

대퇴골 간부골절에 사용한 골수강내 금속정 부전의 임상적 고찰 -10예 보고-

순천향대학 의학부 정형외과학교실

최창욱 · 나수균 · 김연일 · 최희수 · 문도현

=Abstract=

Metallic Failure of Intramedullary Nailing in Treatment of Femoral Shaft Fracture -10 cases-

C.U. Choi, M.D., S.K. Rah, M.D., Y.I. Kim, M.D., H.S. Choi, M.D.
and D.H. Moon, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Soonchunhyang University,
Seoul, Korea*

Intramedullary nailing is one of the most available method in treatment of femoral shaft fracture. Since the development of Kuntscher nail in 1939, new design such as interlocking nail and flexible nail became widely used by more applicable level of femoral shaft fracture. Of complication of IM nailing, matallic failure was rarely seen. The authors clinically analyzed the causes of matallic failures in 10 cases out of 330 cases of intramedullary nailing for treating femoral shaft fractrue.

The survey as summerized as follows :

1. Metallic failure ocured in 5 Kuntscher nail including interlocking nail, 4 Ender nail, 1 PGP nail.
2. Incidence was 2.1% on Kuntscher nail, 5.5% on flexible nail.
3. Metallic failure ocured from 1 to 13 months following open reduction and internal fixation. Mean time interval between internal fixation and failure was 7.6 months.
4. The probable causes of metallic failure.
 - 1) Kuntscher nail ; Incorrect selection of implants and too early weight bearing may be considered.
 - 2) Interlocking nail ; Incorrect position of screw hole corresponding on fracture site and too early weight bearing may be considered.
 - 3) Flexible nail ; Inadequate postoperative treatment and loss of medial butress on fracture site may be considered.
5. 7 cases were reoperated with 5 plate fixation, 1 Ender nailing, 1 interlockng nail. 3 cases were managed with conservative treatment.

All cases accomplished sucessful bone union.

Key Words : Metallic failure, Intramedullary nailing, Femoral shaft fracture.

* 본 논문은 1988년 대한골절학회 제7차 학술대회에서 구연된 논문임.

서 론

대퇴골 골수강내 금속정 고정법은 20세기 초부터 실험적으로 이용되다가 1918년 Hey Groves가 처음으로 장골간부골절에 대하여 시도하였고, 1940년 Kuntscher정이 사용되면서 보편화된 방법이나 적용범위의 한정성으로 Ender 및 PGP 등의 연성골수정이나 나사못 고정정 금속정의 이용으로 회전에 대한 고정력을 보강하여 기존의 적용범위보다 훨씬 넓은 범위에 까지도 이용되고 있다.

그러나 이러한 골수강내 고정법의 이용이 늘어나면서 사용된 금속정의 부전이 드물게 발견되고 있다.

금속정 부전의 원인으로서는 첫째 잘못된 금속정의 선택, 둘째 수술시에 술기상의 잘못, 셋째 조기 체중부하나 외상에 의한 충격, 네째 분쇄가 심한 골절에 있어서 내측지지대의 소실이 있는 경우, 다섯째 대퇴부의 생체역학적인 특징 등으로 대별할 수 있으며, 이러한 요소들이 복합적으로 작용하여 일어나는 것으로 생각된다.

본 순천향대학 의학부 정형외과학교실에서는 1983년 3월부터 1988년 3월까지 골수강내 금속정 고정법을 시행한 330예중 치유과정에서 금속정 부전을 일으킨 10예에 대하여 임상적 분석 및 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

증례 분석

1. 빈도

총 330예에 사용된 금속정중 Interlocking을 포함한 Kuntscher정이 240예, Flexible정이 90예였으며 이중 금속정 부전은 전자가 5예(2.1%), 후자가 5예(5.5%)로써 전체적으로 3.0%의 빈도를 나타냈다(Table 1).

2. 연령 및 성별분포

환자의 연령은 최저 20세에서 최고 45세로 나타났으며, 평균연령은 29세였다. 이들중 20~30세가 7명이며, 성별로는 모두 남자로서 활동량이 많은 청장년층의 남자에 많았다(Table 2).

3. 골절된 부위

근위 1/3 골절이 2예, 중위 1/3 골절이 5예, 원위 1/3 골절이 3예였다(Table 2).

4. 금속정 내고정후 금속정 부전까지의 기간

금속정 부전까지의 기간은 최저 1개월에서 최고 13개월로써 평균 7.6개월이었으며 9~13개월이 5예로써 전체의 50%를 차지했다(Table 2).

5. 금속정 부전의 발생 부위

금속정 부전의 발생 부위는 원위 1/3 골절 3예의 경우 모두 골절면 하부 Interlocking을 위한 proximal screw hole에서 발생하였고 근위 1/3 및 중위 1/3 골절의 경우 모두 골절면에서 발생하였다(Table 2).

6. 금속정 부전의 치료

10예중 7예에서 부전 부위의 불안정성과 불유합을 보여 즉시 관혈적 정복과 함께 자가골 이식술을 시행하였으며, 그중 5예에서 금속관, 1예에서 Interlocking정, 1예에서 Ender정을 시행하였다.

10예중 나머지 3예에서 골절부위의 안정성과 함께 부분적인 골유합을 보여 석고 봉대고정 또는 보조기등의 비관혈적 요법을 사용하여 만족할만한 골유합을 이룰 수 있었다(Table 2).

증 례

증례 1

40세 남자로서, 원위 1/3부 골절로 Interlocking을 시행하였으며, 술후 6주경부터 부분적 체중 부하를 시행하였다.

특별한 외상력없이 술후 9개월경 대퇴골 하부의 동통으로 X-ray검진상 proximal screw hole 부위에서 금속정 부전 및 전이가 발견되었다.

이에 대해 석고 봉대고정을 시행하였으며 만족할만한 골유합을 이루어 술후 16개월에 Interlocking정의 윗부분을 제거함으로써 치료를 종결하였다(Fig. 1).

Table 1. Incidence of metal failure

Implant	No. of cases	No. of nail failure	Percentage
Kuntscher nail (Including interlocking nail)	24	5	2.1%
Flexible nail	90	5	5.5%
Total	330	10	3.0%

Table 2. Data on 10 patients

	Sex/Age	Fx. Site	Implant	Time to Fx. of implant(Mons).	Failure level	Treatment
Case 1	M/40	Distal 1/3	Interlocking	9	Screw hole	Conservative
Case 2	M/25	Distal 1/3	Kuntscher (Interlocking)	1	Screw hole	Judet plate + BG
Case 3	M/33	Distal 1/3	Kuntscher (Interlocking)	1.5	Screw hole	Judet plate + BG*
Case 4	M/25	Proxi 1/3	Kuntscher	13	Fracture site	Interlocking nail + BG
Case 5	M/20	Middle 1/3	Kuntscher	10	Fracture site	Ender nail + BG
Case 6	M/28	Middle 1/3	Ender	7	Fracture site	DCP** plate + BG
Case 7	M/45	Middle 1/3	PGP	13	Fracture site	DCP plate + BG
Case 8	M/24	Middle 1/3	Ender	3	Fracture site	Conservative
Case 9	M/30	Middle 1/3	Ender	12	Fracture site	DCP plate + BG
Case 10	M/20	Proxi 1/3	Ender	6	Fracture site	Conservative

BG* : Bone graft

DCP** : Dynamic compression plate

Fig. 1. (A) 40 years old male patient with distal 1/3 fracture treated by interlocking nail. (B) At 9 months after operation, nail failure developed at proximal screw hole. (C) Proximal nail was removed at 1 year after conservative treatment.

증례 2

25세 남자 환자로써 근위 1/3부 골절로 Kuntscher정과 wiring을 시행한후 6주경 부분 체중 부하를 시행하였다.

술후 13개월경 외상력없이 대퇴부 동통이 있어 X-ray검진상 골절부위의 재골절 및 금속정 부전이 발생하였다.

이에 대해 금속정 제거후 Interlocking정 및 자가골 이식술을 시행한 결과 술후 6개월경 완

전한 골유합을 이룰수 있었다(Fig. 2).

증례 3

30세 남자로서 상하지의 다발성 골절과 함께 좌측 중위 1/3부의 복합골절이 있었으나 전신상태 불량으로 인해 폐쇄적 정복 및 Ender정 고정을 시행하였다. 술후 12개월경 외상력없이 대퇴부 동통과 함께 골절부의 재골절 및 내반변형과 금속정 부전이 생겨 금속정 제거후 금속판 고정술 및 골유합을 시행하여 충분한 골유합을 얻을

Fig. 2. (A) 25 years old male patient with proximal 1/3 fracture treated by kuntscher nail & wiring. (B) At postop. 13 months, nail failure developed at fracture site. (C) Interlocking nail was inserted and sucessful union at postop 6 months.

Fig. 3. (A) 30 yrs old male pt. with middle 1/3 fracture treated by Ender nail. (B) Nail failure developed at postop. 12 months. (C) Plate was done and sucessful bone union.

수 있었다(Fig. 3).

고 찰

골수강내 금속정 고정법은 1914년 Burghard⁷⁾가 대퇴골 경우 골절에 대하여 사용한 이후 1918년 Hey Groves¹¹⁾가 처음으로 장골 간부골절에

대하여 시도하였고, 1940년 Kuntscher¹⁴⁾가 자신의 금속정을 고안하여 사용함으로써 대퇴골 간부골절의 획기적 치료법으로 이용되었으나 적용 범위의 한정성으로 Klemm과 Schellmann¹³⁾에 의한 Interlocking정이나 Ender 및 PGP등의 연성골수정의 개발로 연구 발전되었다^{1, 21)}.

그러나 이러한 금속정의 이용이 늘어나면서 금

속내고정제의 부전이 드물게 발견되고 있다. 1951년 Key와 Lettes¹²⁾는 684예중 9예(1.3%)에서 금속정 부전을 보고하였고, 1964년 Denker⁹⁾는 2%에서 금속정 부전이 일어난다고 보고하였다.

본 연구에서도 3.0%의 빈도를 나타내고 있다.

금속정 부전의 시기에 대하여 Schneider등²³⁾은 첫째 잘못 선택된 금속정이나 골내측지대와의 결여로 골절부위에서 일어나는 조기부전(early failure), 둘째 금속정의 slot tip부위에서 균열에 의한 후기부전(late failure)로 구분하였고, Denker⁹⁾는 술후 4주안에 일어난다고 하였으며 Bucholz등⁶⁾은 1~30개월로 보고하였다. 본 연구에서는 골절부위 또는 골절면과 가까운 screw hole에서 일어나 조기부전에 해당되며 평균 7.6개월을 나타냈다.

Kuntscher정의 경우 9mm정보다 10mm정은 130%, 11mm정은 210%의 굴곡력에 대한 저항 강도를 가지며, Crenshaw⁸⁾는 11mm이상의 금속정의 사용을 원칙으로 하고 있다. 사용시의 유의할점으로 첫째 금속정의 폭(diameter)가 넓을수록 강하므로 reaming을 시도하여 넓은 금속정을 사용하고, 둘째 강한 금속정을 사용하여 굴곡이 생기지 않도록 하며, 셋째 복잡골절시 내측지대의 유지를 위해서는 자가골 이식이 필요한 것으로 사료되고 적용되는 부위는 소전하 하방 5cm로부터 내전근 결절 상방 17.8cm, 즉 대퇴골 협부의 횡골절 또는 단사선 골절로 근위 및 원위부 골절의 경우에는 사용할 수 없는 단점이 있다. 본 예중 중위 1/3에 사용된 Kuntscher정의 경우 적용범위를 벗어난 골절로 금속정에 비해 골수강이 넓어 견고한 내고정을 이루지 못해 보조적 수단으로 나사못 고정을 시행하였으나 불안정한 내고정으로써 결국 부전이 일어난 것으로 사료된다. 이런 적용범위의 한정성을 극복하기 위해 Interlocking정이 개발되어 골절면 상하로 나사못을 고정하여 회전력 및 굴곡력을 방지할 수 있어 금속정에 비해 골수강이 넓은 원위 및 근위부의 골절뿐 아니라 분쇄상 골절에 까지도 사용되고 있으며²⁵⁾, 골절면의 형태에 따라 첫째 분쇄상 골절에 있어서 골절면의 단축을 방지하기 위해 상하로 나사못 고정을 시행하는 static locking과, 둘째 골절의 상하 한부분만 고정하여 조기 체중부하시 골절면에 압박력을 줄 수 있는 dynamic locking으로 구분되어 사용된다^{13, 25)}. 최근 image intensifier의 개발로 골수강을 reaming하지 않고 폐쇄적 방법으로 사용할

수 있는 Flexible정이 많이 이용되고 있으며, 양측 피질골의 50%이상을 포함하는 분쇄골절이나 대퇴골 직경에 2배 이상의 큰 butterfly fragment을 갖는 골절에서는 안정된 정복을 얻을 수 없으므로 보조적 요법으로 술후 골전인 또는 cerclage wiring등이 병행되고 있다¹⁸⁾. 본 예중 Flexible정을 사용한 5예의 경우 3예에서 골절의 분쇄성으로 내측지대의 소실이 있었다.

금속정 부전의 원인으로서는 Mears¹⁶⁾에 의하면 첫째 정복후 골절부위의 충분한 안정성이 얻어지지 않는 경우, 둘째 정복술후 조기 체중부하를 시킨 경우, 그리고 셋째 금속내 고정제의 생체내 부식을 들었다. 또한 Soto-Hall과 Maclog²¹⁾은 골수강 금속정의 굴곡변형 내지는 파손의 원인으로 2가지형을 기술하였다. 첫째 생리적 굴곡으로써 대퇴골의 해부학적 굴곡을 따라 발생한다고 하였으며, 둘째 골편이 지렛대로 작용하여 예각의 굴곡으로써 직경 10mm 또는 그 이하에서 발생한다고 기술하였다. 그는 또한 굴곡을 일으킬 수 있는 원인으로써, 첫째 강하고 무리하게 nailing했을 경우, 둘째 조기 체중부하 및 추락에 의한 충격, 셋째 골내측부의 분쇄가 심한 골절에서 기형을 일으킬 수 있고 근육의 수축에 의한것, 네째 세장형 체격의 장골 또는 비만증환자에서 비 정상적인 힘을 받는 경우 잘 발생한다고 분석하였다. 본 보고예에서 근위 및 중위에 사용된 Kuntscher정의 경우 잘못된 내고정제의 선택과 함께 조기 체중부하로 견고한 내고정이 되지 못하고 골절부가 지렛대로 작용하여 전방으로 생리적 굴곡이 병행된것으로 사료된다. 또한 근위 및 중위 1/3에 사용된 Flexible정의 경우 복잡골절로 인한 내측지대의 소실과 함께 폐쇄적 정복에 의한 부적절한 내고정과 술후 슬관절의 부분적 운동제한으로 슬관절 운동과 조기 보행시 굴신운동의 일부가 골절부로 옮겨감에 따라 일어나거나 외력에 의한 부전으로 생각된다.

Bucholz등⁶⁾은 finite element analysis을 통해 원위부에 사용된 Interlocking정의 부전의 원인으로서는, 첫째 골절면과 나사못과의 거리가 5cm인 경우, 둘째 골유합을 통한 골절부위의 percent stiffness가 50%이하인 경우에 올수있다고 하였으며 이러한 합병증의 방지를 위해, 첫째 보다 크고 긴 금속정을 사용하여 되도록 슬관절의 subchondral area까지 깊숙이 삽입하여 골절면과 screw hole과의 거리를 깊게해야 하며, 둘째 X-ray상 골절면의 조기유합이 나타날때까지 체중

부하를 지연할 것을 주장하였다. 본 보고예중 원위 1/3에 사용된 Interlocking정의 경우 골절면과 나사못과의 거리가 5cm 이내로써 골절면의 응력의 일부가 screw hole로 전위됨에 따라 조기체중부하시 응력이 증가하여 생긴것으로 사료된다.

또한 금속정 부전의 원인에 있어서 대퇴부의 생체역학적 특징이나 골절의 분쇄성 또는 사용된 금속정의 특성등도 관여하는 것으로 생각되어진다. Fielding등¹⁰⁾에 의하면 대퇴골 근위부의 경우 주로 피질골로 구성되어 있고 생체역학적으로 내측피질에 compression stress가 외측의 tensile stress보다 20%정도 많이 가해져 골절후 심한 변형이 일어나 골절의 정복 및 그 유지가 어려우며, 정복이 불완전하거나 내측지지대가 없는 경우 응력이 고정된 금속으로 모이게되어 이것을 지탱하지 못할때 피로골절이 일어난다고 주장하였다. 본 보고예중 근위 1/3의 경우 부적절한 내고정과 함께 생체역학적 굴곡변형이 병행된것으로 사료된다. Magerl등¹⁵⁾은 이러한 연속 굴곡변형이 골유합에 의해 감소되지 않으면 금속의 피로결손을 예상하여야 한다고 하였으며 Schazker¹⁹⁾, Schazker와 Tile²⁰⁾에 의하면 모든 골절의 내고정은 골유합과 금속부전과의 경쟁이라 하면서 내측지지대의 결손부위가 금속결손의 지주가 되므로 골절편의 정복에 유의할것이며, 필요한 때에는 자가골 이식술도 사용해야 할것이라고 주장하였다. Allen등³⁾은 골수강내 금속물에서 가장 중요한 기계적 요인은 strength와 rigidity를 결정하는 상하골절면과 맞물리는 금속정의 working strength에 의해 좌우된다고 하였으며 골절의 형태로써 1) plastic failure 2) brittle type fracture 3) fatigue fracture등으로 구분하였다. 본 보고예의 경우 골절면 및 골절부위에 가까운 screw hole에서 발생되어 금속정의 working strength의 증가로 인한 fatigue fracture로 사료된다.

이러한 금속정 부전의 예방을 위해서는 근위 1/3의 경우 Interlocking과 같은 회전에 대한 보강력을 가진 금속정을 사용해야 할것이며, 내고정이 부적절할시 조기 체중부하를 방지하고 내반변형에 유의해야 할것이다. 또한 원위 1/3의 경우 Interlocking정 사용시 보다 크고 긴 금속정을 사용하며 골절면과 screw hole의 거리가 5cm 이상이 되도록 하며 방사선 소견상 골유합이 있을때까지 체중부하를 지연시킬 필요가 있다.

금속정 부전의 치료로는 골절부위의 불안정 및 불유합의 소견이 있을시는 골절면을 통해 금속정을 제거하고 적절한 내고정과 자가골 이식술 및 석고 봉대고정을 원칙으로 하였다.

결 론

본 순천향대학 의학부 정형외과학교실에서는 1983년 3월부터 1988년 3월까지 골수강내 금속정 고정법을 시행한 330예중 부전을 일으킨 10예에 대하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 발생빈도는 Interlocking을 포함한 Kuntscher정의 경우 240예중 5예(2.0%), Flexible정의 경우 90예중 5예(5.5%)로써 전체적으로 3.0%였다.

2. 금속정 부전의 시기는 최저 1개월, 최고 13개월로써 평균 7.6개월이었다.

3. 금속정 부전의 발생부위는 원위 1/3 골절의 경우 screw hole에서 발생하였고, 근위 1/3 및 중위 1/3 골절의 경우 모두 골절면에서 발생하였다.

4. 금속정 부전의 원인으로써 Kuntscher정의 경우 부적당한 내고정물의 선택과 조기 체중부하가 병행된것으로 여겨지며 Flexible정의 경우 술후 무리한 술관절운동과 부적절한 내고정에 의해 기인된 것으로 사료되며 Interlocking정의 경우 골절면에 대한 screw hole의 잘못된 위치와 조기 체중부하에 의한것으로 생각된다.

5. 금속정 부전의 치료로는 골절부위의 안정성과 불유합의 소견에 중점을 두어 5예에서 금속판고정, 1예에서 Interlocking정, 1예에서 Ender정을 시행하였고, 3예에서 석고고정으로 치료하여 모두 만족할만한 골유합을 이루었다.

REFERENCES

- 1) 정필준, 최완석, 나수균, 최창욱, 김학현: 장관골 골절 치료용 내고정 금속물의 결함에 대한 소고. 대한정형외과학회지 18: 709-719, 1983.
- 2) 문명상, 옥인영, 박춘근: 대퇴골 분쇄골절 치료에 사용된 내고정체의 금속부전증. 대한정형외과학회지, 22: 899, 1987.
- 3) Allen, W.C., Piotrowski, G. and Burstein, A.H.: Biomechanical principles of intramedullary fixation. Clin. Orthop., 60: 13-20,

1968.

- 4) Baker, G.I. and Ramlom, E.A. : *Complication of treatment of fracture of the femoral shaft. Complication in Orthop. Surg., Vol 1. 451-474, Philadelphia, J.B. Lippincott company, 1978.*
- 5) Browner, B.D. : *Pitfall, errors, and complications in the use of locking Kuntcher nails. Clin. Orthop., 212 : 192-208, 1986.*
- 6) Bucholz, R.W., Ross, S.E. and Lawrence, K.L. : *Fatigue fracture of the interlocking nail in the treatment of fracture of the distal part of the femoral shaft. J. Bone and Joint Surg., 69-A : 1391-1399, 1987.*
- 7) Burghard, F.F. : *A system of operative surgery. London, Oxford University Press, 1914.*
- 8) Crenshaw, A.H. : *Campbell's operative orthopaedics, 6th Ed. pp.1685-1709, ST. LOUIS. The C.V. Mosby company. 1987.*
- 9) Denker, H. : *Errors in technique and complications specific to intramedullary nailing. Acta orthop. Scandinav., 34 : 164-169, 1964.*
- 10) Fielding, J.W., Cochran, G.V.G. and Zickel, R.E. : *Biomechanical characteristic and surgical management of subtrochanteric fracture. Orthop Clin. N. Am., 5 : 629-650, 1974.*
- 11) Hey Groves, E.W. : *United fractures, with special reference to gunshot injuries and the use of bone grafting. Br. J. Surg., 6 : 203-247, 1918.*
- 12) Key, J.A. and Lottes, J.O. : *Medullary fixation of the femur. Complications and errors in technique. Am. Acad. Orthopaedic Surgeons, Instructional Course Lectures, 8 : 27, 1951.*
- 13) Klemm, K. and Schellmann, W.D. : *Dynamische und statische Verriegelung des Marknagels. Monatsschr. Unfallheilk., 75 : 568-575, 1972.*
- 14) Kuntscher, G. : *Die Marknagelung von Knochenbrüchen : Tierexperimenteller Teil, Klin. Wschr. 19 : 6, 1940.*
- 15) Magerl, F., Wyss, A., Brunner, C., and Binder, W. : *Plate osteosynthesis of femoral shaft fractures in adult. Clin. Orthop., 138 : 62, 1979.*
- 16) Mears, D.C. : *Materials and orthopedic surgery, 1st ED. pp. 320-342, Baltimore. The Williams and Wilkins Co., 1979.*
- 17) Muller, M.E., Allgower, Schneider, R. and Willenger, H. : *Manual of internal fixation, 1st ED. pp. 154, Berlin, The Springer-Verlag Co., 1981.*
- 18) Pankovich, A.M. : *Flexible intramedullary nailing of femoral shaft fracture. Instructional Course Lectures. Vol. XXXVI : 324-338, 1987.*
- 19) Schazker, J. : *Bone in clinical orthopaedics, 1st Ed. pp. 387-389, Philadelphia, The W.B. Saunders Co., 1982.*
- 20) Schazker, J. and Tile, M. : *The rationale of operative fracture care. 1st Ed. pp. 9-22, Berlin, The Sperringer-Verlag Co., 1987.*
- 21) Soto-Hall, R. and Maclog, N.P. : *Cause and treatment of angulation of femoral intramedullary nails. Clin. Orthop., 11 : 66, 1953.*
- 22) Seligson, D. : *Historical introduction. Concepts in intramedullary nailing. pp. 3-25, Orlando. Grune and Stratton Co., 1986.*
- 23) Schneider, E., Perren, S.M. and Beaupr'e, G.S. : *Analysis of a partially slotted intramedullary nail. J. Orthop. Res., 2 : 369-376, 1984.*
- 24) Weinstein, A.M., Clemow, J.T. and Starkebaum, W. : *Retrieval and analysis of intramedullary rods. J. Bone and Joint Surg., 63-A : 1443-1448, 1981.*
- 25) Winquist, R.A., Hansen, S.T. and Clawson, D.K. : *Closed intramedullary nailing of femoral fractures. J. Bone and Joint Surg., 66-A : 529-539, 1984.*
- 26) Zimmer, K.W. : *Mechanical failure of intramedullary nails after fracture union. J. Bone and Joint Surg., 65B : 274-279, 1983.*