



# 분쇄가 심한 Ruedi-Allgower II, III형의 개방성 경골 천정 골절에서 단계적 수술의 결과

최귀연, 이준영, 장현웅, 김영욱

조선대학교 의과대학 정형외과학교실

## Result of Staged Operation in Ruedi-Allgower Type II and III Open Tibia Pilon Fractures with Severe Comminution

Kwi Youn Choi, Jun Young Lee, Hyunwoong Jang, Young Wook Kim

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Chosun University, Gwangju, Korea

**Purpose:** This study analyzed the clinical and radiological results of Ruedi-Allgower type II and III open tibia pilon fracture patients who underwent plate fixation after the recovery of a soft tissue injury after external fixation.

**Materials and Methods:** From 2010 to 2015, this study analyzed 14 patients who were treated for open tibial pilon fractures and could be followed up at least one year. The mean age was 49 years and the average follow-up period was 19 months. An emergency operation was performed for external fixation and open wounds, and secondary surgery was performed for definitive fixation using a plate. The radiological and clinical evaluations were analyzed retrospectively. Complications, such as post-traumatic osteoarthritis and wound infections were also analyzed.

**Results:** The mean duration between two-staged surgery was 21 days and the mean bone union time was 9.2 months. Three cases of delayed union and one case of nonunion were reported. The malunion did not occur in all cases. The average American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score was 68 points. A limitation of the ankle motion occurred in all cases. In four cases, wound infections due to initial open wounds occurred; one patient underwent a below the knee amputation due to chronic osteomyelitis. Post-traumatic arthritis occurred in 10 cases.

**Conclusion:** Severe comminuted tibial plateau open fractures of Ruedi-Allgower type II and III, which are high-energy injuries that result in extensive soft tissue damage, have a higher incidence of complications, such as ulcer problems and osteomyelitis, than closed tibia plateau fractures. Post-traumatic arthritis is the most common complication of tibia plateau open fractures, and staged surgery is recommended because of the relatively satisfactory clinical results.

**Key Words:** Tibia, Open tibia pilon fracture, Staged operation

## 서론

Received April 4, 2019 Revised August 23, 2019 Accepted August 26, 2019

Corresponding Author: Jun Young Lee

Department of Orthopaedic Surgery, Chosun University Hospital, 365 Pilmun-daero, Dong-gu, Gwangju 61453, Korea

Tel: 82-62-220-3147, Fax: 82-62-226-3379, E-mail: leejy88@chosun.ac.kr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9764-339X>

**Financial support:** This study was supported by research fund from Chosun University, 2017.

**Conflict of interest:** None.

경골 천정 골절은 경골의 원위 관절면을 침범하는 관절내 골절로, 거골이 망치 같은 역할을 하게 되며 경골 원위부 천정에 축성 손상과 전단력에 의한 고에너지 손상을 주게 된다. 골절의 빈도는 전체 하지 골절의 1% 미만을 차지하고 전체 경골 골절의 약 3%~10% 정도를 차지한다고 보고되고 있다. 또한 10%~30%에서 피부의 탈장갑 및 압제를 동반한 개방성 손상과 관련이 있다.<sup>1-3)</sup>

지금까지 일반적인 경골 천정 골절 치료의 임상적 결과에 대한

Copyright ©2019 Korean Foot and Ankle Society. All rights reserved.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

연구는 있었으나 Reudi-Allgower II, III형의 개방성 경골 천정 골절 치료에 대한 연구는 미비하였다. 본 논문에서는 분쇄가 심한 Reudi-Allgower II, III형의 개방성 경골 천정 골절의 수술적 치료 시 발생하는 합병증을 최소화 하기 위한 방법으로 응급수술로 1차적 외고정술 및 개방성 창상에 대한 치료 이후 2차적으로 금속판 치환술을 시행한 치료 결과를 분석하여 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2010년부터 2015년까지 Reudi-Allgower II, III형의 개방성 경골 천정 골절로 본원에서 치료한 환자 중 1년 이상 추시가 가능하였던 14명을 대상으로 하였다. 모든 환자는 남성이었고 평균 연령은 49세(29~64세)였다. 수상 원인은 교통사고가 4예(28.6%), 추락사고가 9예(64.3%), 둔상이 1예(7.1%)였고 수술 후 추시 기간은 평균 19개월(13~29개월)이었다(Table 1). 골절 분류로는 Ruedi-Allgower 분류<sup>4)</sup>를, 개방성 창상에 따른 분류로는 Gustilo와 Anderson<sup>5)</sup> 분류를 이용하였다. Ruedi-Allgower 분류상 II형이 3예(21.4%), III형이 11예(78.6%)였고, Gustilo와 Anderson 분류상 I형이 3예(21.4%), 2형이 8예(57.1%), 3형이 3예(21.4%)였다(Table 2). 본 연구는 Institutional Review Board로부터 연구 승인을 받았다.

### 2. 수술 방법

수상 후 응급수술로 1차적 외고정술 및 개방성 창상에 대한 치료를 시행하였다. 개방성 골절에 대해 제 I형 또는 제 II형의 경우 경험적 항생제로 1세대 cephalosporin 또는 amoxicillin-clavulanate를 사용하였으며 제 III형의 경우 1세대 cephalosporin에 aminoglycoside를 추가로 사용하였다. 창상이 양호할 경우 2차 수술 이후 추가 항생제는 사용하지 않았고 창상감염이 의심되는 경우 창상 안정 및 염증수치가 정상이 될 때까지 사용하였다. 경골 골절의 외

고정을 위해 골절 상부의 경골 간부 전내측 및 거골과 종골 내측에 나사못(half pin)을 삽입하고 외고정 기기(The Xcaliber articulated ankle fixator; ORTHOFIX Srl, Bussolengo, Italy)를 장착한 후 인대 정복술(ligamentotaxis) 기법을 이용하여 경골의 길이를 회복 및 유지하였다. 이때 동반된 비골의 골절에 대해서 고정이 필요하다고 판단된 경우에는 금속판이나 골수강내 rush-pin 삽입술 등을 시행하였다(Fig. 1). 1차 응급수술 후 평균 20.6일(11~42일) 경과 후 개방성 창상 및 연부조직의 상태 및 부종이 호전되고, 외고정 기기의 나사못 삽입구에 감염이 없다고 확인되면 2차 수술을 시행하였다(Fig. 2). 2차 수술 방법으로는 전외측 도달법을 통한 전외측 금속판 고정술 4예(28.6%), 전내측 도달법을 통한 내측 금속판 고정술

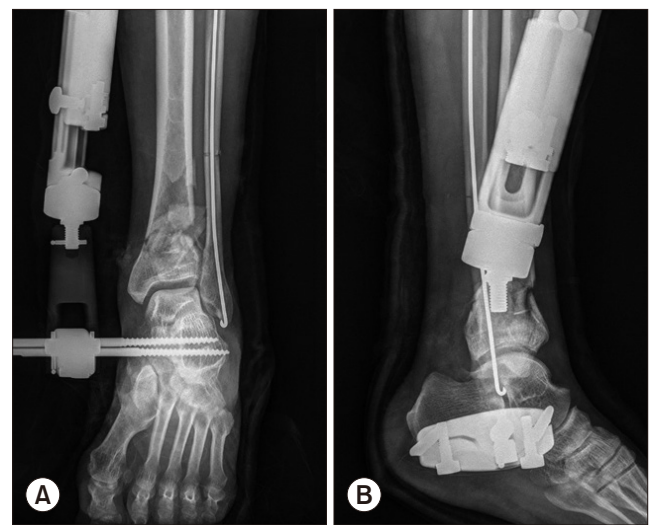


Figure 1. Initial operation with external fixator and fibular fixation. (A) Anteroposterior X-ray. (B) Lateral X-ray.

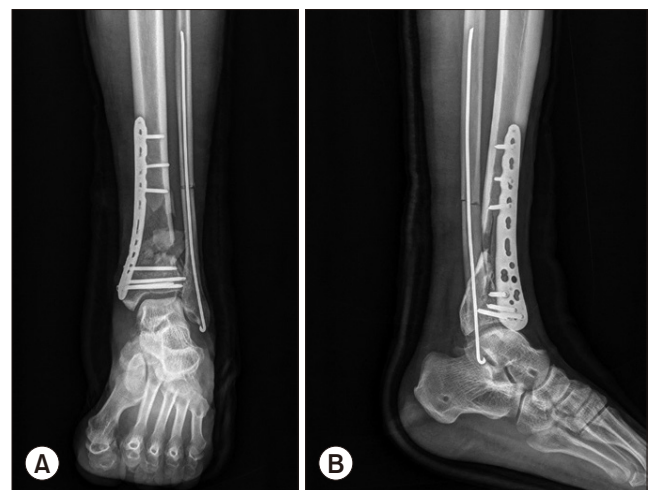


Figure 2. Second staged definitive fixation with 3.5 mm locking compression plate for distal tibial fracture. (A) Anteroposterior X-ray. (B) Lateral X-ray.

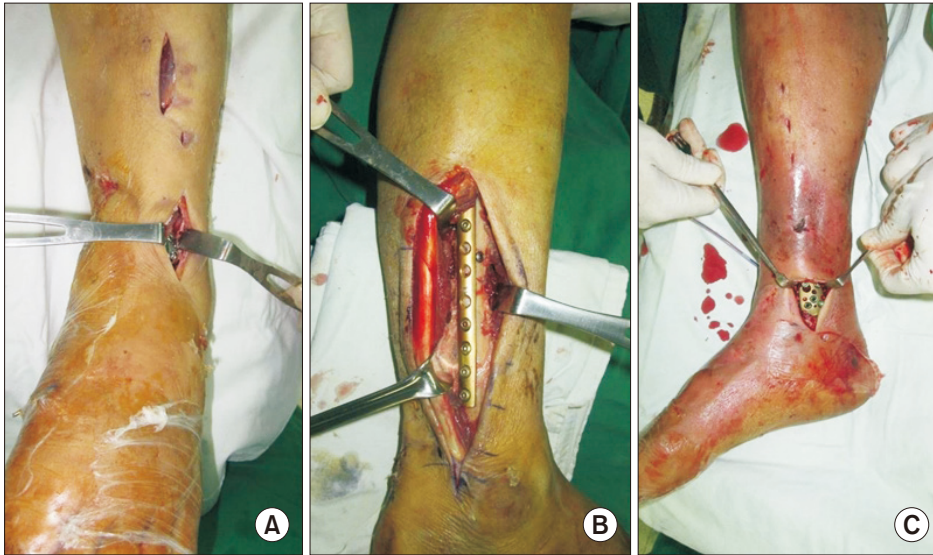
Table 1. Type of Trauma

Type of trauma	Case (n)
Motor vehicle accident	4
Fall down	9
Blunt	1
Total	14

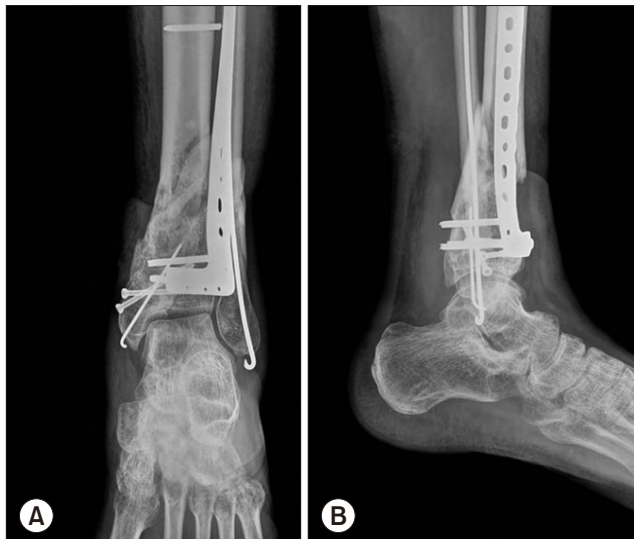
Table 2. Classification of Fracture (n=14)

Type	R-A classification (n)	G-A classification (n)
Type I	None	3
Type II	3	8
Type III	11	3

R-A: Ruedi-Allgower, G-A: Gustilo and Anderson.



**Figure 3.** Approach to tibial fracture at 2nd operation, anterolateral approach (A), posterolateral approach (B), medial approach (C).



**Figure 4.** X-ray 10 months after operation shows nonunion. (A) Anteroposterior X-ray. (B) Lateral X-ray.

7예(50.0%), 전외측 도달법을 통해 관절면 정복 후 내측 금속판 고정술 2예(14.3%), 후외측 도달법을 통해 관절면 정복 후 내측 금속판 고정술 1예(7.1%)를 시행하였다(Fig. 3). 2차적 수술 후 완전 발사 시기인 2주까지 단하지 석고부목을 이용해 고정하였고 이후 4주간 석고붕대를 이용해 고정하였다. 수술 후 6주째 석고붕대를 제거하면서 능동적 족관절 운동을 시행하게 하였으며 수술 후 8~12주는 통증 허용범위 내에서 목발을 이용한 부분적인 체중부하 보행을 시행하였고 이후에는 전 체중부하 보행을 시행하였다.

### 3. 평가 방법

방사선 결과는 후외상성 관절염 및 정렬, 골유합률, 골유합 기간을 평가하였다. 임상적 결과는 관절 운동 범위와 American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) 점수를 평가하였다.



**Figure 5.** X-ray 6 months after operation shows delayed union. (A) Anteroposterior X-ray. (B) Lateral X-ray.

## 결 과

총 14예 중 10예(71.4%)에서 골유합을 얻었고 평균 골유합 기간은 9.2개월이었다. 3예의 지연유합 및 1예의 불유합(Fig. 4)이 발생하여 자가골이식을 통한 재수술을 시행하였고 지연유합(Fig. 5) 3예 모두 최종추시에서 완전한 골유합을 얻었으나 1예의 불유합이 발생한 환자는 만성 골수염으로 진행하였다. 부정유합은 전례에서 발생하지 않았다.<sup>6)</sup> 수술 후 평균 AOFAS 점수는 68점(47~76점)이었고 전례에서 발목 관절 범위의 제한이 있었다. 합병증으로는 관절 간격이 좁아져있는 Takakura II단계 이상을 후외상성 관절염(Fig. 6)으로 보았고 10예(71.4%)가 보였다. 그리고 초기 개방 창



상부위의 열감, 부종, 발적, 염증수치의 증가 등 감염의 증거를 보이는 창상감염은 4예(28.6%), 금속삽입물 파괴는 2예(14.3%), 만성 골수염은 1예(7.1%)가 있었다(Table 3). 이 중 만성 골수염 1예에 대하여 슬관절하 절단술을 시행하였고, 창상감염 4예에 대하여 2예에서 표재성 피부이식술, 1예에서 피관 이식술을 시행하였다. 아울러 1단계와 2단계 수술 사이의 평균 기간은 21일이었고, 창상 감염이 있었던 환자에서의 2단계 수술까지의 평균 기간은 30일로 전체 평균보다 길었다.

## 고 찰

경골 천정 골절의 분류는 1979년 Rüedi와 Allgöwer<sup>3)</sup>에 의해 관



**Figure 6.** Post-traumatic osteoarthritis. (A) Anteroposterior X-ray. (B) Lateral X-ray.

절면의 분쇄와 전위 정도에 따라 세 가지 형태로 분류되었고 이는 예후를 결정하는데 유용한 지표가 되었으며 본 저자들도 이를 이용하여 분류하였다. 제 I형은 관절내 골편의 전위가 거의 없는 경우, 제 II형은 골편이 전위되어 관절면의 부조화가 있으나 분쇄가 심하지 않은 경우, 제 III형은 관절면의 부조화와 심한 분쇄를 동반한 경우로 정의하였다. 경골 천정 골절의 치료는 연부조직을 세심하게 박리하고 제한적으로 골편을 박리하여 간접적 정복술 및 견고한 고정을 시행하고 체중부하는 지연하되 초기에 능동적 활동을 하도록 권장하고 있다.<sup>7)</sup> 개방성 골절의 경우는 1976년 Gustilo와 Anderson<sup>5)</sup>에 의해 분류되었다. 제 I형은 창상이 1 cm 미만인 경우, 제 II형은 창상이 1 cm에서 10 cm 사이인 경우, 제 III형은 10 cm 이상이거나 총상, 분절 골절, 오염이 심한 환경에서의 골절인 경우로 분류되며, 제 III형은 연부조직의 손상 정도에 따라 A, B, C 세 가지 소분류로 나뉜다. 본 저자들의 경우엔 소분류는 제외한 I, II, III 형으로 나눠서 분류하였다. 분쇄가 심한 개방성 경골 천정 골절의 수술적 처치 시 견고한 내고정을 시행한다 하더라도 효과를 단정하기는 어렵고, 이런 경우 비관혈적 정복 및 고정을 시행하는 것이 바람직하다. 분쇄가 심하거나 개방성 경골 천정 골절에 대해서 일차적인 관혈적 정복 및 내고정을 시행할 시 합병증 발생률이 매우 높고,<sup>8)</sup> 연부조직 손상이 심할 경우 지연 합병증 및 2차 수술의 빈도가 높다고 보고되고 있다.<sup>9)</sup> 최근 연부조직 손상이 심한 경골 천정 골절의 일차적인 치료로 외고정 기기를 많이 선호하고 있다. 그러나 분쇄가 심한 개방성 경골 천정 골절에 대해 제한된 내고정 및 외고정 기기로 치료 시 연부조직 합병증의 발생은 적더라도 30% 정도에서만 양호 이상의 결과를 보인다고 하였고 외고정 및 제한된 수술적 접근법을 이용 시 나사못 삽입구의 감염, 부정정렬, 불유합, 부정유합, 관절염 및 만성통증 등의 발생률이 높다고 보고되고 있다.<sup>3)</sup> 또한 외고정 시 사용하는 인대 정복술 기법으로는 함몰된 관절 분절을 정복하기 어렵고 불충분한 수술 시야로 인해 관절

**Table 3.** Patients Demographics (n=14)

Patients no.	Age (yr)/sex	Period to 2nd operation (day)	ROM (dorsiflexion/ plantar flexion)	AOFAS score	Complication
1	53/M	24	20/20	67	Post-traumatic OA, screw breakage
2	55/M	18	0/30	67	Delayed union
3	60/M	16	10/30	72	-
4	64/M	11	0/20	67	Post-traumatic OA
5	47/M	30	0/20	70	Post-traumatic OA, wound infection
6	38/M	18	0/40	72	Post-traumatic OA
7	44/M	18	5/40	68	Delayed union, screw breakage
8	29/M	28	0/20	68	Post-traumatic OA
9	55/M	20	0/20	71	Post-traumatic OA, wound infection
10	50/M	15	10/20	66	Post-traumatic OA
11	64/M	14	10/20	76	Post-traumatic OA
12	55/M	18	0/30	70	Post-traumatic OA, delayed union
13	47/M	27	0/20	66	Wound infection
14	38/M	42	-10/30	47	Post-traumatic OA, nonunion, chronic OM

ROM: range of motion, AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society, M: male, OA: osteoarthritis, OM: osteomyelitis, -: not applicable.



**Figure 7.** Ankle joint incongruity after trauma. (A) Anteroposterior X-ray. (B) Lateral X-ray.

면을 해부학적으로 정렬하기 어렵다고 하였다.

저자들은 일차적으로 외고정기기를 이용한 고정술 및 창상 치료를 하였고, 추후 연부조직 손상이 관혈적 정복을 하는데 문제가 없을 정도로 치유되었다고 판단될 경우 이차적으로 내고정술을 시행하였다. 컴퓨터 단층촬영(computed tomography, CT)은 골절 양상 및 관절면에 대한 평가를 위해 1차 수술이 끝난 이후 촬영하였고 이에 따라 2차 수술 시 접근방법이나 관절면의 정복을 위한 금속판 종류 및 위치에 대한 수술 전 계획을 세웠다. 2차 수술시 경골에 대한 접근법은 전내측 또는 전외측 접근법을 주로 사용하였고 필요시 내측 또는 후방 접근법도 사용하였다. 절개부위 사이에는 최소 7 cm 이상의 간격을 유지하려 노력하였으나 7 cm 이하에서도 절개 사이 괴사 등 창상문제는 발생하지 않았다.<sup>10)</sup> 다른 연구의 결과<sup>11-13)</sup>와 비교해 보면 불유합은 비슷한 결과를 보였으며 1예의 슬관절하 절단술을 제외한 모든 환자에서 골유합을 얻은 본 연구에서 결과가 양호했다고 할 수 있다. 부정유합은 Milner<sup>6)</sup>에 의해 보고된 방법을 참고하여 2차 수술 후 단순 방사선 사진에서 각변형을 측정하였고 본 연구에서는 전례에서 발생하지 않았다. 이는 다른 연구의 결과<sup>14-16)</sup>와 비교해 볼 때 비슷하거나 우수한 결과로 받아들여질 수 있으나 측정자 간의 개인차가 있을 수 있고 2차 수술 후 CT를 통한 정밀검사상에서 부정유합으로 변경될 가능성이 있으며 또한 사례가 늘어날 경우 비슷한 결과치를 보일 것으로 생각된다. 초기 창상의 상태 불량하며 당뇨 등 기저질환 있던 환자에서 창상감염 발생하였고 그 중 1예에서 심부 연부조직 감염이 발생하여 절단술 시행하였다. 또한 하지 절단술을 시행한 1명의 환자의 AOFAS 점수가 가장 낮았으며 이는 하지 구제술을 시행한 경우, 하지 절단술을 시행한 환자보다 만족도가 높았다는 다른 연구 결과와도 일치했다. 후외상성 관절염 발생의 경우 관절면의 정복과 밀접한 관계가 있



**Figure 8.** X-ray 4 months after operation shows screw breakage.

으며, 본 연구의 수술 후 방사선학적 평가에서도 양호한 관절면 정복을 보였으나 이와 같이 관절염의 발병률이 높았던 것에 대해 관절 연골 손상과 수상 당시 경골관절의 관절부적합성(Fig. 7) 역시 후외상성 관절염 발생에 기여했을 것으로 보이며, 수술 후 관리 등과 같은 다른 원인에 대한 고찰이 필요할 것으로 보인다. 하지만 관절 유합술이 필요할 만큼 심각한 관절염은 없었다. 금속삽입물 파괴(Fig. 8)에 대해서는 명확한 원인은 확인할 수 없었으나 분쇄가 심해 골편들 사이 접촉이 부족하였고 이 중 고정력이 불안정한 금속나사에서 파괴가 발생하였을 것으로 보인다. 임상적 평가의 경우 AOFAS로 평가한 결과는 SF-36 등을 이용한 다른 연구와 직접적으로는 비교할 수 없어 임상적 결과에 대해서 다각도의 평가가 필요할 것으로 보인다.

## 결론

심한 분쇄를 동반한 개방성 경골 천정 골절은 광범위한 연부조직 손상을 초래하는 고에너지 손상으로 일반적인 경골 천정 골절보다 창상문제, 골수염 등의 합병증 발생률이 높아 이에 대한 주의가 필요하다. 또한 정확한 관절면의 정복뿐만 아니라 연부조직의 회복을 위해 단계적 수술이 필요하며 이를 통해서 좋은 방사선적, 임상적 결과를 얻을 수 있었고, 임상적으로 비교적 만족할 만한 결과를 보이므로 추천할 수 있는 수술적 치료 방법으로 판단된다.

## REFERENCES

1. Abelseth G, Buckley RE, Pineo GE, Hull R, Rose MS. Incidence of deep-vein thrombosis in patients with fractures of the lower extremity distal to the hip. *J Orthop Trauma*. 1996;10:230-5.
2. Barbieri R, Schenk R, Koval K, Aurori K, Aurori B. Hybrid ex-

- ternal fixation in the treatment of tibial plafond fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(332):16-22. doi: 10.1097/00003086-199611000-00004.
3. Blauth M, Bastian L, Krettek C, Knop C, Evans S. Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fractures: a study of three techniques. *J Orthop Trauma.* 2001;15:153-60.
  4. Rüedi TP, Allgöwer M. The operative treatment of intra-articular fractures of the lower end of the tibia. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;(138):105-10.
  5. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:453-8.
  6. Milner SA. A more accurate method of measurement of angulation after fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:972-4.
  7. Mast JW, Spiegel PG, Pappas JN. Fractures of the tibial pilon. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;(230):68-82.
  8. McNamara MG, Heckman JD, Corley FG. Severe open fractures of the lower extremity: a retrospective evaluation of the Mangled Extremity Severity Score (MESS). *J Orthop Trauma.* 1994;8:81-7.
  9. Rommens PM, Claes P, De Boodt P, Stappaerts KH, Broos PL. [Therapeutic procedure and long-term results in tibial pilon fracture in relation to primary soft tissue damage]. *Unfallchirurg.* 1994;97:39-46. German.
  10. Howard JL, Agel J, Barei DP, Benirschke SK, Nork SE. A prospective study evaluating incision placement and wound healing for tibial plafond fractures. *J Orthop Trauma.* 2008;22:299-305; discussion 305-6. doi: 10.1097/BOT.0b013e318172c811.
  11. Babis GC, Vayanos ED, Papaioannou N, Pantazopoulos T. Results of surgical treatment of tibial plafond fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;(341):99-105.
  12. Bourne RB, Rorabeck CH, Macnab J. Intra-articular fractures of the distal tibia: the pilon fracture. *J Trauma.* 1983;23:591-6. doi: 10.1097/00005373-198307000-00008.
  13. Conroy J, Agarwal M, Giannoudis PV, Matthews SJ. Early internal fixation and soft tissue cover of severe open tibial pilon fractures. *Int Orthop.* 2003;27:343-7. doi: 10.1007/s00264-003-0486-1.
  14. Danoff JR, Saifi C, Goodspeed DC, Reid JS. Outcome of 28 open pilon fractures with injury severity-based fixation. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2015;25:569-75. doi: 10.1007/s00590-014-1552-7.
  15. Ketz J, Sanders R. Staged posterior tibial plating for the treatment of Orthopaedic Trauma Association 43C2 and 43C3 tibial pilon fractures. *J Orthop Trauma.* 2012;26:341-7. doi: 10.1097/BOT.0b013e318225881a.
  16. Ma CH, Yu SW, Tu YK, Yen CY, Yeh JJ, Wu CH. Staged external and internal locked plating for open distal tibial fractures. *Acta Orthop.* 2010;81:382-6. doi: 10.3109/17453674.2010.487244.