weeks	Splint 8 weeks	1	
	Splint 4 weeks+partial weight bearing 4 weeks	2	
	Buck's traction 4 weeks+Cast brace 4 weeks	1	4
10 weeks	Buck's traction 6 weeks+Partial weight bearing 4weeks	1	1
Total		12	12

Table 4. Metallic failure site

Case 1	P : 2.2 D : 0	Just distal empty hole
Case 2	P : 0.6 D : 2.5	Just distal empty hole
Case 3	P : 1.2 D : 0.5	Just distal hole
Case 4	P : 0.5 D : 1.5	Just proximal hole
Case 5	P : 1.2 D : 0.7	Just distal hole
Case 6	P : 0.3 D : 0.5	Just proximal hole
Case 7	P : 0 D : 0.2	Proximal screw
Case 8	P : 1.2 D : 1.0	Just distal empty hole
Case 9	P : 2.0 D : 0	Distal hole
Case 10	P : 0.2 D : 0.7	Proximal hole
Case 11	P : 2.6 D : 0.2	Distal hole
Case 12	P : 0.2 D : 0	Just distal empty hole

Unit : centimeter

P : distance from the fracture line to just proximal plate hole

D : distance from the fracture line to just distal plate hole

O : screw inserted on fracture site

Table 5. Interval between operation and metallic failure

Months	Number of cases
4-7	9
7-10	2
More than 10	1
Total	12

6. Metallic failure가 일어난 부위

Metallic failure가 일어난 부위를 관찰해 보면 1예에서는 screw failure이며 4예에서는 screw로 고정되어 있지 않은 plate hold 부위에서 일어났으며, screw로 모두 고정되어 있는 경우에는 골절부에서 가장 가까운 곳의 plate hole을 통하여 metallic failure가 일어난 것을 발견할 수 있었다(Table 4).

7. 수술후 metallic failure가 일어날 때까지의 기간

수술후 metallic failure가 일어날 때까지의 기간은 최저 4개월, 최고 13개월이며 평균 6.25개월이었다. 특히 4~7개월 사이에 9예(75%)로 다발하는 경향을 보였다(Table 5).

8. Metallic failure의 치료

Metallic failure의 치료는 1예인 경골에서만 금속제 거술 후 골 이식술을 시행하고 석고 고정으로 치료하였으며, 대퇴골 골절에서 일어난 예에서는 1예에서 수강내 금속 내고정술을 시행하고 10예에서 compression plate를 시술하면서 골이식술을 병행하여 치료하였다.

9. Metallic failure의 원인

Failure의 원인으로는 부적당한 골절부 압박이 9예, 망상골 골이식술을 시행하지 않은 경우가 8예, empty plate hole인 경우가 4예, remaining defect가 있는 경우가 3예, 부적당한 술후 처치가 6예로서 상기 원인이 복합적인 요소로서 metallic failure가 발생한 것으로 생각된다(Table 6).

Table 6. Causes of failure after internal fixation

Cause	Number of cases
Insufficient bone support	
Inadequate interfragmentary compression	9
Absence of cancellous bone graft	8
Empty plate hole	4
Remaining defects	3
Inadequate reduction	
Inadequate postoperative treatment	6
Inadequate implants	
Incorrect position of implants	

Ⅱ. 증례보고

증례 1: Case 3.

장○○, 29세, 남자.

이 환자는 추락사고로 대퇴골 간부 정형골절을 당하여 금속 내고정술을 시술받았으나 부적당한 골절부 압박으로 visible gap이 있고 망상골 이식술은 시행하지 않았으며 술후 4주부터 보행하여 퇴원한 예로서 술후

Compression Plate

5.5 개월째 갑자기 대퇴부 통통과 부종이 초래되어 X-선 촬영 결과 metallic failure로 진단받고 금속 내 고정술과 골이식술로 치유된 예이다(Fig. 1).

증 례 2 : Case 5.

김○○ 23세, 남자.

이 환자는 교통사고로 대퇴골 간부 분쇄골절을 당하여 금속 내고정술을 시술받았으나 remaining defect가 있고 망상골 이식술은 시행하지 않았으며 술후 4주부터 보행한 예로서 술후 7개월째 대퇴골부 통통과 보

Fig. 1 (a). Initial X-ray finding of after trauma (visible butterfly fragment).

Fig. 1 (b). X-ray finding after compression plate fixation.

Fig. 1 (c). Metallic failure occurred at the plate hole nearest to the fracture site.

Fig. 1 (d). After refracture, X-ray finding after internal fixation.

Fig. 2 (a). X-ray finding after operation.

Fig. 2 (b). X-ray finding after metallic failure. It occurred at the plate hole nearest to the fracture site.

행장애로 X-선 촬영에서 metallic failure의 소견으로 금속 내고정술과 골이식술을 시행받고 치유된 예이다 (Fig. 2).

증례 3: Case 2

김○○, 25세, 남자.

이 환자는 추락사고로 대퇴골 원위 간부 분쇄골절을 당하여 금속 내고정시 골절 직위위부에 screw 고정술 하지 않았으며 골절부에 부적당한 골절부 압박으로 visible gap이 있고 망상골 이식술을 시행하지 않았고 술후 4주부터 보행하였으며 술후 4개월 경 통증을 호소하며 X-선상 metallic failure가 발견되었고, 1개월 후에는 완전히 골절부에 변형이 초래되어 재차 금속 내고정 및 골이식술로 치유된 예이다 (Fig. 3).

Fig. 2 (c). X-ray finding showing healed evidence after internal fixation and bone graft.

증례 4: Case 8

김○○, 31세, 남자.

이 환자는 교통사고로 경골 간부에 짧은 사골절을 당하여 금속 내고정술을 받았으며 수술시 골절 직위위부의 plate hole에 screw를 고정할 경우 골절부를 지나게 되어 고정하지 않았고 부적당한 골절부 압박으로 remaining defect가 보였다.

6주간의 부목 고정 후 보행시켰으나 술후 4개월이 경과하여도 계속적으로 골절부 간격이 보였으며 며칠 후 metallic failure가 초래되었다. 금속 제거술을 시행하면서 골이식술을 병행하여 석고 고정하여 2개월 경과 후 치유된 예이다 (Fig. 4).

IV. 고찰

골절된 골절부의 고정을 위해 비관혈적 요법과 관혈적 요법으로 골절치료를 사용하여 왔으며, 특히 관혈적 요법으로 골절부에 압박을 가하여 치료하는 compression plate가 발달하여 현재 많은 호응을 얻고 사용되고 있다.

1932년 Key¹⁴가 처음 슬관절 고정술에 이용한 후 Charnley^{5,6}가 발전시켰으며 1949년 Danis⁸가 처음 골절치료에 compression plate를 사용하여 골형성을 촉진시키는 장점을 얻었으며 그 후 Venable, Müller^{19,20} 등이 발전시켰으며, 1950년 Collison이 처음 self compr-

Fig. 3 (a). X-ray finding after internal fixation in comminuted fracture of the shaft of the femur. Screw was not inserted at the just distal hole to the fracture site.

Fig. 3 (b). X-ray finding showing metallic failure at 4 months after operation.

Fig. 3 (c). X-ray finding complete metallic failure at postoperative 5 months. It occurred at the plate hole without screw.

Fig. 3 (d). X-ray finding after reoperation and bone graft.

compression plate를 만든 후 1969년 스위스의 AO그룹이 dynamic compression plate를 개발하여 현재 많은 지지와 호응을 받고 있다. 재료는 Titanium으로 만들어졌

으나 현재는 좀 더 강한 stainless steel 제종의 A.I.S.I. 316 LVM으로 대체되어 사용하고 있다. Compression plate의 장점으로 Herbert¹²⁾는 해부학적 정복, 혈류의 유

Fig. 4 (a). Initial X-ray finding after trauma showing short oblique fracture.

Fig. 4 (b). X-ray finding after compression plate fixation. Screw was not inserted at just distal hole to fracture site.

Fig. 4 (c). X-ray finding showing metallic failure at the plate hole without screw.

지, 관절의 안정화, 조기 운동가능에 있다고 하였으며 Denham¹⁰⁾은 석고 고정 없이 필요없고 관절의 조기 운동가능 및 근위축을 감소시키는 장점이 있다고 하였다.

Danis¹¹⁾는 안정화된 관절부에서 일차적 골 융합이 일

Fig. 4 (d). After metallic failure, fracture was healed by bone graft and immobilization in long leg cast.

어나며 어떤 사람들은 단단하게 고정이 되면 필수적 골 막반응이 적어지며 가골형성이 있으면 단단하지 못한 고정이라고 하였다.

Perren^{21), 22)} 등은 토끼, 양 등의 동물실험에서 com-

pression plate를 사용하여 조사해 본 결과 현미경적 골 형성 및 흡수가 동시에 일어나면서 골 융합이 일어나는 데 이때 골막의 골 형성은 골 융합에 거의 작용하지 않는다고 한다. 역시 Perren은 초기에 압박력이 현저히 감소하고 2개월 이상 경과되면 초기 압박력의 50%가 남는다고 하였다. 그러나 이때의 감소는 remodeling에 의해서 일어난다고 하였다.

Charnley⁹⁾나 Stewart¹⁴⁾는 압박이 골절부에 가해지면 망상골의 골 융합을 도와준다고 하였으나, Anderson^{17,18)}은 골 형성 축진을 발견할 수 없었으나 골절부의 단단한 고정 및 골절부의 간격을 좁혀주는 장점을 발견하였다고 하였다.

Charnley⁹⁾는 심한 압박이 골절부에 가해지면 골 봉괴가 일어나며, Jorge¹³⁾는 금속이 체내에 존재할 경우에 전기화학적 상호작용에 의하여 금속의 분해를 초래하여 금속의 약화로 metallic failure가 생길 수도 있다고 하였다.

David¹⁾나 Herber¹²⁾는 분쇄골절이 없는 횡골절이나 짧은 사골절에 이용하며 분쇄골절에 이용하면 더욱 분쇄성이 일어나기에 적용이 안된다고 주장하였고 Dana⁷⁾도 역시 분쇄골절이나 불안정한 골절시 compression plate를 사용한 경우에 골절부에서 미세한 운동이 일어나 골절부의 흡수 및 골단축으로 지연융합이 metallic failure가 일어난다고 하였다.

Schatzker²³⁾는 술후 5~6주에 생리적인 골 형성이 골절부위를 연결하여 이차적인 판으로 작용하게 되어 metallic failure를 예방할 수 있다고 하였으며, Laurence¹⁵⁾는 분쇄골절이나 정복이 잘 안된 경우에는 단단한 정복이 잘 안된다고 하였으며 정상 plate에서도 plate hole이 있는 부위가 약하며 그 중에서도 가장 내측에 위치한 plate hole에 휘어짐이 특히 많이 가해지는 부위이며 그리고 되도록 나사를 박지 않은 plate hole을 남기지 말라고 하였다.

Rüedi²⁶⁾는 대퇴골 분쇄골절 환자 131예에서 compression plate를 사용한 결과 19예에서 합병증(9예의 지연 융합, 9예의 metallic failure, 1예의 금속제거후 재골절)을 보였다.

Magerl¹¹⁾은 compression plate의 합병증을 보았으며 대개 불안정 고정상태에서 조기 체중 부하 운동으로 생긴 결과로서 환자의 협력이 중요하다고 주장하였으며 Magerl¹¹⁾, Schatzker²³⁾, Rüedi²⁶⁾ 등은 분쇄골절 혹은 접형골절시 분쇄골절 부위를 완전히 망상골 이식으로 덮어야 한다고 주장하였다.

V. 결 론

부산대학교 의과대학 정형외과학교실에서 부산지구의 외리기관에서 치험한 compression plate의 metallic failure 환자 12예를 임상적 고찰 및 증례분석과 치료에 관해 문헌고찰과 함께 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연령 및 성별은 20~40세 사이에서 11예(92%)였고 남자가 11예(92%)로서 활동기 성인 남자에서 다발하였다.

2. 사고원인은 교통사고와 산업재해로 일어나며 골절부위는 대퇴골 11예(92%), 경골이 1예였다.

3. 골절형태는 분쇄골절이 11예(92%)로서 대퇴골부에 생겼으며 짧은 사골절은 경골부위에 있어났다.

4. 6예에서는 환자의 협력부족으로 4주후 보행을 한 경우로 전체환자의 50%를 보였으며 술후 고정기간은 평균 6주로 나타났다.

5. metallic failure가 일어난 부위는 1예에서 screw failure가 생겼고 4예에서는 screw가 삽입되지 않은 plate hole 부위에서 일어났으며 screw가 모두 고정된 경우에는 골절부에서 가장 가까운 plate hole을 통하여 발생하였다.

6. 수술후 metallic failure가 일어날때 까지의 기간은 최저 4개월, 최고 13개월이며 평균 6.25개월이었으며 특히 4~7개월 사이에 9예로 75%였다.

7. metallic failure의 치료는 1예인 경골에서만 금속 제거술 후 골 이식술을 시행하고 석고 고정으로 치료하였으며 1예에서 수장내 금속 내고정술을 시행하고 10예에서는 compression plate를 사용하면서 골 이식술을 시행하여 치료하였다.

8. metallic failure의 원인은 부적당한 골절부 압박이 9예, 망상골 이식술을 시행하지 않은 경우가 8예, empty plate hole인 경우가 4예, remaining defect인 경우가 3예, 부적당한 술후 처치가 6예로서 이러한 원인이 복합적인 요소로 작용하여 metallic failure가 발생한 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Bagby, G.W.: *Compression Bone Plating*. 625-631 pp. *J. Bone and Joint Surg.*, July 1977.
- 2) Bagby, G.W. and James, J.M.: *Am. Surg.*, 95:765, 1958.

- 3) Batten, R.L.: *The place of compression technique in the management of long bone fractures in an industrial city*. Vol. 51-B: 177p. *J. Bone and Joint Surg.*, February 1969.
- 4) Bohler, L.: *Die Technik der Knochenbruchbehandlung*. 12 13. Aufl., Maudrich, Wien 1957.
- 5) Chanley, J.C.: *Positive Pressure in Arthrodesis of the Knee Joint*. *J. Bone and Joint Surg.*, 30-B:478-486, Aug. 1948.
- 6) Chanley, John, and Baker, S.L.: *Compression arthrodesis of the knee. A clinical and histological study*, *J. Bone and Joint Surg.*, 34-B: 187-199, May 1952.
- 7) Dana, C. Mears, B.M., B. Ch., Ph.D., M.R.C.P., F.R.C.S.: *Fractures and Methods of Internal Fixation. Materials and Orthopedic Surgery*, 279-342 pp., Williams and Wilkins Company, 1979.
- 8) Danis, R.: *Theorie et Pratique de l'Osteosynthese*. Paris: Masson et Cie, 1949.
- 9) David M. Nunamaker, V., and Stephen M. Perren.: *A Radiological and Histological Analysis of Fracture Healing Using Probending of Compression Plates*. *Clinical Orthopedics and Related Research*. 167-174, Jan. Feb. 1979.
- 10) Denham, R.A.: *Compression and coaption*. *J. Bone and Joint Surg.*, Vol. 51-B:177-178 February, 1969.
- 11) F. Magerl, A. Wyss, Ch. Brunner and W. Binder.: *Plate osteosynthesis of femoral shaft fractures in adults*. *Clinical Orthopedics*, 138: 62-73, 1979.
- 12) Herbert, S. Dodge and Gerald, W. Cady.: *Treatment of Fractures of the Radius and Ulna with Compression Plates*. *J. Bone and Joint Surg.*, 1167-1176 June 1972.
- 13) Jorge, O. Galante, Partick, G. Laing, F.R.C.S., and Eugene Lautenschlager.: *Biomaterials. Instructional Course Lectures*. Vol. 13:126, 1975.
- 14) Key, J. A.: *Positive Pressure in Arthrodesis for Tuberculosis of the knee Joint*. *Southern Med. J.*, 25:909-915, 1932.
- 15) Laurence, M., Freeman, M.A.R., Swanson, S. A.V.: *Engineering considerations in the internal fixation of fractures of the tibial shaft*. *J. Bone and Joint Surg.*, Vol. 51-B:754-767 November 1969.
- 16) Lettin, A.W.F.: *Effect of rigid internal fixation on the mechanical properties of healing cortical bone*. *J. Bone and Joint Surg.*, Vol. 51-B, 177 February 1969.
- 17) Lewis D.Anderson.: *Compression plate fixation and the effect of different types of internal fixation on fracture healing*. 224-241 pp. *Instructional Course Lectures*, Vol. XVIII, 1962-1969.
- 18) Lewis, D.Anderson., David, Sisk.: *Compression plate fixation in acute diaphyseal fractures of radius and ulna*. *J. Bone and Joint Surg.*, Vol. 57-A. 290-296, April 1975.
- 19) Muller, M.E., Allgower, M., and Willenegger, H.: *Technique of Internal Fixation of Fractures*. Revised for the English edition by G. Segmuller. Berlin, Heidelberg, New York Springer Verlag, 1965.
- 20) Muller, M.E., Allgower, M., Willenegger, H.: *Manual of Internal Fixation* p 12 Springer-Verlag, Berlin, 1970.
- 21) Perren, S.M., Huggler, A., Russenberger, Straumann, F., Muller, M.E., and Allgower, M.: *Acta. Ortho. Scand. Suppl.*, 125:7. 1969.
- 22) Perren, S.M.: *Physical and Biological Aspects of Fracture Healing with Special Reference to Internal Eixation*. *Clinical Orthopedics and Related Research*. 175-195 pp, January-February 1979.
- 23) Schatzker, J.: *Compression in the Surgical Treatment of Fractures of the Tibia*. *Clinical Orthopedics*, 105: 220-239 pp, November-December 1974.
- 24) Stewart, M.J., and Bland, W.G.: *Compression in arthrodesis. A compression in arthrodesis. A comparative study of methods of fusion of the knee in ninty three cases*, *J. Bone and Joint Surg.* 40-A: 585-606, June 1958.
- 25) Sven Olerud and Goren Danckwardt Lilliestrom:

Compression Plate

- Fracture Healing in Compression Osteosynthesis in the Dog. J. Bone and Joint Surg., Vol. 50. 1844-1851 pp, November 1968.*
- 26) Th. P. Ruedi and J.N. Luscher.: *Results after internal fixation of comminuteds of the femoral shaft with DC plates. Clinical Orthopedics, 138:74-74, 1979.*
- 27) Willenegger, H., Schenk, R., Straumann, F., Muller, M.E., Allgower, M., and Kruger, H. (1962): *Methodik und die Heilvorgange bei stabiler Osteosynthese and Schaftfrakturen. Langenbecks Archiv Fur klinische Chirurgie, 301, 846, Vol. 50-B, No. 4, November 1968.*