

신연 외고정 및 지속적 반수동 운동을 이용한 경골 원위부 필론 골절의 치료

인제대학교 의과대학 상계백병원 정형외과

배서영 · 정형진 · 신용운 · 박재구

Continuous Half Passive Motion under Distracted External Fixation for the Treatment of Distal Tibial Pilon Fractures

Su-Young Bae, M.D., Hyung-Jin Chung, M.D., Yong-Woon Shin, M.D., Jae-Gu Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University College of Medicine, Sanggye Paik Hospital, Seoul, Korea

=Abstract=

Purpose: Pilon fracture has several serious complications such as joint stiffness, arthrosis and delayed angular deformity. We report short-term results of new treatment modality using distracted dynamic external fixators and early controlled ankle motion.

Materials and Methods: Eight cases of severe pilon fractures for which we tried small plate fixation and additional distracted dynamic external fixators from July 2007 to June 2009 were included. Half passive continuous ankle joint motion was allowed under free hinged ring fixators after the operation. The external fixators were removed after two or three months from the surgery. We investigated joint space by radiograph, joint pain, range of motion, patient's satisfaction of treatment protocol.

Results: Joints were distracted when external fixators were applied and mean 28% of space loss developed after removal of external fixators. In most of cases, satisfactory alignments were maintained. Regarding range of joint motion, mean dorsiflexion angle was 15 degrees and mean plantarflexion angle was 32 degree in the condition of wearing external fixators. There was mean 8% reduction of range of motion but no further progression of ankle stiffness after removal of external fixators. Dorsiflexion was not improved after that, but plantarflexion angle was improved 10% even after removal of external fixators. Patients were generally in compliance with the treatment protocols with high level of satisfaction.

Conclusion: We got good results with distracted dynamic external fixators and early continuous half-passive joint motion for pilon fractures in terms of joint pain and range of motion. Therefore we suggest this new protocol as an alternative modality for severe pilon fractures.

Key Words: Pilon fracture, Distracted dynamic external fixater, Continues half passive motion

Received October 18, 2010 Accepted November 18, 2010

• Su-Young Bae, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University College of Medicine, Sanggye Paik Hospital, 761-1 Sanggye 7-dong, Nowon-gu, Seoul 139-707, Korea

Tel: +82-2-950-1399, 1032 Fax: +82-2-950-1398

E-mail: sybae99@gmail.com

* 본 논문의 요지는 2009년도 대한족부족관절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

* 본 논문은 2009년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임.

서 론

원위 경골의 필론 골절은 족관절을 형성하고 있는 경골의 골간단부와 원위 관절면을 침범하는 관절내 골절로서 개방성 분쇄골절이 되기 쉽고 광범위한 연부 조직 손상, 관절면의 부정유합이나 각변형, 지연유합, 창상 합병증, 관절 운동 범위의 감소, 외상 후 관절염 등 치료에 어려움이 존재하며 외상 후 관절증 여부는 치료의 최종 결과를 좌우한

다.¹⁾ 이 골절의 치료 목표는 관절면의 정확한 해부학적 정복과 원위 경골 정렬의 회복, 정상 골유합을 얻고 족관절 운동의 회복을 동시에 얻는 데 있다. 원위 경골의 분쇄가 심한 필론 골절에서 외상 후 관절증은 약 55.6%까지 보고되었고 일단 발생하면 진행성 질환이기 때문에 수상 후 초기 관절증의 존재 여부와 그 정도가 중요한 예후인자라고 할 수 있고 이를 방지하기 위한 보다 적극적인 노력이 필요하다.²⁾

족관절 관절염의 치료 중 하나로 외고정 장치를 이용한 신연 관절 성형술이 소개되어 좋은 결과가 보고되기도 하였으나 외고정 장치의 사용에 따른 단점이 있어 널리 사용되지 못하였다. 하지만 경골 원위부의 심한 분쇄를 가진 필론 골절의 치료에 있어서는 충분한 고정과 관절의 신연을 위해 이미 외고정 장치를 병합하여 고정해 왔다.³⁾ 이에 착안하여 본 연구자들은 골절 치료와 동시에 외상 후 관절증 예방에 도움을 얻고자 신연 동적 외고정을 내고정에 추가하여 장착하고 조기에 관절의 신연 상태에서 수동 관절 운동 및 고무줄을 이용한 지속적 반수동 관절운동을 시키는 방법을 시도하고 이것이 관절 운동 범위의 회복, 일상 생활로의 조기 복귀, 조기에 관절 간격이 줄어드는 것을 예방하는데 도움이 될 수 있는지 초기 치료 결과에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2007년 9월부터 2009년 8월까지 2년간 단일 저자(제1저자)에 의해 경골 원위 관절면 분쇄골절로 수술적 치료를 받은 8예를 대상으로 하였으며 추시기간은 평균 25.6(범위: 14~36)개월이었다. 8예 중 남자가 6예, 여자가 2예였다. 수상 시 연령은 28세부터 52세 사이였으며 평균 44.8세로 활동적인 연령층이었다. 손상 기전은 추락사고가 5예, 교통사고가 1예로 고에너지 손상이 많은 비율을 차지하였고 폐쇄성 골절이 6예, 개방성 골절이 2예였다. 6예에서 척추 손상, 흉부 손상이, 골반 손상이 등의 동반 손상이 있었다. 골절의 분류는 관절면의 전위 정도 및 골 간단부의 분쇄 정도에 따라 분류한 Ruedi-Allgower에 의한 분류⁴⁾ 방법에 따라 분류하였는데 8예 중 제 I 형은 없었으며, 제 II 형이 2예 그리고 제 III 형이 6예였다. 6예에서 수상 당일 수술하였고 2예에서는 환자의 전신 상태로 수상 후 각각 2일, 3일에 수술을 시행하였다.

2. 수술 및 수술 후 관절 운동 방법

수술은 원위 비골 골절이 있는 경우 비골 골절부를 중심으로 외측 도달법을 이용하여 비골의 후면에 평행하게 피부에 종절개를 가하고 연부조직을 박리하여 골절 부위를 노출한 후 검지를 이용하여 골절을 정복, 유지한 채 3.5 mm 반원형 금속판과 나사를 이용하여 내고정을 시행하여 비골의 길이를 회복 및 유지하였다.

분쇄된 경골 원위부 관절면과 간단부에 대한 고정을 위해 나사못 또는 원위 요골 고정용 T자 금속판 등의 작은 금속판을 이용한 제한적 고정을 시행한 후 영상 증폭기를 이용해 측면에서 거골 체부의 중앙에 경첩의 중앙부가 위치하도록 원형 외고정 장치(ring external fixator, Fig. 1)를 장착하고 앞뒤로 연결 막대를 추가하여 창상 안정 시까지 1~2주간 고정하였다.

창상의 부종이 완화된 후 전후면의 연결 막대를 제거하고 수동 관절 운동을 시작하였는데 외고정 장치 전방 중앙에 고무줄로 단단히 연결하여 족저 굴곡은 환자의 힘으로 능동적으로 시행하고 족배 굴곡은 고무줄의 힘으로 수동적으로 이루어지도록 지속적으로 시행하도록 하였으며 이 반수동 관절 운동을 술 후 2~3개월까지 시행하였다(Fig. 2). 이후 외고정 장치를 제거하고 바로 자유 경첩 슬개건 체중 부하 보조기를 착용시켜 보행 훈련 후 일상 생활로 복귀하도록 하였다.

3. 치료 결과의 평가

치료 결과 평가를 위하여 외고정 상태와 외고정 제거 후 및 추시 시의 족관절 운동 범위, 방사선 사진상 관절 간격



Figure 1. External feature of free hinged ring external fixator under passive motion.

을 측정하고 관절의 정렬 상태를 전후면 및 측면에서 측정하였으며 관절 통증의 정도를 0부터 10까지의 숫자로 표시한 visual analogue scale (VAS)로 기록하였고 미국족부족관절학회의 족관절 임상적 평가 척도인 AOFAS 족관절 후족부 점수를 최종 추시 시에 평가하여 기록하였다. 보행의 주관적 만족도와 치료 과정에 대한 환자의 주관적 만족도를 1점에서 최고 5점까지 5단계로 조사하였고 합병증 유무를 조사하였다.

결 과

1. 관절 운동 각도

평균 관절 운동 각도는 외고정 장치 착용 하에서 족배 굴곡 20도, 족저 굴곡 35도였으며 외고정 장치 제거 후에는 각각 17도, 33.5도로 외고정 장치 제거 후에 평균 8도의 관절 운동 범위 감소를 보였는데 이 중 족배 굴곡각의 감소가 약 5도로 주로 족배 굴곡각의 감소였다. 추시 시의 족배 굴곡각은 17도로 호전은 없었으나 족저 굴곡각은 38도로 외고정 장치의 제거 후에도 약 10% 호전되었다.

2. 관절 간격 및 관절 정렬

외고정 장치 장착 시 관절 간격은 신연되어 평균 5.57(범위: 5.0~6.6) mm였고, 외고정 제거 후에는 평균 3.99(범위: 3.4~4.5) mm로 28.4%의 관절 간격 감소를 보였다. 이후 전 체중 부하 보행 상태인 최종 추시 시 관절 간격은 3.58(범위: 3.1~4.1) mm로 10.3%의 추가 감소가 있었다. 관절 정렬 상태의 측정에서는 술 후 2개월 만에 보조 장치 없이 1일 3시간의 자유 보행을 시행한 1예에서는 6도의 지연성 내반 변형이 발생하였으나 다른 7예에서는 2도 이내의 만족스러운 정렬을 유지하였다.

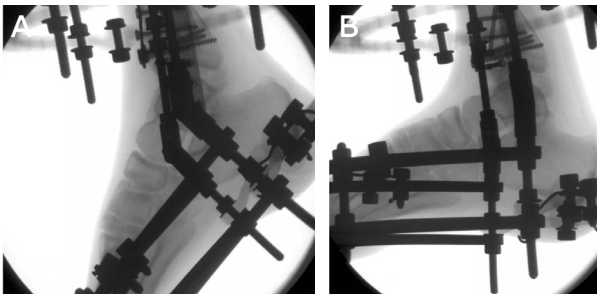


Figure 2. Continuous half passive motion of ankle through active plantarflexion (A), passive dorsiflexion by anterior elastic string (B).

3. 관절 통증 정도 및 임상 결과

관절 통증은 외고정 상태에서는 거의 없었고 외고정 제거 후 일시적으로 증가했다가 점차 호전되는 양상을 보였다(Table 1). 또한 최종 추시 시의 AOFAS 점수는 평균 94.3(범위: 88~100)점이었다.

4. 환자 만족도

환자는 보행 상태에 대하여 5점 중 평균 4.8점으로 만족하였으며, 초기 관절 운동에 스스로 참여할 수 있다는 점을 포함하여 치료 방법에 대해서도 순응적이고 매우 만족하였다. 또한 핀 주위 감염이나 연부 조직 합병증은 없었다.

고 찰

경골 원위부 필론 골절은 경골 원위 관절면이 거골의 상부 관절면에 대한 직접적인 축성 압박에 의해 다양한 정도의 골간단과 관절면에 분쇄골절과 골결합이 발생하고 족관절 주위 연부조직에 광범위한 손상을 동반한다. 그 결과 이차적으로 심한 연부조직의 손상과 부종, 개방성 외상, 혈행장애 등이 합병되어 치료에 많은 어려움이 따르는 골절이다.⁵⁻⁷⁾ 또한 대부분의 경골 원위부 필론 골절은 교통사고, 추락, 실족, 스키 손상 및 교통사고 등으로 비교적 고에너지 손상에 해당하는데 본 연구에서 역시 관절면의 분쇄 또는 골간단의 심한 분쇄를 동반한 고에너지 수상이었고 추락이 62.5%로 가장 흔한 손상 기전이었다.^{5,8-11)} 또한 본 연구의 대상은 골간단의 분쇄가 심하나 관절면 분쇄가 적은 제 II형과 관절면의 심한 전위와 분쇄가 동반된 제 III형에 해당하는 심한 손상으로 내고정만으로 고정이 어렵거나 내고정 후 초기 관절 가동을 허용할 수 없는 골절들이었다.

Table 1. Pain by Visual Analogue Scale (VAS)

| | mean VAS | |
|--------------------------------|-----------|---------|
| | on motion | at rest |
| Under ExFix* | 0.7 | 0.2 |
| After removal of ExFix | 1.5 | 1.0 |
| 1 month after removal of ExFix | 0.5 | 0.2 |
| At last follow up | 0.5 | 0.2 |

*ExFix, External Fixator.

이 골절에 있어 보편적으로 받아들여지는 치료 원칙은 관절면의 정확한 해부학적 정복 및 손상 관절면에서의 조기 관절 운동이며¹³⁾ 외고정 장치의 사용이 보편화되기 전에는 비골의 길이 유지, 경골 원위 관절면의 재건, 골간단부 소실에 대한 해면골 이식, 원위 경골의 내측부 금속판 고정이라는 수술 원칙을 통해 70~80%의 높은 치료 성공률을 보고되었다.^{4,7,12)} 하지만 다른 연구자들은 이러한 원칙은 일괄적으로 적용되기는 어려워 분쇄가 심한 골절에서는 관절적 정복술 및 내고정술만으로는 결과가 만족스럽지 못하다고 보고하면서 수술부위 감염이나 피부 괴사 등 높은 합병증을 경고하였다.^{2,14)} 이러한 기존 원칙의 단점을 보완하고자 외고정 장치가 함께 사용되곤 했는데 그 장점으로 광범위한 절개로 인한 연부 조직의 박리를 최소화하고, 간접적 정복을 가능하게 하며, 부피가 큰 금속판의 사용을 줄여 피부 괴사와 감염을 감소시키는 등의 장점을 보고하였다.^{6,15)} 본 연구에서도 관절면이 적절히 정복되었다고 판단되면 유관 나사못을 이용하여 관절면을 유지하고, 광범위 절개와 두껍고 튼튼한 금속판을 이용하는 대신 고정력이 약하더라도 가급적 작은 금속판을 이용하여 골간단과 분쇄 관절면을 연결하여 고정하였고 연부 조직의 합병증은 발생하지 않았다. 또한 외고정 핀 주위의 감염 발생을 방지하기 위해 외고정 장치의 근위 삽입 핀의 위치는 경골 고정 금속판에서 최소 5 cm 이상 근위에 위치하여 심한 부종이 있는 위치를 피하고자 하였으며 유의할 만한 핀 주위 감염은 발생하지 않았다. 또한 조기 관절 움직임으로 인한 삽입 핀에 부하가 집중되어 파손이 우려되기도 하나 본 연구에서는 핀의 파손 등은 관찰되지 않았다. 그 이유로는 아마도 철저한 비체중 부하 상태에서 과한 외력 없이 반수동 운동을 시행했기 때문이라고 판단된다.

Karas와 Weiner⁶⁾는 전위된 필론 골절에서 조심스러운 연부 조직 처리, 골면의 제한적 박리, 외고정 장치를 병합하여 견고하게 고정하고, 체중 부하는 지연하되 조기에 족관절 운동을 시키는 것이 좋은 결과를 가져온다고 보고하였고 그 외에도 많은 저자들이 조기 관절 가동의 중요성을 강조하였다.^{10,16)} 한편, 관절의 신연과 지속적 관절의 가동은 이미 발생한 족관절의 관절염의 치료 방법 중 하나로 이미 사용되어 왔고 일부에선 좋은 결과를 발표했었지만 외고정 장치를 장착하고 관리하여야 한다는 부담으로 인해 보편적으로 널리 사용되지는 못하였다.¹⁵⁻¹⁹⁾ 본 저자들은 외상으로 인해 관절에 체중 부하를 제한하여야 하고 골절 치료를 위해 외고정 장치의 장착이 추천될 만한 환자에게서 족관절 관절염의 치료에 사용하는 경첩 외고정 장치를 이용하여 관절의 조기 가동을 유도하여 골절 합병증을 최소화

화할 뿐 아니라, 필론 골절의 예후를 좌우하는 외상후 관절증의 가능성을 줄이거나 조기 관절증의 치료 효과를 함께 얻기 위해 이 치료 방법을 시도하였다(Fig. 3). 외상 후 관절증의 판정은 적어도 골절 치료 후 2~10년 이상의 추시를 요하므로 이 방법이 외상후 관절증을 효과적으로 예방하는데 얼마나 기여했는지 평가하기에는 대상군이 작고 추시 기간이 다소 부족한 단점이 있으나 단기 추시 결과로서는 매우 양호한 결과를 얻었다. 이미 다른 저자들도 외고정 장치를 이용한 필론 골절의 치료 또는 경첩 외고정 장치를 이용한 관절 가동으로 양호한 결과를 보고한 바 있다.¹⁹⁻²³⁾ 다만 기존의 보고들이 관절의 신연으로 골절의 봉괴를 막고 관절 가동이 가능하게 하는 데 목적을 둔 반면 본 연구는 이에 더불어 지속적인 관절 운동으로 외상 후 관절증의 발생을 억제하는 목적으로 외고정 장치를 이용한 점이 다르다고 할 수 있다.

따라서 본 치료 방법은 경골 관절면을 정복하고 골간단과 관절면 골편을 연결하는 최소한의 내고정을 시행하여 연부 조직의 손상을 최소한으로 하고, 외고정 장치의 경첩이 거골 체부 중앙에 위치하도록 해서 족관절의 족배 굴곡과 족저 굴곡을 허용하며, 이때 보다 효과적인 관절 가동을 위하여 관절을 신연시키고 능동적 운동과 수동적 운동을 병합하여 지속적인 관절 운동을 유도하여 관절 연골의 영양 공급을 원활히 하고 관절 강직을 예방하며 나아가 발생 가능한 조기 관절증 치료의 다중적 효과를 기대할 수 있는 좋은 방법 중 하나라고 생각된다.

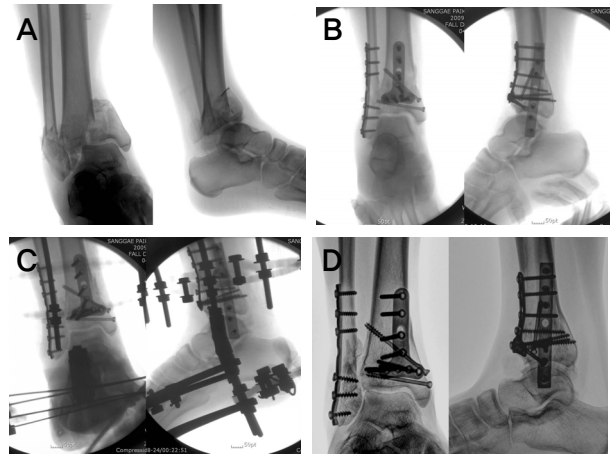


Figure 3. The 28-year-old female had fall down and sustained a Ruedi-Allgower type III pilon fracture of right ankle (A). The patient underwent limited open reduction and internal fixation with plate and screws (B), and distracted dynamic external fixation with hinged Ilizarov external fixator (C). Closeup photograph of external fixation pin clusters. (D) Standing radiographs at the last follow-up show complete bony union and no complication was developed.

결 론

원위부 필론 골절의 치료 방법 하나로서 신연 동적 외고정 장치를 이용한 조기 수동 관절 운동과 고무줄을 이용한 지속적 반수동 관절 운동을 이용하여 관절 운동 범위를 확보하고 조기 관절 간격 협소를 막을 수 있으리라 생각된다. 다만 실제로 외상 후 관절증을 방지하는 데 이 치료 방법이 유효한지에 대해서는 장기적 추시가 더 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. **McFerran MA, Smith SW, Boulas HJ, Schwartz HS.** *Complications encountered in the treatment of Pilon fractures. J Trauma.* 1992;6:195-200.
2. **Teeny SM, Wiss DA.** *Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. Clin Orthop Relat Res.* 1993;292:108-17.
3. **Blauth M, Bastian L, Krettek C, Knop C, Evans S.** *Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fracture: a study of three techniques. J Orthop Trauma.* 2001;15:153-60.
4. **Ruedi TP, Allgower M.** *The operative treatment of intraarticular fractures of the lower end of the tibia. Clin Orthop Relat Res.* 1979;138:105-10.
5. **Kang CS, Pyun YS, Sohn SW, et al.** *A clinical study of the surgical treatment of pilon fracture. J Korean Orthop Assoc.* 1993;28:276-90.
6. **Karas EH, Weiner LS.** *Displaced pilon fractures. An update. Orthop Clin North Am.* 1994;25:651-63.
7. **Mast JW, Spiegel PG, Pappas JN.** *Fractures of the tibial pilon. Clin Orthop Relat Res.* 1988;230:68-82.
8. **Boume RB, Rorabeck CH, Macnab J.** *Intraarticular fractures of the distal tibia: the pilon fracture. J Trauma.* 1983;23:591-6.
9. **Kellam JF, Waddell JP.** *Fractures of the distal tibial metaphysis with intra-articular extension: the distal tibial explosion fracture. J Trauma.* 1979;19:593-601.
10. **Kim HS, Jahng JS, Kim SS, Chun CH, Han HJ, Lee SH.** *Treatment of tibial pilon fractures using ring fixators and arthroscopy. J Korean Orthop Assoc.* 1995;30:1538-45.
11. **Ovadia DN, Beals RK.** *Fractures of the tibial plafond. J Bone Joint Surg Am.* 1986;68:543-51.
12. **Murlet ME, Allgower M, Schneider R, Willenegger H.** *Manual of internal fixation technique recommended by the AO group. 2nd Ed. New York: Springer-Verlag; 1979. 278-81.*
13. **Pugh KJ, Wolinsky PR, Mc Andrews MP, Johnson KD.** *Tibial plafond. A comparison of treatment methods. J Trauma.* 1999;47:937-41.
14. **Bone L, Stegemann P, McNamara K, Seibel R.** *External fixation of severely comminuted and open tibial pilon fracture. Clin Orthop Relat Res.* 1993;292:101-7.
15. **Salter RB, Simmonds DF, Malcolm BW, Rumble EJ, MacMichael D, Clements ND.** *The biologic effect of continuous passive motion on the healing of full thickness defects in articular cartilage. An experimental investigation in the rabbit. J Bone Joint Surg Am.* 1980;62:1232-51.
16. **Morse KR, Flemister AS, Baumhauer JF, DiGiovanni BF.** *Distraction arthroplasty. Foot Ankle Clin.* 2007;12:29-39.
17. **Paley D, Lamm BM, Purohit RM, Specht SC.** *Distraction arthroplasty of the ankle-how far can you stretch the indications? Foot Ankle Clin.* 2008;13:471-84.
18. **Tellisi N, Fragomen AT, Kleinman D, O'Malley MJ, Rozbruch SR.** *Joint preservation of the osteoarthritic ankle using distraction arthroplasty. Foot Ankle Int.* 2009;30:318-25.
19. **Bottlang M, Marsh JL, Brown TD.** *Articulated external fixation of the ankle: minimizing motion resistance by accurate axis alignment. J Biomech.* 1999;32:63-70.
20. **DiChristina D, Riemer BL, Butterfield SL, Burke CJ.** *Pilon fracture treated with an articulated external fixator. A preliminary report. Orthopaedics.* 1996;19:1019-24.
21. **Fitzpatrick DC, Marsh JL, Brown TD.** *Articulated external fixation of pilon fractures: the effects on ankle joint fragment kinematics. J Orthop Trauma.* 1995;9:76-82.
22. **Marsh JL, Bonar S, Nepola JV, Decoster TA, Hurvitz SR.** *Use of an articulated external fixator for fractures of the tibial plafond. J Bone Joint Surg Am.* 1995;77:1498-509.
23. **Mitkovic MB, Bumbasirevic MZ, Lesic A, Golubovic Z.** *Dynamic external fixation of comminuted intra-articular fractures of the distal tibia (type C pilon fractures). Acta Orthop Belg.* 2002;68:508-14.