

Pilon 골절에 대한 2단계 수술적 치료의 결과

손홍문 · 이준영 · 하상호 · 이상홍 · 이광철 · 서광호

조선대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

목 적: Pilon 골절에서 2단계 치료법을 시행하고 좋은 결과를 얻어 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 2006년 3월에서 2008년 11월까지 pilon 골절 환자 30명 중, 2단계 치료법으로 처치하고 2년 이상 추시된 23명 모두를 대상으로 후향적 연구를 하였고, 평균 추시 기간은 28개월 (24~41개월)이었다. 수술 방법은 1단계로 최소 절개를 이용한 관절면 정복과 외고정을 시행하고, 2단계로 연부조직 안정 후 최소 침습 고정술로 잠김 압박 금속판을 이용하여 전환하였다. Burwell과 Charnley 분류로 방사선학적 평가를 하였으며, 기능적 평가는 미국 정형외과 학회 후족-족관절 기능 점수 (American Orthopedic Foot and Ankle Society score, AOFAS score)를 이용하였다.

결 과: 전 예에서 술후 평균 16주 (12~30주)째 골유합을 보였다. 18예에서 해부학적 정복을 얻었고, AOFAS 평균 점수는 81점, 족관절 운동 범위는 평균 44도였다. 합병증은 창상 감염 1예, 족관절염이 3예 발생하였다.

결 론: Pilon 골절에서 2단계 치료법은 조기에 양호한 정복을 얻을 수 있고, 견고한 고정과 함께 적은 합병증과 양호한 족관절 운동 범위를 보여 유용한 치료법으로 생각한다.

색인 단어: 경골, Pilon 골절, 2단계 수술적 치료

The Results of Two Stage Surgical Treatment of Pilon Fractures

Hong Moon Sohn, M.D., Jun Young Lee, M.D., Sang Ho Ha, M.D.,
Sang Hong Lee, M.D., Gwang Chul Lee, M.D., Kwang Hyo Seo, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Chosun University, Gwangju, Korea

Purpose: To report the good results of two-stage treatment in pilon fractures.

Materials and Methods: A retrospective study of 23 patients among 30 patients with pilon fractures from March 2006 to November 2008, who underwent two-stage treatment of pilon fractures with a minimum of 24 months follow-up. The mean follow-up period was 28 months (24~41 months). In the first stage of the operation, open reduction of the articular surface and external fixation were performed after minimal incision. As the soft tissue healed, locking compression plate fixation was performed with the Minimally invasive plate osteosynthesis. Radiographic evaluation was graded by the criteria of Burwell and Charnley, and functional assessment of the ankle was evaluated by the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot score.

Results: The fractures were united within 16 weeks (12~30 weeks). The radiologic results showed anatomical reduction in 18 cases and a mean AOFAS score of 81. The mean range of ankle motion was 44 degrees. There were four complications: 1 case of wound infection and 3 cases of ankle osteoarthritis.

Conclusion: Two-stage treatment of pilon fractures is a good treatment method because it is designed to obtain early anatomical reduction, definitive stable fixation, low rates of soft tissue complication, and good range of ankle motion.

Key Words: Tibia, Pilon fracture, Two-stage treatment

통신저자 : 이 준 영

광주시 동구 필문대로 365, 조선대학교병원 정형외과

Tel : 062-220-3147 • Fax : 062-226-3379

E-mail : leejy88@chosun.ac.kr

접수: 2011. 8. 16

심사 (수정): 1차 2011. 9. 21, 2차 2012. 2. 12

게재확정: 2012. 4. 25

Address reprint requests to : Jun Young Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chosun University Hospital, 365,

Pilmun-daero, Dong-gu, Gwangju 501-717, Korea

Tel : 82-62-220-3147 • Fax : 82-62-226-3379

E-mail : leejy88@chosun.ac.kr

서 론

Pilon 골절은 1911년 Destot⁹⁾에 의해 처음 발표된 경골 하단부의 골절로서 체중 부하 관절면과 골간단부까지 골절선이 연장된 소견을 보인다. 골절의 빈도는 전체 하지 골절의 1% 미만이며 모든 경골 골절의 3~10%로 흔하지 않은 골절이나, 골절의 양상이 복잡하고 주위 연부조직의 심한 손상으로 인한 창상 문제와 더불어 조기 관혈적 정복 및 내고정술을 시행하기 어려운 경우가 많다^{3,10,15)}. Pilon 골절의 치료 방법에 대해 1970년대 후반 Rüedi와 Allgöwer¹⁶⁾는 조기 관혈적 정복과 견고한 내고정술, 비골의 정상적인 길이 회복, 경골 골간단부 골 결손 부위의 해면골 이식과 지지 금속판에 의한 경골의 안정화로 조기 관절 운동과 체중 부하의 지연을 원칙으로 좋은 결과를 보고하였으나, 저에너지 손상 환자들에 대한 연구로 제한점이 있었다¹⁹⁾. 반면 이후에 주로 보고된 고에너지 손상에 의한 연부조직 문제가 동반된 pilon 골절은 일차적인 관혈적 정복 및 내고정술 시 합병증의 발생률이 높은 편으로 감염, 부정 정렬, 불유합, 지연 유합, 외상 후 관절염 및 만성 동통, 관절 운동 장애 등의 합병증 발생률이 높아⁴⁾ 현재까지 이에 대한 다양한

수술적 치료에 대한 연구가 진행되고 있다.

Patterson과 Cole¹³⁾가 연부조직의 손상이 심한 pilon 골절의 치료에 외고정 기기를 이용하여 1단계에서 신연을 통한 인대 정복술 (ligamentotaxis)을 이용하여 골절을 정복하고 이후 연부조직 손상이 회복된 시점에 2단계로 관혈적 정복술을 시행하는 2단계 수술을 소개하였으며, 최근에는 2단계 수술 시 최소 침습 수술 및 잠김 압박 금속판이 pilon 골절의 치료에 새로운 술기로 연구되고 있다⁵⁾. 이에 저자들은 pilon 골절 치료로 1단계 수술 시 비골 골절의 정복과 관절면 골절에 대해 최소 절개를 통한 관혈적 정복 및 나사못 고정술을 시행한 후 경골의 외고정술을 시행하고 연부조직 상태의 호전이 관찰되면, 2단계로 외고정 장치를 제거하고 최소 침습 술기를 통한 잠김 압박 금속판 (locking compression metaphyseal plate, Synthes, Oberdorf, Switzerland)을 이용한 내고정으로 전환하는 2단계 수술법을 변형하여 사용하였다. 이에 저자들은 2단계 pilon 골절 치료법으로 좋은 결과를 얻었기에 이에 대한 보고를 하고자 한다.

Table 1. Patient data for 23 cases of two stage treatment of pilon fractures

Case	Sex/age	Mechanism of injury	R-A class	Open fracture	Union time (wk)	Final F/U (mo)	Radiologic results	Functional results	Complication
1	62/M	Fall down	II	No	16	27	Anatomical	Good	Osteoarthritis
2	49/M	Fall down	III	Yes	16	34	Poor	Good	
3	51/M	TA	III	Yes	16	25	Anatomical	Excellent	
4	41/M	TA	III	No	24	29	Anatomical	Good	
5	67/M	TA	II	No	18	27	Anatomical	Good	
6	32/M	Fall down	III	Yes	12	24	Fair	Excellent	Osteoarthritis
7	56/M	Fall down	III	Yes	15	41	Anatomical	Good	
8	63/M	TA	III	Yes	20	28	Anatomical	Good	
9	50/F	TA	III	Yes	12	24	Anatomical	Excellent	
10	23/M	TA	I	Yes	20	38	Anatomical	Good	
11	34/M	Fall down	II	Yes	13	25	Anatomical	Excellent	Infection
12	68/M	Industrial mishap	I	Yes	12	25	Anatomical	Excellent	
13	57/F	Industrial mishap	III	Yes	12	32	Fair	Excellent	
14	61/M	TA	I	Yes	20	26	Anatomical	Good	
15	60/M	Fall down	III	No	12	31	Anatomical	Excellent	
16	50/M	TA	II	No	14	27	Anatomical	Excellent	Osteoarthritis
17	57/F	TA	I	No	14	25	Anatomical	Excellent	
18	57/M	TA	III	Yes	12	32	Anatomical	Good	
19	38/M	Industrial mishap	III	Yes	20	24	Fair	Good	
20	30/M	Fall down	II	No	16	27	Anatomical	Excellent	
21	60/M	TA	I	Yes	30	24	Fair	Excellent	
22	67/F	Fall down	III	No	12	25	Anatomical	Excellent	
23	53/M	TA	II	No	20	24	Anatomical	Excellent	

R-A: Ruedi-Allgower, F/U: Follow-up, TA: Traffic accident, M: Male, F: Female.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2006년 3월에서 2008년 11월까지 경골 간부를 침범한 pilon 골절 환자 30명 중 1단계 수술 시 최소 절개를 통한 관절면 정복술과 외고정술을 시행하고 2단계로 최소 침습 잠김 압박 금속판 고정술을 이용하여 치료를 시행하면서 2년 이상 추시한 23명 환자 모두를 연구 대상으로 하였으며, 추시가 되지 않았거나 추시 기간이 충분하지 못한 7명의 경우는 제외하였다. 평균 추시 기간은 28개월 (24~41개월)이었다 (Table 1).

2. 연령, 성별 및 수상 원인

총 23명, 23예로 수술 시 평균 연령은 51.6세 (23~68세)였으며 남자는 19명이었고, 여자는 4명으로 남자가 약 4.75배로 다수였다. 수상 원인은 교통사고가 12예 (52.2%), 추락사고가 8예 (34.8%), 기계에 의한 수상이 2예 (8.7%), 철관 추락에 의한 수상이 1예 (4.3%)였고, 폐쇄성 골절이 9예, 개방성 골절이 14예로 개방성 골절이 더 많았다 (Table 1).

3. 골절의 분류

골절의 분류로는 Rüedi와 Allgöwer¹⁶⁾ 분류와 Ovadia와 Beals¹²⁾ 분류가 있으며 본 연구에서는 Rüedi와 Allgöwer¹⁶⁾ 분류에 따라, 제I형은 최소한의 전위를 보이는 분열형 골절, 제II형은 분쇄를 동반하지 않으면서 관절면을 침범한 상당한 전위를 보이는 골절, 제III형은 심한 분쇄상 및 관절면의 함몰을 보이는 골절로 정의하였으며, 제I형이 5예 (21.7%), 제II형이 6예 (26.1%), 제III형이 12예 (52.2%)였다 (Fig. 1). 폐쇄성 골절에서 연부조직 손상 정도는 Tschene와 Goetzen²⁰⁾ 분류를 이용하였고 폐쇄성 골절 9예 중, grade 1이 1예, grade 2가 5예, grade 3이 3예였다 (Fig. 2). 임상적 결과에서 기능적 평가는 American Orthopedic Foot and Ankle Society score (AOFAS) 족관절, 후족부 점수를 이용하였고, 모든 예에서 Burwell과 Charnley⁷⁾ 변형 체계에 따른 방사선학적 정복 정도에 대해 평가하여 족근관절의 기능을 평가하였다 (Table 2). 또한 수술 이후 골유합 기간과 관절염 발생 여부 및 술 후 운동 범위에 대해 조사하여 Rüedi와 Allgöwer¹⁶⁾ 분류에 따른 임상적, 방사선학적 결과와의 유의성 여부에 대해 통계학적 평가를 시행하였다.

4. 수술방법 및 수술 후 재활치료

1단계 수술 시 경골에 대해서는 최소 절개를 통한 관절면 정복술과 외고정술을 시행하였다. 이후 전신적 상태나 창상의 문제가 없는 환자에 한하여 어느 정도 골절의 안정성을 얻고 연부조직 손상이 호전되었다고 판단되는 평균 18일 (14~46일) 이후에 무균 상태를 유지한 상태에서 수술장에서 외고정 기기를 제거하고 2단계 최소 침습 잠김 압박 금속판 고정술을 시행하였다.

1단계 수술 시 원위 비골 골절이 동반되어 있는 경우에는 외측 접근법을 이용하여 1/3 관상형 금속판 (1/3 tubular plate, Synthes)을 이용하여 비골의 길이의 회복과 고정을 시행하였다. 이후 경골 골절의 외고정을 위해 종골 및 거골에 외고정 나사를 고정한 이후 경골 근위부에도 외고



Fig. 1. Twenty-three patients were classified by pre-operative simple X-ray and computed tomography scan using the Rüedi-Allgöwer¹⁶⁾ classification in this study.





Grade 0	No soft tissue injury	0	
Grade 1	Superficial abrasion or contusion	1	
Grade 2	Localized deep contusion, abrasion or crushed skin associated with localized muscle damage	5	
Grade 3	Extensive soft tissue contusion or crushing, compartment syndrome, vascular injury and multifragmentary fracture pattern	3	

Fig. 2. Distribution of soft tissue injury patterns is shown in this figure using the Tscherniche and Goetzen²⁰⁾ classification in this study.

Table 2. Burwell-Charnley classification⁷⁾

Radiographic criteria of reduction	
Anatomical	No medial or lateral displacement of the medial and lateral malleoli No angulation Not more than 1 millimeters longitudinal displacement of the medial and lateral malleoli Not more than 2 millimeters proximal displacement of a large posterior fragment No displacement of the talus
Fair	No medial or lateral displacement of the medial and lateral malleoli No angulation 2~5 millimeters posterior displacement of the lateral malleolus 2~5 millimeters proximal displacement of a large posterior fragment No displacement of the talus
Poor	Any medial or lateral displacement of the medial and lateral malleoli More than 5 millimeters posterior displacement of the lateral malleolus or more than 5 millimeters displacement of the posterior malleolus Any residual displacement of the talus

정 나사를 고정한 이후 C형 방사선 투시 장치로 족관절의 정복 정도를 확인하여 경골의 길이를 회복 및 유지하여 고정하였다. 또한 1단계 수술 시에 3D computed tomography에서 골편의 전위가 약 2 mm 이상 관절면을 침범한 경우 족관절 전방에 약 3 cm의 종절개를 가한 이후 골편의 양상 및 위치에 따라 변형된 전내측 접근법 또는 전외측 접근법을 이용하여 원위 경골 관절면을 노출시킨 이후 골막 박리기 (periosteal elevator) 및 모기 지혈 겸자 등을 이용하여 관절 내 골편을 정복한 이후 감입된 골간단 및 관절면을 유관 나사를 이용하여 최소한의 절개를 통한 관혈적 정복술을 시행하였다 (Fig. 3). 또한 1단계 수술 후 약 2주 후에 어느 정도 골절의 안정성을 얻은 후 외고정 기기를 제거하고 감염이 없다고 확인되면 2단계 최소 침습 금속판 고정술 (minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO) 수기를 이용한 수술을 시행하였다 (Fig. 4). 원위 경골의 전내측에 맞추어 고정용 잠금 압박 금속판 (locking compression metaphyseal plate, Synthes)의 모양을 굽힘기 (Bender, Synthes)를 이용하여 굴곡률을 조정한 후 경골 내과의 내측부에 약 3 cm의 종절개를 하여 금속판을 골막 위로 밀어 넣은 후, C형 영상 증폭장치하에서 경골과 금속판의 접촉상태 및 전체적인 정렬을 다시 한 번 확인하고



Fig. 3. (A) This 47-year-old male had a fall injury and sustained a Ruedi-Allgöwer type III pilon fracture. The fracture was treated by external fixation with three screw fixation using anteromedial approach (arrow) to the tibial plafond. (B) This 41-year-old male had a motor vehicle accident and sustained a Ruedi-Allgöwer type III pilon fracture. The axial computed tomography scanning demonstrate a comminuted articular injury that is composed of three major articular components and central impacted fragment (black arrow). The fracture is treated by external fixation with three screw fixation using anterolateral approach (white arrow) to tibial plafond. (C) As in the first stage treatment, the pilon fracture was realigned and stabilized by an external mono fixator, with the fibular fracture being fixed with a plate and screw.



Fig. 4. (A) Two weeks after the first operation, closed reduction and internal fixation with locking compression plate (Synthes, Oberdorf, Switzerland) were performed. (B) At post-operative 36 months, the patient underwent the removal of the implant. The post-operative radiographs show good alignment and good ankle articulation.

금속판의 구멍을 축지하여 약 0.5 cm의 작은 절개선을 넣은 후 나사못을 삽입하였다.

재활훈련은 2단계 수술 후 약 2주간 장부목석고고정을 시행한 이후 완전 발사를 시행하고 슬개건 부하 보조기를 착용

용하여 수동적 족관절 운동을 허용하였고, 2단계 수술 4주 이후부터는 능동적 족관절 운동을 시행하게 하였으며 2단계 수술 이후 약 12주째에는 체중 부하 보행을 시행하였다.

결 과

1. 골유합

골유합은 방사선학적 및 임상적 유합을 모두 고려하여, 단순 방사선 검사에서 골절선이 관찰되지 않으면서 동시에 임상적으로 골절부 압통이 없는 경우에만 한정하여 정의하였다. 본 연구에서 최종 추시에서 모든 환자에서 골유합 소견을 관찰할 수 있었으며, 평균 약 16주째에 골유합을 얻을 수 있었다.

2. 방사선학적 결과

Burwell과 Charnley⁷⁾ 변형 체계에 따른 방사선학적 평가를 이용하였으며, 최종 추시에서 Rüedi와 Allgöwer¹⁶⁾ 분류에서 제I형 골절은 4예에서 우수, 1예에서 양호, 제II형 골절 6예에서 우수, 제III형 골절 중 8예에서 우수, 3예에서 양호, 1예에서 불량인 결과를 얻었다. 하지만 통계학적으로 Rüedi와 Allgöwer¹⁶⁾ 분류에 따른 방사선학적 차이는 보이지 않았다.



Fig. 5. Last follow-up photographs show good ankle range of motion in 41-year-old male patients who underwent two stage treatment of pilon fracture.

3. 관절 운동 범위

족관절의 운동 범위는 최종 추시에서 수동적 족관절 운동 범위로 측정하였으며 각도기를 이용하여 측정하였다. 최종 추시에서 평균 족저 굴곡이 30도 (16~36도), 족배 굴곡이 14도 (0~22도)로 족관절의 평균 운동 범위는 44도 (16~58도)로 비교적 양호한 결과를 얻을 수 있었다 (Fig. 5).

4. 임상적 기능 평가

임상적 기능 평가에서 최종 추시에서 Rüedi와 Allgöwer 분류¹⁶⁾에 따른 AOFAS 점수는 제I형 골절 5예에서 평균 87.6점 (79~93점), 제II형 골절 6예에서 평균 85.3점 (77~89점), 제III형 골절 12예에서 평균 76.1점 (65~82점)이었다. 통계학적으로 Rüedi와 Allgöwer¹⁶⁾ 분류에 따른 임상적 기능의 차이는 보이지 않았다.

5. 합병증

금속판 고정 불량이나 술 후 정복의 실패 및 불유합 등은 관찰되지 않았으나 총 4예 (17.4%)에서 합병증이 관찰되었다. 족관절의 후외상성 골관절염은 추시에서 체중 부하 족관절 전후, 측면, 격자 사진상에서 Takakura 등¹⁸⁾의 족관절 골관절염 분류 2단계 이상인 경우로 정의하였으며 3예 (13%)에서 족관절의 후외상성 골관절염이 발생하였으며, 개방성 골절이 동반된 1예 (4.3%)에서 창상 감염이 발생하였다 (Table 3). 창상 감염이 발생한 1예에서는 철저한 변연절제술 및 항생제 치료를 시행하면서 음압 창상 치료 (negative pressure wound treatment)를 통해 육아조직이 채워진 이후 비복 피판술을 시행하였고, 창상 호전된 이후 공여부의 피부 이식술을 시행하여 치료를 마쳤다. 또한 족관절염이 발생한 3예에 대해서는 평균 나이가 39.7세로 비교적 젊고 증상이 심하지 않은 점을 감안하여 통증 조절 등 대증적 치료를 시행하며 외래 추시 중이다.

고 찰

1911년 Destot⁹⁾가 족관절의 관절면을 침범하는 원위 경골 골절을 pilon 골절이라고 최초로 명명하였다. 주된 수상 기전은 회전력에 의해 발생하는 저에너지 손상에서부터 축성 압박력에 의한 고 에너지 손상까지 일어날 수 있는데, Mast 등¹⁰⁾에 의하면 수상 시 족부의 위치 및 기전에 따라 골절양상 및 골절 방향이 다양하다고 하였다. 또한 Pilon 골절에서는 골절 양상이 관절면까지 침범하고 골간단에 심한 분쇄를 동반하며, 특히 족관절의 심한 부종 및 연부조

Table 3. Post-operative complications

Complication	Number of cases (%)
Osteoarthritis	3 (13.0)
Wound disruption	1 (4.3)
Total	4 (17.3)

직 문제를 동반하여 이로 인한 족관절염과 함께 창상 감염 및 창상부 파열 (wound disruption) 등이 빈번하다¹⁰⁾.

Pilon 골절의 치료는 골절의 형태나 연부조직의 손상으로 인해 그 치료법도 다양하여 도수 정복 후 석고 고정과 종골 견인술, 거대 골편 경피 외고정술, 관혈적 정복과 비골 고정술, 관혈적 정복과 제한된 내고정술, 일차 족관절 유합술, 조기 절단술 등을 통해 치료하였다는 보고가 있으나^{6,8,9,16)} 골절의 분쇄가 심하고 연부조직의 문제로 인해 좋은 결과를 얻기 어려웠으며 따라서 정설화된 치료법은 아직 없다. 다만 1970년대에 Rüedi와 Allgöwer¹⁶⁾가 기술한 pilon 골절의 관혈적 정복술 및 내고정술의 치료 원칙으로 1) 비골의 정상적인 길이 회복, 2) 경골의 관절면 정복, 3) 경골 골간단 결손부위의 해면골 이식, 4) 지지 금속판에 의한 경골의 안정성 확보, 5) 조기 관절운동 등을 제시하였으며 이러한 원칙에 근거한 치료법을 시행하여 만족스러운 결과를 얻었다고 하였다^{3,11)}.

하지만 Rüedi와 Allgöwer¹⁶⁾의 연구에서는 환자 대부분이 스키 손상 등의 저 에너지 손상인 경우가 많았으나, 최근에는 교통사고나 추락사고와 같은 고 에너지 손상으로 인해 심한 분쇄 골절 소견 및 개방성 창상 등을 포함한 심한 연부조직의 손상으로 인해 만족스럽지 못한 치료 결과와 감염 등의 합병증의 증가가 문제가 되고 있어 고 에너지 pilon 골절에서 이 원칙의 직접적인 적용은 어렵다고 생각한다. 특히 pilon 골절에서 골절뿐만 아니라 연부조직의 문제로 인해 초기의 관혈적 정복 및 내고정술이 어렵다는 사실이 알려지면서, 연부 조직 문제에 대한 해결책으로 최근 외고정 장치의 발달과 더불어 pilon 골절의 단계적 치료에 대한 연구가 진행되고 있다. Pilon 골절에서 단계적인 치료를 시행하는 근거는, 첫째로 연부 조직 문제에 대한 Teeny와 Wiss¹⁹⁾의 연구에서 60예의 pilon 골절에서 관혈적 정복 및 내고정 후 2년 5개월간의 추시 관찰 결과, 약 50%의 환자에서 연부조직의 창상 문제가 발생한 결과에 비추어, 초기에 관혈적 정복 및 내고정술에 의한 연부조직의 합병증을 예방하고자 하는 것이다. 둘째로, 외고정 기기만을 최종 치료로 사용할 때, 약 30%에서만 양호한 치료 결과를 보이는 불량한 결과와 함께⁴⁾, 감염, 부정정렬, 불유합, 부정유합, 관절염 및 만성 동통 등의 합병증이 동반되어²⁾ 각종 문제를 야기하게 되므로, 외고정 기기만을 통한 치료가 어렵다는 것이다. 마지막으로 최근 골간단 및 골간 (metaphysis and diaphysis)에 발생한 골절에서 혈류 손상을 최소화하여 골유합을 유도하는 생물학적 원칙 (biologic principle)의 개념이 강조되고 있어, 골간단 및 골간으로 연장된 pilon 골절에 대해서도 최소 침습 방법을 이용한 잠김 압박 금속판 고정술을 이용하는 것이 가능하다는 것이다¹⁾. 이에 세 가지 근거를 바탕으로 외고정 기기를 통한 연부조

직 문제 해결한 이후에 금속판 내고정술을 시행하여 견고한 고정력과 함께 연부조직의 합병증을 낮추는 술기를 고안하게 된 것이다.

이와 같은 개념을 바탕으로 최근 Shin 등¹⁷⁾은 2단계 pilon 골절 수술 시에 연부조직의 회복이 되었다고 판단된다면 외고정기를 빨리 제거하고 최소 침습 방법을 이용한 잠김 금속판을 이용하는 것이 외고정으로 인한 합병증을 예방하고 2단계 수술을 통해 더욱 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였다. 하지만 기존의 2단계 수술법에서 창상 문제 등으로 인해 수술적 처치의 지연이 야기된다면 2단계 수술 시 가골 형성으로 인해 관절면의 정복이 어려워질 수 있으며, 이는 골절의 예후와 직접적인 관련이 있는데, 특히 Ovadia와 Beals¹²⁾는 골절의 불완전한 정복이 후기 외상성 관절염의 주된 원인이며 따라서 pilon 골절에서는 최대한 관절면의 정복을 이룰 수 있어야 한다고 하였다.

저자들 역시 단계적 수술법의 적용 초기에는 연부조직의 문제를 최소화하고자 하여 인대 신연 정복술을 통한 외고정술을 시행한 후 2단계에서 주로 관절면의 해부학적 정복 및 고정술을 시행하였으나, 창상 문제로 인해 2주 이상 수술적 처치가 지연되는 경우 관절면의 해부학적 정복 및 고정술이 어려운 경우가 많음을 경험하였고 이런 경우 임상적, 방사선학적으로 불량한 결과를 얻게 되었다. 이에 고식적인 2단계 수술법을 변형하여 본 연구에서 소개하고자 하는 변형된 방법의 2단계 수술법으로, 1단계에서 관절면의 해부학적 정복 및 고정술을 최소한의 절개를 통해 유관 나사못을 이용하여 시행하고 외고정 장치를 장착하였다. 이후 평균 18일 이후에 외고정기를 제거하고 최소 침습 금속판 고정술 (MIPO) 술기를 이용하여 잠김 압박 금속판 고정술을 시행하여 골절의 안정성을 확보하여 골절 부위의 혈류 손상을 최소화하여 만족할만한 골유합과 함께 양호한 족관절 운동 범위와 좋은 임상적, 방사선학적 결과를 얻을 수 있었다.

Pierce와 Heinrich¹⁴⁾는 pilon 골절의 가장 흔한 합병증으로 피부 결손 및 괴사를 보고하였고, 본 연구에서도 1예에서 감염과 피부 괴사가 발생하였다. 이 환자는 68세의 고령으로 내원 시 Tscherne와 Goetzen²⁰⁾ 분류에서 III단계의 연부조직 상태와 함께 약 5 cm의 개방성 창상이 경골의 전내측에 있었던 환자로, 기계에 다리가 말려 들어가는 사고로 인해 연부조직에 직접적인 손상이 있었던 것으로 생각하며 이에 초기 연부조직의 심한 손상으로 인해 감염과 피부 괴사가 발생하였던 것으로 추정한다. Rüedi와 Allgöwer¹⁶⁾는 후기 합병증인 외상성 관절염이 수상 후 1~2년 내에 발생하며 초기에 발생하는 이유는 관절 연골과 연골하 골의 심한 손상을 원인으로 추정한 반면, Ovadia와 Beals¹²⁾는 골절의 불완전 정복이 주 원인이라고 보고하였다. 본 연구에서

도 외상 후 관절염 3예가 모두 술 후 2년 내에 발생하였으나 부정 정렬은 보이지 않았던 것을 감안한다면, 관절 연골의 손상 자체가 pilon 골절 이후 발생한 외상성 관절염의 주 원인으로 생각한다.

본 연구는 후향적 연구이고, 연구 대상의 수가 23명으로 적었으며, 평균 추시 기간이 약 29개월로 짧은 제한점이 있다. 또한 방사선학적 및 임상적 결과에서 Rüedi와 Allgöwer¹⁶⁾ 분류에 따른 각 군 간의 유의한 차이점이 있을 것으로 생각하였으나, 연구 대상의 수가 적어 통계학적인 유의성을 보이지 않아 이 역시 향후 장기 추시와 함께 다수의 환자 연구가 이루어져야 할 것이다.

결 론

본 연구에서는 pilon 골절의 단계적 치료법을 변형하여, 1단계에서 최소한의 피부절개를 통하여 족관절의 관절면을 양호하게 정복하여 후외상성 관절염 등의 합병증을 줄이면서도 외고정 장치를 통해 임시 고정과 함께 연부 조직의 손상을 최소화할 수 있었고, 2단계에서 최소 침습 방법을 이용한 잠김 압박 금속판 고정술을 시행하여 적은 합병증으로 임상적, 방사선학적으로 양호한 결과를 얻을 수 있어 pilon 골절 치료의 유용한 한 가지 방법으로 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA: Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury*, **29 Suppl 3**: C3-6, 1998.
- 2) 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*, **15**: 153-160, 2001.
- 3) Bone LB: Fractures of the tibial plafond. The pilon fracture. *Orthop Clin North Am*, **18**: 95-104, 1987.
- 4) Bone L, Stegmann P, McNamara K, Seibel R: External fixation of severely comminuted and open tibial pilon fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **(292)**: 101-107, 1993.
- 5) Borens O, Kloen P, Richmond J, Roederer G, Levine DS, Helfet DL: Minimally invasive treatment of pilon fractures with a low profile plate: preliminary results in 17 cases. *Arch Orthop Trauma Surg*, **129**: 649-659, 2009.
- 6) Bourne RB: Pylon fractures of the distal tibia. *Clin Orthop Relat Res*, **(240)**: 42-46, 1989.
- 7) Burwell HN, Charnley AD: The treatment of displaced fractures at the ankle by rigid internal fixation and early joint movement. *J Bone Joint Surg Br*, **47**: 634-660, 1965.
- 8) Coonrad RW: Fracture-dislocations of the ankle joint with impaction injury of the lateral weight-bearing surface of the tibia. *J Bone Joint Surg Am*, **52**: 1337-1344, 1970.
- 9) Destot E: Traumatismes du pied et rayons: X. Malleles, astragale, calcaneum, avant-pied. Paris, Masson: 1-10, 1911.
- 10) Mast JW, Spiegel PG, Pappas JN: Fractures of the tibial pilon. *Clin Orthop Relat Res*, **(230)**: 68-82, 1988.
- 11) Mast JW, Teipner WA: A reproducible approach to the internal fixation of adult ankle fractures: rationale, technique, and early results. *Orthop Clin North Am*, **11**: 661-679, 1980.
- 12) Ovdia DN, Beals RK: Fractures of the tibial plafond. *J Bone Joint Surg Am*, **68**: 543-551, 1986.
- 13) Patterson MJ, Cole JD: Two-staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures. *J Orthop Trauma*, **13**: 85-91, 1999.
- 14) Pierce RO Jr, Heinrich JH: Comminuted intra-articular fractures of the distal tibia. *J Trauma*, **19**: 828-832, 1979.
- 15) 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*, **97**: 39-46, 1994.
- 16) Rüedi TP, Allgöwer M: The operative treatment of intra-articular fractures of the lower end of the tibia. *Clin Orthop Relat Res*, **(138)**: 105-110, 1979.
- 17) Shin HK, Choi JY, Lee JW: Treatment of the pilon fracture involving tibial shaft using two staged MIPO technique. *J Korean Foot Ankle Soc*, **10**: 184-189, 2006.
- 18) Takakura Y, Tanaka Y, Kumai T, Tamai S: Low tibial osteotomy for osteoarthritis of the ankle. Results of a new operation in 18 patients. *J Bone Joint Surg Br*, **77**: 50-54, 1995.
- 19) Teeny SM, Wiss DA: Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. *Clin Orthop Relat Res*, **(292)**: 108-117, 1993.
- 20) Tschern H, Gotzen L: External articular transfixation of joint injuries with severe soft tissue damage. In: Tschern H, Gotzen L ed. *Fractures with soft tissue injuries*. Berlin, Springer-Verlag: 103-117, 1984.