

경골 간부를 침범한 Pilon 골절에서 2단계 MIPO 수기를 이용한 치료

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 정형외과학교실

신헌규·최재열·이지원

Treatment of The Pilon Fracture involving Tibial Shaft using Two Staged MIPO Technique

Hun Kyu Shin, M.D., Jae Yeol Choi, M.D., Ji Won Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University College of Medicine, Seoul, Korea

=Abstract=

Purpose: To evaluate surgical treatment using two-staged MIPO technique in tibial pilon fractures involving tibial shaft.

Materials and Methods: Twelve patients, who underwent two-staged MIPO technique for pilon fractures involving tibial shaft between January 2003 and May 2005, were followed for more than one year. Radiographs were graded by the criteria of Anglen and ankle functions were graded by the criteria of Mast and Teipner. Ankle function, union time and postoperative complications were also analysed.

Results: Clinically there were eight (67%) good results, three (25%) fair results and one (8%) poor result. At the last follow-up, the radiographic results showed seven (58%) excellent results, three (25%) good results, and two (17%) fair results. During the follow up, There was one case of nonunion

Conclusion: Two-staged MIPO technique is one of the good methods for the treatment of pilon fractures involving tibial shaft.

Key Words: Tibia, Pilon fracture, Two-staged MIPO technique

서 론

Pilon 골절은 1911년 Destot¹⁾에 의해 처음 소개된 이후로 많은 학자들에 의해 정의되어져 왔다. Pilon 골절은 경골

하단부의 골절로서 체중이 부하되는 관절면과 그 위에 놓여 있는 골간단부를 침범한다. 골절의 빈도는 전체 하지 골절의 1% 미만이며 모든 경골 골절의 3-10%로 비교적 드물게 발생하나 골절의 양상이 복잡하고 주위의 연부조직이 빈약하여 골절 치료의 결과가 만족스럽지 못하고 연부 조직 손상이 더 문제가 되는 경우가 많다^{5,14,16)}.

Pilon 골절의 치료 방법은 1960년대 후반 Ruedi와 All-g wer가 조기 관혈적 정복과 견고한 내고정술, 비골의 정상적인 길이 보존, 경골 골간단 결손 부위의 해면골 이식과 지지 금속판에 의한 경골의 안정화로 조기 관절 운동과 체중 부하의 지연으로 좋은 결과를 보고한 후 다양한 수술적 치료

•Address for correspondence

Hun Kyu Shin, M.D.

108, Pyung-dong, Jongro-gu, Seoul 100-634, Korea, Department of Orthopaedic Surgery, Kangbuk Samsung Hospital
Tel: +82-2-2001-2168 Fax: +82-2-2001-2176

E-mail: coolhkshin@skku.edu

* 본 논문의 요지는 2006년도 대한골절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

Table 1. Data of Twelve Patients Underwent Two Staged MIPO Technique

Sex/Age	Cause	R-A class	Closed / open	Tschene class [†]	G-A class	Time Interval (day) [‡]	Last follow up (months)	Radiologic results	Fuctional results	Complication
28/M	TA [¶]	II	Closed	II		27	17	Excellent	Fair	
52/M	Fall	III	Closed	II		42	12	Good	Good	
31/M	TA	II	Open		IIIA	38	19	Excellent	Good	
47/M	TA	I	Closed			29	16	Excellent	Good	
48/M	TA	II	Closed	II		34	14	Excellent	Good	
50/M	Fall	III	Closed	III		30	18	Excellent	Good	Nonunion
28/M	TA	III	Open	II	IIIA	39	19	Fair	Poor	Skin irritation
45/M	TA	III	Closed			41	15	Excellent	Fair	
49/M	Fall	I	Closed			30	18	Excellent	Good	
57/F	TA	III	Closed	II		33	13	Good	Fair	
27/F	Sports injury	II	Open	III	IIIB	29	16	Fair	Poor	
36/F	TA	III	Open	III	II	36	27	Good	Good	

^{*}, Ruedi-Allg wer classification; [†], Tschene classification; [‡], duration from first stage operation to second stage operation; [§], Radiologic assessment by Anglen; ^{||}, Fuctional criteria by Mast & Teipner; [¶], Traffic accident.

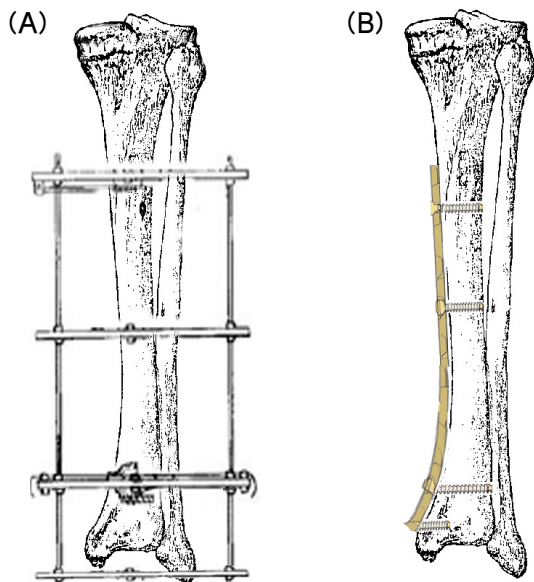


Figure 1. (A) This figure shows 1st stage external fixation with Ilizarov. (B) This figure shows 2nd stage MIPO technique.

방법이 보고되고 있으나 다양한 합병증의 발생이 문제로 남아있다^{17,18)}. 특히 고에너지 손상에 의한 골절에서 경골 간부 골절이 동반되어 연부조직 손상이 심할 때에 관혈적 정복 및 내고정시 합병증의 발생률이 높고 이차 수술의 빈도가 높아 불만족스러운 결과를 보이며 외고정 기기를 이용하여 장기간 고정할 때에도 역시 감염, 부정 정렬, 불유합, 지연 유합, 외상 후 관절염 및 만성 동통, 관절운동 장애 등의 합병증 발생률이 높다.

본 저자들은 pilon 골절의 수술적 치료시 발생하는 합병증을 최소화하기 위한 방법으로 경골 간부를 침범한 pilon 골절을 1단계로 외고정 기기 및 최소한의 관혈적 정복술을 시행한 후 2단계로 고정용 잠김 압박 금속판(locking compression plate)을 이용한 MIPO (Minimally invasive plate osteosynthesis) 수기를 시행하여 좋은 결과를 얻었기에 결과를 분석 및 추시하여 보고하고자 한다.

연구대상 및 방법

연구대상 및 방법

2003년 1월부터 2005년 5월까지 경골 간부를 침범한 pilon 골절 중 2단계 MIPO 수기를 시행하여 치료한 12명의 환자를 연구 대상으로 하였다(Table 1). 남자는 9명이었고, 여자는 3명이었다. 폐쇄성 골절이 8예, 개방성 골절이 4예였고 수술시 평균 연령은 41.5 (범위, 22-57)세였다. 수상 원인은 교통사고가 7예(58%), 추락사고가 4예(34%), 스포츠 손상이 1예(8%)이었고 수술은 수상 후 가능한 한 24시간 이내에 수술을 하였고 1단계 수술 후 약 4주 후에 어느 정도 골절의 안정성을 얻은 후 수술실에서 외고정 기기를 제거하고 2단계 MIPO 수기를 이용한 수술을 시행하였다(Fig. 1). 추시 기간은 평균 17개월(범위, 12-31개월)이었다. 골절의 분류로는 Ruedi와 Allg wer 분류¹⁷⁾에 따라 제1형은 최소한의 전위를 보이는 분열형 골절, 제2형은 분쇄를 동반하지 않는 관절면을 침범한 상당한 전위를 보이는 골절, 제3

Table 2. Functional Criteria (by Mast & Teipner)

Good	No pain No swelling No loss of motion compared to opposite side
Fair	Occasional mild pain not requiring medication Occasional swelling Combined loss of motion <15° in extension & flexion
Poor	Pain requiring medication Swelling Loss of motion

Table 3. Radiologic Evaluation (by Anglen)

Excellent	No gap or step-off in the articular surface A symmetrical mortise Normal alignment of the joint to the shaft
Good	Less than two millimeters of gap or step-off Less than one millimeter of mortise asymmetry Normal alignment
Fair	Two to four millimeters of gap or step-off One to two millimeters of asymmetry Up to 10 degrees of deformity in alignment
Poor	More than four millimeters of gap or step-off More than two millimeters of asymmetry More than 10 degrees of angular deformity

형은 심한 분쇄상 및 관절면의 함몰을 보이는 골절로 정의하였으며, 제 I형이 2예(33%), 제 II형이 4예(27%), 제 III형이 6예(50%)였다. 폐쇄성 골절에서 연부 조직 손상 정도는 Tschene 분류¹⁵⁾를 이용하였고 폐쇄성 골절 8예 중, grade 2가 5예, grade 3이 3예였다.

임상적 결과는 Mast와 Teipner의 기능적 평가 방법

(Table 2)을 이용하였고, 방사선학적 결과는 Anglen의 방법으로 방사선학적 정복 정도를 평가하여 족근관절의 기능을 평가하였으며 합병증을 분석하였다.

수술방법 및 수술 후 재활치료

1단계 수술은 수상 후 가능한 한 조기에 수술을 시행하였으며 외고정 기기 및 최소한의 관혈적 정복술을 시행하였다. 경골 골절의 외고정을 위해 종골에 K-강선을 삽입하고 견인한 후 골절 상부의 경골 간부와 종골에 강선을 삽입하고 환상형 외고정 기기(Illizarov)를 장착한 후 인대 정복술(ligamentotaxis) 기법을 이용하여 경골의 길이를 회복 및 유지하였고 이때 관절면의 완전한 정복을 하기 위하여 필요한 경우 골절의 전방부에 최소한의 절개를 가한 후 K-강선이나 나사못을 사용하여 최소한의 관혈적 정복술을 시행하였다(Fig. 2, 3). 원위 비골 골절이 있는 경우에는 후외측 도달법을 이용하여 1/3 원통형 금속판과 나사를 이용하여 내고정을 시행하여 비골의 길이를 회복 및 유지하였다. 1단계 수술 후 약 4주 후에 어느 정도 골절의 안정성을 얻은 후 외고정 기기를 제거하고 감염이 없다고 확인되면 2단계 MIPO수기를 이용한 수술을 시행하였다(Fig. 4). 원위경골의 전내측에 맞추어 고정용 잠김 압박 금속판(locking compression plate)의 모양을 조정한 후 경골 내과의 중앙부와 근위 경골 내측 피부에 종절개를 약 1-2 cm 정도 각각 가하고 금속판을 피하 조직과 골막 사이로 밀어 넣은 후 영상 증폭장치 하에서 경골과 금속판의 접촉상태 및 전체적인 정렬을 다시 한번 확인하고 금속판의 구멍을 축지하여 작은 절개선을 넣은 후 나사못을 삽입하였다. 재활훈련은 술 후 다음날부터 족관절 운동을 시작하였고 2단계 수술 후 2주째 슬개건 부하 보조기를 착용하고 12주까지는 부분 체중

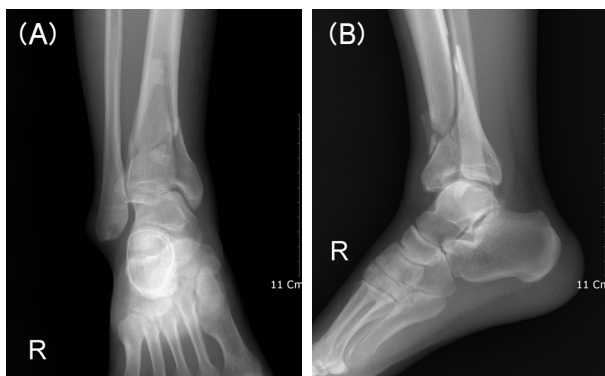


Figure 2. Preoperative AP (A) and lateral (B) radiographs show Ruedi-Allgöwer type II pilon fracture.

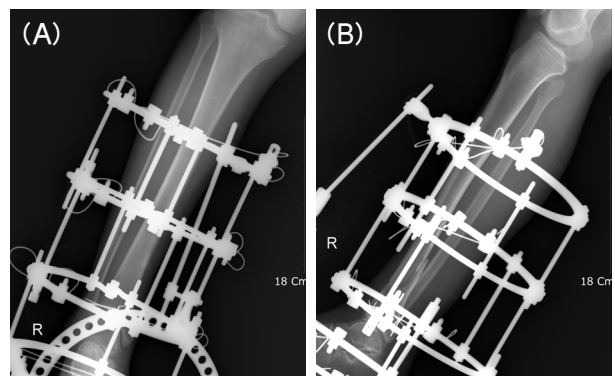


Figure 3. Postoperative AP (A) and lateral (B) radiographs show 1st stage limited open reduction & external fixation.

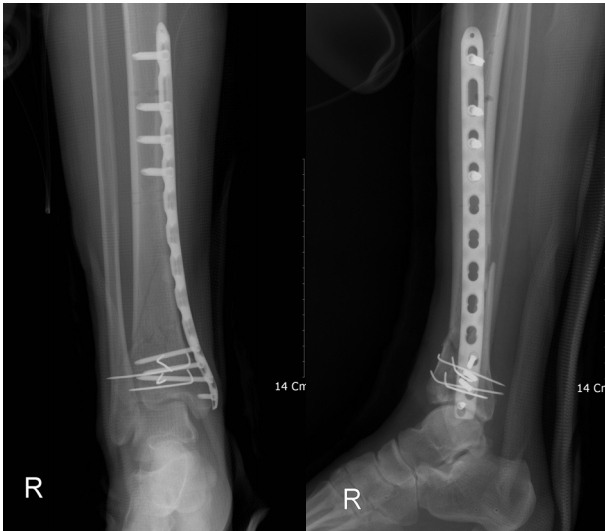


Figure 4. Postoperative AP (A) and lateral (B) radiograph shows 2nd stage MIPO technique.

부하 보행을 시행하였고 12주 이후에는 전 체중 부하 보행을 시행하였다.

결 과

1. 관절 운동 범위

최종추시에서 관절운동범위는 평균 41도(15-55도)였고 족저굴곡이 28도(15-35도) 족배굴곡이 13도(0-20도)였다.

2. 임상적 기능 평가

Mast와 Teipner¹⁴⁾의 임상적 기능 평가를 이용하여 최종 추시에서 Ruedi와 Allg wer분류상¹⁷⁾ 제 I형 골절 2예 모두에서 양호, 제 II형 골절 중 3예에서 양호, 1예에서 불량, 제 III형 골절 중 3예에서 양호, 3예에서 보통의 결과를 얻었다.

3. 방사선학적 결과

Anglen¹⁾의 방사선학적 평가를 이용하여 최종추시에서 Ruedi와 Allg wer분류상¹⁷⁾ 제 I형 골절 2예에서 우수, 제 II형 골절 3예에서 우수, 1예에서 보통, 제 III형 골절 중 2예에서 우수, 3예에서 양호, 1예에서 보통의 결과를 얻었다.

4. 합병증

총 2예에서 합병증이 발생하였다. 불유합 1예는 Ruedi와 Allg wer 제 III형, Gustilo와 Anderson 제 IIIA형 개방성 골절 환자에서 발생하여 수술 후 1년 뒤에 소파술 및 골이식술을 시행한 후 6개월째 유합이 되었다. 나머지 1예는 경골 내측에 돌출된 금속판이 피부자극을 하였으나 일상생활에 큰 지장은 없었고 1년 6개월 후 금속판 제거술을 시행한 후에는 피부자극은 사라졌다.

고 찰

1911년 Destot¹¹⁾가 최초로 족관절의 관절면을 침범하는 원위 경골의 골절을 pilon 골절이라고 최초로 명명하였고, 1950년 Bonin은 plafond 골절로 명명하였다. 골절의 발생 빈도는 전체 골절의 약 1% 이하에서 드물게 발생하고 손상 기전은 축성 압박력이 주된 외력이며, 수상시 족부의 위치, 회전력의 동반 여부에 따라 골절양상 및 골절 방향이 다양하게 나타날 수 있으며 심한 분쇄상 골절과 관절면의 부조화 및 연부조직 손상과 족관절의 부종을 초래하게 되어 골절 자체보다는 오히려 연부조직 손상이 문제가 되는 경우가 많다¹³⁾.

Pilon 골절의 분류는 1969년 Ruedi와 Allg wer¹⁷⁾는 관절면의 분쇄와 전위 정도에 따라 세가지 형태로 분류하였고 현재도 보편적으로 사용되고 있으며 저자들의 경우에도 이 분류를 사용하였다.

Pilon 골절의 치료는 도수 정복 후 석고 고정과 종골 견인술, 거대 골편 경피 외고정술, 관혈적 정복과 비골 고정술, 관혈적 정복과 제한된 내고정술, 일차 족관절 유합술, 조기 절단술 등이 보고되어 있다^{7,10,11,17)}. AO/ASIF 학파는 pilon 골절의 치료에서 고려해야 할 5가지 원칙으로 1) 비골의 정상적인 길이 보존, 2) 경골의 관절면 정복, 3) 경골 골간단 결손부위의 해면골 이식, 4) 지지 금속판에 의한 경골의 안정성, 5) 조기 관절운동을 주장하였으며 이러한 원칙하에 우수한 결과를 얻는다 하였고^{5,14)} Ruedi와 Allg wer는 75예의 pilon 골절 환자를 대상으로 이러한 원칙하에 치료하여 74%의 우수한 결과를 얻었다고 하였다. 그러나 Ruedi와 Allg wer의 경우 환자 대부분이 스키 손상 등의 저에너지 손상이었기 때문에¹⁷⁾ 최근에는 고에너지 손상으로 인해 만족스럽지 못한 치료 결과와 합병증의 증가가 문제가 되고 있다. 특히 연부조직에 대한 합병증은 심각하여 피부 괴사나 감염 등의 문제가 발생한다. Teeny와 Wiss¹⁸⁾는 60예의 pilon 골절에서 관혈적 정복 및 내고정 후 2년 5개월간의 추시관찰 결과에서 50%에서 연부조직의 합병증이 발생한 불량한 결과에 대해 보고하였다.

본 논문에서 대상으로 삼은 경골 간부를 침범한 pilon 골절은 대부분 고에너지 손상에 의하여 발생하기 때문에 연부 조직 손상이 심한 경우가 대부분이며 이 경우 관혈적 정복술과 내고정술을 시행할 경우 피부괴사 등의 연부조직 합병증이 증가할 수 있으므로 본 저자들은 1단계로 제한적 관혈적 정복술 및 외고정술을 시행하였고 약 4주 후에 2단계로 MIPO 수기를 이용한 수술을 사용하게 되었다.

심한 연부 조직 손상을 동반한 pilon 골절의 치료로써 외고정 기기를 사용할 때 30% 정도에서만 양호 이상의 결과를 보인다고 하며⁶⁾, 외고정 및 제한된 수술적 접근법을 이용 시 감염, 부정정렬, 불유합, 부정유합, 관절염 및 만성 동통 등의 발생률이 높다고 보고되고 있다⁴⁾.

Pilon 골절에서 부정 정렬을 막고 관절면의 완전한 정복을 위하여 관혈적 정복후 내고정술이 가장 좋은 방법이나 본 논문에서 대상으로 삼은 경골 간부를 침범한 pilon 골절은 연부조직 손상이 심하고 경골간부의 연부조직이 없어서 연부조직 손상이 골절 자체보다 문제가 되는 경우가 많다.

최근에는 해부학적 정복과 견고한 고정보다는 골절부위의 혈류 손상을 최소화 하는 생물학적 원칙(biologic principle)의 개념이 강조되고 있다³⁾. 저자들이 시술한 MIPO 수기는 최소한의 피부절개를 통하여 연부조직의 손상을 최소화하면서 내고정술의 장점인 견고한 고정을 얻을 수 있는 일종의 생물학적 고정술이며^{8,9,12)} Arens 등²⁾은 MIPO 수기를 동물실험을 통해 수술 후 감염을 줄일 수 있는 방법이라고 하였다.

경골 간부를 침범한 pilon 골절은 관혈적 정복 후 내고정술을 시행하게 되면 절개선이 경골 간부에까지 이르러 연부 조직에 더욱 더 손상을 주게 된다. 그러므로 MIPO 수기를 이용하게 되면 연부조직 손상을 최소화할 수 있는 장점이 있으며 경골 간부를 침범한 pilon 골절에서는 일반적인 금속판 고정을 하였을 때 골절면이 붕괴되어 나사못의 이완이 올 수 있으나 MIPO 수기에서 사용하는 고정용 잠금 압박 금속판을 이용하면 금속판과 나사못이 수직을 이룬 상태로 고정이 되기 때문에 골절면을 더 확실하게 고정시킬 수 있는 장점이 있다.

저자들의 경우 초기에는 경골 간부를 침범한 pilon 골절의 치료로 제한적 관혈적 정복 후 외고정술을 이용하여 약 3개월간 외고정기를 유지하는 방법으로 치료를 시행했었지만 외고정기만으로 치료할 경우 관절 운동 제한으로 인하여 척추 변형, 강선 삽입구를 통한 감염, 내반 변형의 진행 등의 합병증을 경험할 수 있었다. 따라서 가능하면 외고정기를 빨리 제거하여 관절운동을 시행하고 강선 삽입구를 통한 감염을 줄이기 위하여 2단계 MIPO 수기를 이용하여 치

료를 시작하였다. 외고정기는 가능하면 빨리 제거하는 것이 관절강직, 감염 등의 합병증을 줄일 수 있으나 너무 빨리 제거할 경우 골절의 안정성이 확보되지 않아 2단계 수술시 골편이 움직여서 수술이 어려울 수 있다. 그래서 저자들은 외고정술을 시행한 후 약 4주에 외고정기를 제거하고 내부 부목(internal splint)의 개념으로 MIPO 수기를 이용하여 생물학적 고정술을 시행하여 골절의 안정성을 확보하고 연부 조직 손상에 따른 합병증을 최소화하고 골절 부위의 혈류 손상을 최소화 하여 만족할만한 골유합을 얻을 수 있었다.

결 론

경골 간부를 침범한 pilon 골절 치료 시 생물학적 고정을 통하여 감염이나 피부괴사 등의 합병증의 발생률을 줄이고 불유합 등의 합병증을 줄이는 결과를 얻을 수 있으며 이러한 방법은 경골 간부를 침범한 pilon 골절의 치료에서 유용한 방법들 중의 하나로 생각된다.

REFERENCES

1. **Anglen JO:** Early outcome of hybrid external fixation for fracture of the distal tibia. *J Orthop Trauma*, 13: 92-97, 1999.
2. **Arens S, Kraft C, Schlegel U, Printzen G, Perren S and Hansis M:** Susceptibility to local infection in biological internal fixation. Experimental study of open vs minimally invasive plate osteosynthesis in rabbit. *Arch Orthop Trauma Surg*, 119: 84-85, 1999.
3. **Baumgaertel F, Buhl M and Rahn BA:** Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury*, 29: 3-6, 1998.
4. **Blauth M, Bastian L, Krettek C, Knop C and Evans S:** Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fracture: A study of the three techniques. *J Orthop Trauma*, 15: 153-160, 2001.
5. **Bone LB:** Fractures of the tibial plafond. *Orthop Clin North Am*, 18: 95-104, 1987.
6. **Bone L, Stegeman P, McNamara K and Seibel R:** External fixation of severely comminuted and open tibial pilon fractures. *Clin Orthop*, 292: 101-107, 1993.
7. **Bourne RB:** Pilon fracture of the tibia. *Clin Orthop*, 240: 42-46, 1989.
8. **Claes L, Heitemeyer U, Krischak G, Braun H and Hierholzer G:** Fixation technique influences osteogenesis of comminuted fractures. *Clin Orthop*, 365:221-229, 1999.
9. **Collinge C, Sanders R and Dipasquale T:** Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous technique. *Clin Orthop*, 365: 221-229, 2000.
10. **Coorad RW:** Fractures-dislocations of the ankle joint with impaction injury to the lateral weight-bearing surface of the tibia. *J Bone Joint Surg*, 52-A: 1334-1337, 1970.

11. **Destot E:** *Traumatismes du pied et rayons: X. Malleles, astragale, calcaneum, avant-pied* Paris, Masson: 1-10, 1911. Quoted from Daniel NO, Bodney KB and Portland O: *Fractures of the tibial plafond. J Bone Joint Surg, 68-A: 543-551, 1986.*
12. **Gerber C, Mast JW and Ganz R:** *Biological internal fixation of fractures. Arch Orthop Trauma Surg, 109: 295-303, 1990.*
13. **Mast JW, Spiegel PG and Pappas JN:** *Fractures of the tibial pilon. Clin Orthop, 230: 68-82, 1988.*
14. **Mast JW and Teipner WA:** *A reproducible approach to the internal fixation of adult ankle fractures: Rationale, technique, and early result. Orthop Clin North Am, 11: 661-679, 1980.*
15. **Oestern HJ and Tscherne H:** *Pathophysiology and classification of soft tissue injuries associated with fractures. In: Fractures with Soft-Tissue Injuries, ed by Tscherne H, Gotzen C. Berlin, Springer-Verlag, 1-9, 1984.*
16. **Romensons PM, Claes P, De Boodt P, et al:** *Therapeutic procedure and long-term results in tibial pilon fracture in relation to primary soft tissue damage. Unfallchirurg, 97: 39-46, 1994.*
17. **Ruedi TP and Allgöwer M:** *The operative treatment of intraarticular fractures of the lower end of the tibia. Clin Orthop, 138: 105-110, 1979.*
18. **Teeny SM and Wiss DA:** *Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. Clin Orthop, 292: 108-117, 1993.*