

골수강내 교합정 삽입술을 이용한 경골골절의 치료시 원위 교합성 나사못의 수에 대한 전향적 연구

중앙대학교 의과대학 정형외과학교실

이은우 · 강기서 · 강수용 · 장의찬 · 이진우

— Abstract —

A Prospective Study of Fractures of the Tibial Shaft Treated with Intramedullary Interlocking Nail - Comparing One versus Two Distal Screws -

Eun Woo Lee, M.D., Ki Ser Kang, M.D., Soo Yong Kang, M.D.
Eui Chan Jang, M.D., Jin Woo Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Chung-Ang Univ., Seoul, Korea

In non-randomized prospective study, 67 tibial fractures were treated with intramedullary interlocking nail. Patients were divided into 2 groups based on the number of distal locking screw. Group I was consisted of 33 fractures treated with one distal locking screw. Group II was consisted of 34 fractures treated with two distal locking screws. The patients were followed up for an average of 12 months. There was no statistically significant difference between group I and II with regard to total operation time, fracture union time. However fluoroscopic time was significantly longer at group II than group I. Serial radiographs of patients in both group were analyzed for change of hardware and fracture healing postoperatively. No significant difference was found between two groups in fracture union time, hardware failure and complications in proximal and middle tibial fracture. But the angulation and locking screw breakage were significant in group I in distal tibia fracture.

We concluded that fracture of the proximal and middle third of the tibia that require interlocking nail can be successfully treated with a single distal locking screw. However, in fractures of the distal one third, two distal locking screws should be required to prevent of angular deformity in sagittal plane and for stablefixaton. The use of a single distal locking screw reduces operation time, radiation exposure, local soft tissue discomfort and cost without compromising fracture union.

Key Words : Tibial fracture, IM nailing, Distal locking screw

※ 통신저자 : 이 진 우
서울시 중구 필동2가 82-1
중대부속병원 정형외과

서 론

경골골절은 체내 장판골 골절 중 그 빈도가 가장 높으며 전내측 1/3 주위가 얇은 피하조직으로 덮여 있어 지연유합, 불유합 및 골수염 등의 합병증이 자주 발생한다. 경골골절의 치료로서는 석고 고정법, 금속판 고정법 및 골수강내 금속고정법등이 있으며 이중 골수강내 금속고정술은 초기에는 경골 간부 골절과 불유합의 경우에 선택적으로 사용하였으나 이후 골수강 확장술(intramedullary reaming)등이 도입되어 굵은 금속정의 사용이 가능해졌고, 영상 증폭장치(image intensifier)의 개발로 폐쇄적 내고정 및 골수강내 교합정(interlocking intramedullary nailing)의 도입이 가능해져서 그 사용 범위가 확대되었다. 골수강내 교합정은 술기가 용이하며 골절부를 개방하지 않고 수술할 수 있으며 감염의 위험성이 적어서 많은 저자들에 의해 좋은 결과가 발표되고 있다¹⁾. 과거의 골수강내 금속정은 골단측 및 이상회전등의 단점이 있어 분쇄가 심한 골절에서는 사용하기에 문제가 있었으나, 골수강내 교합정이 개발되면서 부터는 이러한 문제점들을 해결할 수 있게 되었을 뿐 아니라 골절 부위의 견고한 고정으로 조기 관절운동 및 체중부하를 시킴으로써 골유합을 촉진시킬 수 있는 장점이 있어 분쇄골절, 분절골절, 불유합, 부정유합에 이르기까지 널리 사용되고 있다²⁾. 그러나 골수강내 교합정 술기중 근위부 맞물림 나사못 고정은 target device technique으로 간단히 시행할 수 있는 반면, 원위부 맞물림 나사못 고정은 대부분 free hand technique을 사용하고 있으며, 기술상의 어려움, 수술 시간 연장, 술자의 방사선 피폭량 증가등의 단점이 있다.

Table 1. The distribution of tibial fracture site.

Phillip등은¹¹⁾ 대퇴골의 교합성 골수강내 금속정 연구에서 생역학적 실험을 통해 하나의 원위 나사못 고정으로도 충분한 고정력을 가질 수 있다고 보고한 바 있다. 이에 본 저자들은 경골골절 환자에서 하나의 원위 나사못 고정을 시행한 군과 두개의 원위 나사못 고정을 시행한 군을 비교하여 임상적 고찰을 전향적으로 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대상

1992년 3월 부터 1994년 12월 까지 총 64명, 67례의 경골골절을 대상으로 하여, 하나의 원위 나사못 고정을 시행한 군(제 I 군, 33례)과 두개의 원위 나사못 고정을 시행한 군(제 II 군, 34례)으로 나누어 비교하였으며, 1993년 8월 이전에는 주로 두개의 원위 나사못 고정을 시행하였고, 그 이후에는 주로 한개의 원위 나사못 고정을 시행하였다. 성별 및 연령 분포는 53명이 남자, 8명이 여자였고, 10대가 4명, 20대가 21명, 30대가 19명, 40대가 12명, 50대가 4명, 60대 이상이 4명이었다. 개방성 골절은 제 I 군에서 11례, 제 II 군에서 14례이었으며, 골절 부위는 제 I 군에서는 근위경골이 5례, 중간경골이 18례, 원위경골이 7례, 분절골절이 3례이었고, 제 II 군에서는 근위경골이 6례, 중간경골이 13례, 원위경골이 10례, 분절골절이 5례로 양군 모두 중간 1/3이 가장 많았으며, 분쇄 정도는 Winquist-Hansen 분류법에 따라 시행하였고 그 양상은 제 I 군에서는 제 1형이 10례, 제 2형이 11례, 제 3형이 9례, 제 4형이 3례이었고, 제 II 군에서는 제 1형이 5례, 제 2형이 11례, 제 3형이 9례, 제 4형이 9례이었다 (Table 1, 2).

Table 2. The comminution of tibial fractures (Winquist-Hansen classification).

2. 연구 방법

시술은 폐쇄성 골절인 경우 동반 손상 및 전신 상태의 이상으로 지연된 경우를 제외하고는 수상 후 7일 이내에 시행하였으며, 개방성 골절인 경우에는 특별한 경우를 제외하고는 8시간 이내에 시행하였다. 시술전까지는 대부분 장 하지 석고 부목 고정을 시행하였고, 분쇄가 심하고 단축이 있는 경우에는 중골 견인을 시행하였다. 시술은 방사선 투과 수술대에서 앙와위로 시행하였고, 폐쇄성 골절인 42례에서 모두 도수 정복 후 금속 고정술을 시행하였으며, 개방성 골절인 25례에서도 변연절제술을 시행한 후 창상 봉합을 하고 도수정복 및 금속고정술을 시행하였다. 하나의 원위 맞물림 나사를 사용한 예가 33례(제 I 군), 두개의 원위 맞물림 나사를 사용한 예가 34례(제 II 군)였다. 사용한 금속정은 폐쇄성 골절인 경우에는 주로 Russell-Taylor nail이나 AO Universal nail을 사용하였고, 개방성 골절인 경우에는 주로 Russell-Taylor Delta nail을 사용하였는데, 제 I 군에서 Russell-Taylor nail이 18례, Russell-Taylor Delta nail이 13례, AO Universal nail이 1례, Grosse-Kempf nail이 1례이었으며, 제 II 군에서는 Russell-Taylor nail이 17례, Russell-Taylor Delta nail이 9례, AO Universal nail이 8례 이었다. 근위부 나사못 고정 은 target device technique을 이용하였고, 원위부 나사못 고정은 영상증폭기를 이용한 free hand technique으로 하였다. 교합성 나사로는 Russell-Taylor nail인 경우는 5mm, Russell-Taylor Delta nail인 경우는 4.5mm, AO Universal nail인 경우는 4.9mm diameter 의 나사못을 사용하였고, 골절 부위가 원위부인 경우에는 연구 초기에는 2개의 원위 맞물림 나사못 고정을 하였으나, 연구 후기에는 1개의 원위 맞물림 나사못 고정을 시행하였다.

3. 시술 후 처치

하나 또는 두개의 원위 맞물림 나사못을 사용한 예에서 모두 같은 시술 후 처치를 시행하였다. 술 후 익일부터 대퇴 사두근 등장성 운동 및 하지 직거상 운동을 시켰으며, 창상에 문제가 있거나 분쇄가 심한 경우를 제외하고는 대부분 1-2주간 단 하지 석고

부목 고정 및 관절 운동을 시행하였으며, 시술 후 2주부터는 부분적 체중 부하로 목발 보행을 시행하였다. 시술후 6-12주후 골절유합의 소견이 뚜렷치 않을 때에는 골이식술이나 골절부 역동화(dynamization)를 시행하였다.

결 과

하나의 원위 맞물림 나사못을 삽입한 군(제 I 군)과 두개의 원위 맞물림 나사못을 삽입한 군(제 II 군)에서 평균 12개월(최단 6개월, 최장 3년) 동안 경과 관찰을 시행하였다. 제 I 군에서는 3례(중간경골 1례, 원위경골 2례)에서 골이식술을 시행하였고, 4례(중간경골 1례, 원위경골 2례, 분절골절 1례)에서는 수술 후 역동화를 시행하였다. 평균 골유합 기간은 압통이 없어지고 가골 형성이 충분히 보일때를 기준으로 3.5개월이 소요되었고, 합병증은 1례에서 맞물림 나사 부위에서 피질골 분쇄가 관찰되었으며, 4례에서는 10도 이하의 각 형성이 관찰되었는데 이것은 중간경골 골절에서 각형성 1례를 제외하고는 모두 원위경골 골절 또는 분절골절에서 발생하였다. 금속골절은 모두 원위경골에서 발생하였는데 R-T Delta nail을 사용한 1례에서 근위 맞물림 나사못의 골절과 R-T nail을 사용한 1례에서 원위 맞물림 나사못 골절이 관찰되었으나 골유합은 정상적으로 진행되었다. 제 II 군에서는 4례(중간경골 1례, 원위경골 2례, 분절골절 1례)에서 골이식술을 시행하였고, 5례(근위경골 1례, 중간경골 2례, 원위경골 2례)에서 역동화를 시행하였으며, 평균 골유합 기간은 3.5개월이 소요되었다. 합병증은 9례에서 10도 이하의 각형성이 관찰되었고, 1례에서는 15도의 전방 각형성이 관찰되었으며, 1례에서는 18mm의 골 단축을 보였다. 이중 각형성이 발생한 10례는 근위경골에 3례, 중간경골에 3례, 원위경골에 2례, 분절골절에서 2례가 발생하였다. 금속골절은 원위경골 골절에서 R-T Delta nail을 사용한 1례에서 두개의 원위 맞물림 나사못 골절이 있었고(Fig. 1), 중간경골 골절에서 R-T Delta nail을 사용한 1례에서 하나의 원위 맞물림 나사못 골절이 있었다. 또한 원위 나사못이 길게 박혀서 피부 자극 증세가 있었던 경우는 제 I 군에서 6례, 제 II 군에서 17례로 제 II 군에서 현저히 많았으며(Fig. 2), 시술시 원위 나사못

Fig. 1. 39 years old male patient sustained tibial fracture treated with Russell-Taylor Delta nail. The two distal locking screws were broken.

Fig. 2. 33 years old male patient sustained open segmental tibial shaft fracture. One distal locking screw was too long, so irritating the overlying skin.

고정에 소요되는 시간은 제 I 군에서 평균 11분, 제 II 군에서 평균 23분이었으며, 방사선 노출시간도 제 I 군에서는 평균 16초, 제 II 군에서는 평균 30초로 제 II 군에서 현저히 길었다. 총 수술시간은 제 I 군에서 평균 1시간 20분, 제 II 군에서 평균 1시간 30분이었다.

고 찰

1968년 Kuntscher에 의해 골수강내 금속고정술이 소개된 이후 여러 학자들에 의해 발전된 골수강내 교합정은 보편적인 골수강내 고정이 가지고 있던 elastic impingement와 3점 고정외에 금속정 상하에 맞물림 나사못을 삽입함으로써 회전 및 단축변형을 예방할 수 있을뿐 아니라 골절부위의 견고한 고정으로 조기 관절운동 및 체중부하를 시킴으로써 골

유합을 촉진시킬 수 있는 장점이 있어 경골 및 대퇴골의 골절 뿐 아니라 분쇄골절, 분절골절, 불유합, 부정유합에 이르기까지 널리 사용되고 있다.^{3,10)}

골수강내 교합정은 교합나사의 삽입 방법에 따라 일단에 교합나사 고정을 시행하는 역동적 고정(dynamic locking)과 양단을 모두 고정하는 정적 고정(static locking)으로 나뉘는데, 과거에는 역동적 고정이 더욱 골유합을 촉진시키므로 수술시 정적 고정을 한 경우에도 수술 후 대부분 한쪽 나사를 제거하는 역동화를 일상적으로 시행하였다. 그러나 Alho등은⁴⁾ 역동화 과정 이후 부정유합 및 골단축이 많음을 지적하였고, 정적 고정이 골절의 회전 및 단축을 예방할 수 있어 조기 관절운동 및 조기 체중부하가 가능하며 역동적 고정에 비해 골유합에 큰 차이가 없다고 보고하였다. 정적 고정으로도 골유합이 양호하게 된다는 요인으로서는 첫째, 폐쇄적 방법으로

수술할 수 있으므로 외가골의 형성에 의해 유합이 가능하고 둘째, 확공시의 입자들(reaming particle)이 이식골의 역할을 하며 셋째, 정적 고정은 완벽한 강성고정(rigid fixation)이 아니므로 골절부의 미세운동이 있어 골유합을 촉진시키고 넷째, 조기 재활운동이 가능하므로 이로 인해 분쇄 골편들에 부착된 연부조직 견인등의 자극이 골유합을 촉진시킨다는 점등이 알려져있다⁵⁾. 본 연구에서는 시술시에는 모든 환자를 정적 고정을 시행하였으며, 추시 방사선 촬영에서 골결손이 없으며 골유합의 소견의 소견이 뚜렷치 않은 경우에서만 선택적으로 6주 이후에 역동화를 시행하였고, 골결손이 있으며 골유합이 뚜렷치 않은 경우에는 골이식술 또는 더 큰 금속정삽입을 시행하였다.

현재 많은 학자들은 경골의 골수강내 교합정 삽입시 2개의 원위 맞물림 나사못 고정을 권장하고 있지만, 하나의 맞물림 나사못 고정과 비교하여 더 우수한 성적을 증명한 예는 없다^{3,12,14)}. Johnson등은⁶⁾ 2개의 원위 맞물림 나사를 사용한 Grosse-Kempf와 Klemm-Schellmann nail의 금속골절을 관찰한 결과 원위 나사못에서는 금속골절이 없었다. 또한 Phillip등의¹¹⁾ 연구에서 대퇴골의 골수강내 교합정의 생역학적 실험을 한 결과 하나의 원위 맞물림 나사를 삽입한 경우 염전강도(torsional stiffness)는 $0.030 \pm 0.02 \text{ N} \cdot \text{m/degree}$ 이었고, 금속골절까지의 축성부하(axial load to failure)는 $4893 \pm 1783 \text{ N}$ 이었으며, 두개의 원위 맞물림 나사를 삽입한 경우에는 염전강도가 $0.31 \pm 0.054 \text{ N} \cdot \text{m/degree}$ 이었고, 금속골절까지의 축성부하는 $4909 \pm 565 \text{ N}$ 으로 통계학적 유의한 차이는 없었다고 하였다. 골수강내 교합정은 견고한 고정력과 염전 및 축성부하에 강하여 경골골절시 유용하게 이용될 수 있는 방법이다. 최근 영상증폭기의 발달은 대부분의 경우에서 도수 정복을 용이하게 하며, 수술 시간의 단축등 많은 잇점을 가져왔으나, 술자의 방사선 피폭량 증가, 원위 교합성 나사 고정시 술기의 어려움, 교합성 나사못이 길게 박힌 경우 피부 자극 증상등의 문제점이 아직 남아있는 상태이다. 이에 Phillip등은¹¹⁾ 다음의 세가지 이유로 대퇴골의 골수강내 교합정 삽입술시 원위 교합성 나사를 꼭 두개를 삽입하여야 하는가에 의문을 제기하였다. 첫째, 생역학적 실험 결과에서 두개의 원위나사못 부위의

강도가 다른 금속정부위의 강도 보다 더 크다는 것이며, 둘째, 근위부 나사못 고정은 하나로도 충분한 고정력을 가지고 있으며, 셋째, Brooker-Willis정을 사용한 연구에서 2개의 원위 나사못을 사용한 경우와 하나의 원위 나사못을 사용한 예에서 임상적 차이가 없었다는 것이다. 또한 Wiss등도¹³⁾ 대퇴골 골절의 Grosse-Kempf nail을 이용한 연구에서 2개의 원위나사못 중 1개가 앞 또는 뒤로 빗나가 박힌 경우에도 골유합에 영향이 없었던 것을 관찰하고 1개의 원위 나사못 으로도 충분한 고정력을 가지고 있다고 주장하였다. 경골골절을 연구한 본 논문의 결과에서도 제 I군과 제 II군간에 골유합 기간은 3.5개월로 같았으며, 지연 유합으로 인해 골이식술이나 역동화를 시행한 경우도 제 I군에서 근위경골이나 중간경골에서 2례, 원위경골이나 분절골절에서 5례이었고, 제 II군에서는 근위경골이나 중간경골에서 4례, 원위경골이나 분절골절에서 4례로 오히려 제 II군에서 더 많았으며, 금속골절도 제 I군에서는 원위경골에서만 2례, 제 II군에서는 중간경골에서 1례, 원위경골에서 1례(2개)로 원위경골을 제외한 경골골절에서 양군의 임상적 차이는 없었다. 수술 시간 및 출혈량등은 차이를 보이지 않았다. 반면에 원위 교합성 나사못 고정시 방사선 피폭량은 제 II군에서 30초로 제 I군의 16초보다 현저히 길었으며, 원위 나사못이 길게 박혀 피부 자극 증세가 있는 경우도 제 II군에서 현저히 많았다. 이러한 결과들은 두개의 원위 교합성 나사못 고정이 하나의 원위 교합성 나사못 고정에 비해 임상적으로 더 나은 결과를 가져오지 못하였으며, 하나의 원위 나사못으로도 충분한 고정력을 가질 수 있다는 것을 증명하고 있다. 그러나 경골의 원위부는 골수강내 교합정을 삽입하기에는 고정 나사못이 골절부와 가까운 관계로, 기술적인 어려움이 따르고 고정하더라도 골절부 고정의 견고성이 감소될 수 있으며, 또한 조기에 체중부하를 하면 금속파손 등의 합병증이 생길 수 있고, 시상면의 고정이 불충분하여 각형성이 잘 발생하므로 일부학자들은 경골의 원위부에 골수강내 교합정을 삽입하는 것을 반대하기도 한다²⁾. 본 연구에서는 Henley등의⁷⁾ 연구에 따라 술관절 하 6cm에서부터 족관절 상 5cm까지의 경골골절에 골수강내 교합정을 삽입하였으며, 결과에서 보듯이 교합성 나사를 1개만 삽입한 제 I군에서 각형성 및 피절골

분쇄의 80%가 원위경골 또는 분절골절에서 발생하였으며, 제 1군의 금속골절은 모두 원위경골 골절에서 발생하였다. Buchholz등은⁹⁾ 골절의 부위가 원위부이며, 분쇄 정도가 심한 경우에 있어서는 굵은 금속정을 삽입하고, 두개의 원위 나사못을 삽입하며 체중부하를 늦게 시킬것을 권유하였는데, 이는 타당한 것으로 생각되며, 이는 하나의 원위 교합성 나사못 만으로는 시상면의 견고한 고정이 어렵기 때문으로, 이런 경우에는 두개의 원위 교합성 나사를 삽입하여야 할 것이다.

결 론

경골 골절시 사용할 수 있는 골수강내 교합정 삽입술은 임상적 연구를 통해 골절부가 근위부나 중간 경골인 경우에는 하나의 원위 맞물림 나사못으로도 충분한 고정력을 가지고 있으며, 두개의 원위 맞물림 나사못을 사용한것과 임상적 차이가 없다. 그러므로 원위 교합성 나사를 하나만 삽입하므로써 방사선 피폭량 감소, 수술 시간 단축, 피부 자극 증상 감소, 경비 절감등의 잇점이 있을 수 있다. 그러나 골절 부위가 원위부이며 분쇄 정도가 심한 경우에는 시상면 각 형성의 예방 및 견고한 고정을 위해 두개의 원위 맞물림 나사못 고정이 필요하겠다.

REFERENCES

- 권철수, 안종국, 김웅욱, 김진혁, 김진구 : 골수강내 교합정을 이용한 경골 골절의 치료. *대한정형외과학회지*, 29:111-117, 1994.
- 서광윤, 권철수, 김웅욱, 김진혁, 신동룡 : 대퇴골 및 경골 골절에서 골수강내 금속정을 이용한 치료에 관한 임상적 연구. *대한정형외과학회지*, 27:678-685, 1992.
- 한홍준, 전경열, 김삼수 : 골수강내 금속정 및 나사못 맞물림법 시행후 발생한 문제점에 관한 분석. *대한정형외과학회지*, 25:377-387, 1990.
- Alho A, Ekeland A, Folleras G and Thorenson BO : Locked intramedullary nailing for displaced tibial shaft fractures. *J. Bone and Joint Surg.*, 72-B:805-809, 1990.
- Brumback JR, Handal JA, Poka A, Burgess AR and Feddis G : Radiographic analysis of the Brooker-Willis interlocking nail in the treatment of comminuted femoral fractures. *J. Orthop. Trauma*, 1:120-129, 1987.
- Bucholz RW, Ross SE and Lawrence KL : Fatigue fracture of the interlocking nail in the treatment of fractures of the distal part of the femoral shaft. *J. Bone and Joint Surg.*, 69-A:1391-1399, 1987.
- Henley MB : Intramedullary device for tibial fracture stabilization. *Clin. Orthop.*, 240:87-96, 1989.
- Johnson KD, Tencer AF, Blumenthal S, August A and Johnson DW : Biomechanical performance of locked intramedullary nail systems in comminuted femoral shaft fractures. *Clin. Orthop.*, 206:151-161, 1986.
- Klemm KW and Borner M : Interlocking nailing of complex fracture of the femur and tibia. *Clin. Orthop.*, 212:89-100, 1986.
- Kuntscher G : Die Marknagelung des Trummerbruches Langenbechs Archir. *Klin. Chir.*, 322-1063, 1968.
- Phillip DH, Bicknell HR, William EB, James AA and Subrata S : The use of one compared with two distal screws in the treatment of femoral shaft fractures with interlocking intramedullary nailing. *J. Bone and Joint Surg.*, 75-A : 519-525, 1994.
- White GM, Healy WL, Brumback RJ, Burgess AR and Brooker AF : The treatment of fractures of the femoral shaft with the Brooker-Willis distal locking intramedullary nail. *J. Bone and Joint Surg.*, 68-A:865-876, 1986.
- Winkquist RA, Hansen ST and Clawson DK : Closed intramedullary nailing of femoral fractures-A report of five hundred and twenty cases. *J. Bone and Joint Surg.*, 66-A:529-539, 1984.
- Wiss DA, Brien WW and Stenson WB : Interlocked nailing for treatment of segmental fractures of the femur. *J. Bone and Joint Surg.*, 72-A:724-728, 1990.
- Zuckerman JD, Veith RG, Johnson KD, Bach AW, Hansen ST and Solvic S : Treatment of unstable femoral shaft fractures with closed interlocking intramedullary nailing. *J. Orthop. Trauma*, 1:209-218, 1987.