

심한 연부 조직 손상을 동반한 고 에너지 경골 근위부 골절에서의 단계적 치료

이승렬* · 양재훈 · 이준규 · 신현대 · 김경천 · 연규웅 · 김영모

충남대학교 의과대학 정형외과학교실, 성형외과학교실*

목 적: 심한 연부 조직의 손상을 동반한 고 에너지 근위 경골 골절에 대해 1차 외고정 장치 후, 2차 금속판 내고정술을 시행하였던 환자들을 대상으로 단계적 수술법의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 2003년 3월부터 2007년 3월까지 1차 외고정 장치 후 2차 금속판 내고정술을 시행하였던 56예의 고 에너지 근위 경골 골절 환자들 중, 1년 이상 추시가 가능하였던 42예를 대상으로 하였다. 평균 연령은 51.5세였고, 남자 26예, 여자 16예였다. 평균 추시 시간은 32개월이었다. 최종 추시에서 골유합의 방사선학적 평가와 기능적 평가, 연부 조직 합병증에 대해서 조사를 하였다.

결 과: 외고정 장치 후 2차 금속 내고정까지의 기간은 평균 14.9일 (6~40)이었다. 최종 골 유합 기간은 금속판 고정술 후 평균 15주였고, 최종 추시에서 평균 슬관절 가동 범위는 110.8도 (6.2~117도)였다. 31예에서 금속판 내고정술, 11예에서 금속판 내고정과 함께 연부 조직 재건술을 시행하였다. 심부 연부 조직 감염이 2예, 불유합 2예, 부정유합 1예, 슬관절 강직이 1예에서 발생하였다.

결 론: 심한 연부 조직의 손상을 동반한 근위 경골 골절에 대해 1차 외고정 장치 시행 후 다음 단계의 수술 환경을 최대한 적합하게 만든 상태에서 2차 금속 내고정을 시행하여 비교적 적은 감염률, 불유합 등의 결과를 얻었다.

색인 단어: 근위 경골 골절, 고 에너지 손상, 연부 조직 손상, 외고정 장치, 금속판 고정술

Staged Management of High Energy Proximal Tibia Fractures with Severe Soft Tissue Damage

Seung-Ryul Lee, M.D.*, Jae-Hoon Yang, M.D., June-Kyu Lee, M.D., Hyun-Dae Shin, M.D.,
Kyung-Cheon Kim, M.D., Kyu-Woong Yeon, M.D., Young-Mo Kim, M.D.

Departments of Orthopaedic Surgery, Plastic and Reconstructive Surgery*,
Chungnam National University School of Medicine, Daejeon, Korea

Purpose: To find out the efficiency of two staged operation of patients with high energy proximal tibia fracture with severe soft tissue damage, the first step being external fixation, and the second, internal fixation with plates.

Materials and Methods: The study group was the 42 patients who had followed for one year out of a group of 56, performed the first step external fixation and the second step internal fixation with plates retrospectively, from March 2003 to March 2007. The average age of the study group was 51.4, 26 men, and 16 women participating in this study. The average time of follow up was 32 months. In the final follow up, investigations of the radiological assessments and functional abilities of the bony fusion were carried out along with the complications of the soft tissue.

Results: The duration after the first step external fixation until second step internal fixation to be performed was 14.9 (6~40) days in average. The final bone fusion took about 15 weeks, and according to the final follow up, the range of motion of the knee was around 110.8 degrees (6.2~117 degrees). In 31 cases, only the internal fixation was performed, while in 11 cases, soft tissue reconstruction was carried out with the internal fixations. As for the complications there were 2 cases of deep soft tissue infection, 2 cases of nonunion, 1 case of malunion and 1 case of knee joint stiffness.

Conclusion: In cases of proximal tibia fracture with severe soft tissue damage, external fixation was important to secure the safety of the fracture, carry forward the anatomical alignment, plan the soft tissue safety and manage the wound to decrease

통신저자 : 김 영 모

대전시 중구 대사동 640번지
충남대학교 의과대학 정형외과학교실
Tel : 042-280-7352 • Fax : 042-252-7098
E-mail : osdr69@cnu.ac.kr

Address reprint requests to : Young-Mo Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Chungnam National University
School of Medicine, 640, Daesa-dong, Jung-gu, Daejeon 301-721, Korea
Tel : 82-42-280-7352 • Fax : 82-42-252-7098
E-mail : osdr69@cnu.ac.kr

접수: 2008. 11. 2
심사 (수정): 2008. 12. 12
게재확정: 2009. 5. 3

the number of microbial in the next operation, which is the internal fixation with plates.

Key Words: Proximal tibia fracture, High energy injury, Soft tissue injury, External fixator, Plate fixation

서 론

심한 연부 조직 손상 및 분쇄를 동반한 경골 근위부의 관절 내 골절 또는 근위 골간단 분쇄 골절은 고 에너지 손상인 경우가 많고, 이들 골절들의 치료에서는 연부 조직의 빠른 회복이 동반된 골절 치료를 위해 무엇보다 중요하다. Watson 등²⁵⁾에 의하면 근위 경골 골절의 예후 결정 요소로 관절면의 부조화 (step off), 과 골절 선 (condylar fracture lines)의 분리 정도, 골간단-골간의 분리 정도, 연부 조직의 상태 등을 기술하였다. 기존의 수상 직후 시행한 개방적 정복술 및 내고정술 시에는 창상 합병증이 11~88%로 상당히 높고 보고되어^{12,13,16,17,24,28)} 최근에는 1차 외고정 장치 유지 후 2차 내고정술 시행이 고 에너지 근위 경골 골절 치료에서 우수한 치료법으로 대두되는 바^{8,9)}, 저자들은 수상 후 1차 외고정 장치를 시행하여 골절 주변의 연부 조직 상태가 회복된 시점에서 2차 내고정술을 시행하였던 환자들을 대상으로 임상 결과를 알고 보고자 하였다.

대상 및 방법

2003년 3월부터 2007년 3월까지 1차 외고정 장치 후 2차 금속판을 이용한 내고정을 시행한 56예의 환자들 중 1년 이상 추시가 가능하였던 42예를 대상으로 하였다. 평균 연령은 51.5 (23~74)세였고, 남자 26예, 여자 16예였다. 평균 추시 시간은 32 (6~52) 개월이었다. 관절면을 침범한 골절은 AO-OTA분류에서 B3가 1예, C1이 2예, C2가 16예, C3가 13예였다. 관절면 침범이 없는 근위 경골 골간단의 분쇄 골절은 10예였고, 모두 AO-OTA분류에서 A3에 해당하였다. 개방성 골절이 21예, 폐쇄성 골절이 21예였으며, 개방성 골절의 분류는 Gustilio⁸⁾ 분류에서 grade I 1예, II 2예, IIIA 7예, IIIB 9예, IIIC 2예였다. 폐쇄성 골절 1예와 개방성 골절 1예에서 내원 당시 구획 증후군이 진단되어 외고정 장치 시행 시 근막 절제술을 시행하였다. 외고정 장치 시행 후 금속 내고정술까지 6~40일이 소요되었다 (평균 14.9일) (Table 1).

근위 경골 주변의 개방성 골절, 연부 조직의 심한 부종과 수포 형성 등이 보이는 심한 연부 조직 손상이 동반된 경우⁵⁾ 내원 직후, 외고정 장치 (EBI, Biomet, USA)를 이용하여 원위 대퇴골 간부의 외측면과 원위 경골 전내측을 연결하여 근위 경골 골절을 안정화시키는 1차 수술을 시행하였다. 이 때, 경골에 삽입되는 Schanz screw의 위치는 추

후 경골 근위부에 삽입될 금속판의 길이를 고려하여 충분히 하방에 위치하도록 하였다.

외고정 장치 후, 폐쇄성 골절의 경우, 경과 관찰 시 연부 조직의 종창의 현저한 감소와 함께 피부의 주름이 다시 보일 때, 골절 부위 수포의 재 상피화가 보일 때, 골절 부위 주변의 연부조직 종창이 감소할 때 내고정을 시행하는 것을 원칙^{20,21,24,26,27)}으로 하였고, 개방성 골절의 경우 연부 조직의 충분한 변연 절제술 후, 괴사 조직의 제거가 충분하다고 생각되는 시점에서 가능한 빨리 금속판 내고정술과 연부 조직 재건을 시행하는 것을 원칙^{4,7~9,11~13,16)}으로 하였다. 2차 금속판 내고정 수술 시 27예에서 외측 잠금 금속 나사판 (locking compression plate, Synthes, Swiss), 5예에서 외측 잠금 금속 나사판과 경골 내측에 금속판 (maybone plate, IQL, Germany) 또는 LCP L 지지 금속판 (LCP L-buttress plate, Synthes, Swiss)의 이중 금속판을, 4예에서 관절주위 금속판 (periarticular plate, Zimmer, USA)과 K 강선을 이용한 내고정술을, 5예에서 관절 주위 금속판 (periarticular plate, Zimmer, USA)을, 2예에서 LCP L 지지 금속판 (LCP L plate, Synthes, Swiss)과 경피적 나사못을, 1예에서 내측에 LCP L 지지 금속판 (LCP L-buttress plate, Synthes, Swiss)만을, 1예에서 외측 지지 금속판 (buttress plate, Synthes, Swiss)을 이용하여 고정하였다. 내 고정술 시 골 결손이 있거나 불유합 가능성이 예상되었던 5예에서 자가 골반골을 이용한 골 이식술을, 3예에서 탈무 기질화된 골 기질 (demineralized bone matrix)을 삽입하였다.

손상 기전은 고 에너지 손상으로 오토바이 사고가 10예, 보행자 사고가 15예, 운전자 사고가 13예, 낙상 4예였으며, 동측의 하지 손상이 6예에서 있었으며 슬개골과 족근 내과 골절이 1예, 슬개골 골절이 1예, 대퇴 간부 골절 1예, 원위

Table 1. Summary of cases

AO/OTA type	Case	Open Fx.					Closed Fx.
		Grade I	Grade II	Grade III			
				A	B	C	
A3	10	1	0	2	2	1	4
B3	1	0	0	0	0	0	1
C1	2	0	0	1	0	0	1
C2	16	0	1	1	4	0	10
C3	13	0	1	2	3	1	2
Total	42 cases	1	2	7	9	2	24



Fig. 1. 53 year-old man with a proximal tibia fracture (AO/OTA type C2) by a pedestrian traffic accident.

(A, B) Preoperative anteroposterior and lateral radiographs showing the comminution and the lateral condylar depression, (C) and the swelling of knee joint and surrounding soft tissues were severe.

(D, E) External fixation was performed after the day of accident, and these postoperative radiographs shows well aligned fracture fragments.

(F, G) Internal fixation was performed after 17 days, and these radiographs shows firm fixation with a lateral periarticular plate and additional K-wire fixation to preserve the articular line of the knee.

경골 골절 1예, 원위 족근 내과 골절 1예, 골반 골 골절 1예 등이었으며 1예에서는 동측의 견갑골 골절, 1예에서는 경막하 출혈이 동반되었으며 2예에서는 요추부의 압박 골절이었다.

모든 환자에서 응급실 내원 후 환자의 상태가 허락되는 대로 즉시 외고정 장치를 시행하였다 (Fig. 1A~E). 개방성 골절의 경우 Gustilio⁸⁾ I, II에서는 외고정 장치 시 개방창 세척 후 2차 내고정술 시 봉합을 시행하였고, IIIA의 7예와 IIIB 9예, IIIC 2예의 경우 개방창에 대한 철저한 세척 및 변연 절제술을 2차 금속판 내고정술 및 연부 조직 재건술을 시행하기 전까지 수술실에서 시행하고, 습윤 드레싱을 유지하였다 (Fig. 2A~F)^{4,12)}. IIIA 골절 환자에서 발생한 구획 증후군의 1예에서는 외고정 장치 장착과 함께 근막 절개술을 시행하였고, 위와 동일한 방법으로 습윤 드레싱으로 유지하였다. 연부조직의 종창의 현저한 감소와 함께 피부의 주름이 다시 보일 때, 골절 부위 수포의 재상피화가 보일 때, 골절 부위 주변의 연부조직 종창이 감

소할 때^{21,24,26,27)} 2차 금속판 내고정을 시행하였다 (Fig. 1F, G). 금속판 내고정 시 관절면의 부조화를 다시 정복하였고, 개방창은 앞서 언급하듯 IIIB 이상의 연부 조직 결손에 대해서는 성형외과 전문의가 금속판 내고정술 직후 전층 피부 이식 (full thickness skin graft), 유리 피판 (free flap), 도상 피판 (island flap), 근 피판술 (muscle flap) 등을 이용하여 처리하였다 (Fig. 2G, H). 연부 조직 성형술을 시행한 환자들에서는 연부 조직이 충분히 안정화된 후 관절 운동을 시행하였고^{3,12,20)}, 그 외의 환자들에서는 술 후 3일간 장하지 반 석고 붕대 고정 후, 술 후 4일째부터 비체중 부하 상태에서 능동적 슬관절 운동을 시작하였고, 술 후 7일째 추시 단순 방사선 사진 촬영후 술 후 사진과 비교하여 차이가 없을 시 수동적 슬관절 운동을 시작하였다. 전 예에서 퇴원 시 슬개건 체중 부하 보조기 (PTB orthosis)를 착용시키고 퇴원시켰다. 퇴원 후부터 골 유합이 시작되는 시점까지는 3주에 1회씩 외래에서 방사선 촬영을 시행하였고, 방사선 사진상 골 유합의 시작이 확인된 이후



Fig. 2. 45 year-old man with a proximal tibia fracture (AO/OTA type C3, open GIIIB) by a motorcycle traffic accident. Preoperative anteroposterior and lateral radiographs showing the splitting of the tibial condyle and severe comminuted, displaced fragments. (A, B) The soft tissue defect was about 25×10 cm as shown, (C, D) and after copious irrigation and wide marginal debridement was performed at operation room, external fixation was performed immediately. (E, F) Internal fixation was performed after 9 days, and anterolateral thigh free flap was performed by plastic surgeons concurrently. (G, H) The radiographs shows fixation with lateral periarticular plate medial locking compression plate and relatively preserved articular surface of the knee.



Fig. 3. The 12 months follow up (A) anteroposterior and (B) lateral radiographs of the patient described in Fig. 1. The articular surface was congruent and union was achieved successfully. The range of motion was 5 to 120 degree, and patient had mild pain on knee when forceful flexion and extension was performed.

부터는 부분 체중 부하를 시작하면서 2개월 간격으로 외래 추시 하였다. 불유합의 예를 제외하고 방사선학적 완전 골 유합이 이루어진 시점에서 전 체중 부하 운동을 시켰으며 관절 가동 범위를 측정하였다 (Fig. 3, Fig. 4).

결 과

최종 골 유합 기간은 금속판 고정술 후 평균 15주였으며 최종 추시에서 평균 슬관절 가동 범위는 완전 신전 위치를 0도 하였을 때 평균 110.8도 (6.2~117도)였다. 불유합의 2예를 제외한 전 예에서 1 mm 내의 관절면 부조화 (step off)를 얻었으며 과 골절선의 분리, 골간단-골단의 분리 역시 내고정을 통해 정복하였으며 추시를 통한 관찰에서 정복 정도의 변화는 관찰되지 않았다^{25,26,28)}.

개방성 골절 IIIB 9예에서 임시 외고정 장치 시행기간 부종 감소, 수포 소멸, 청결한 육아 조직의 생성 유도, 창

상 관리를 통해 내고정술 시행 시에 적합한 상태로 호전시킨 후^{13,23,26)} 1예에서 전측 피부 이식술을, 5예에서 전외측 대퇴의 유리 피판 이식술을, 박근 피판 이식술을 1예, 비복근 피판 이식술을 1예, 도상 피판술을 1예에서 시행하여 수상 당시의 연부 조직을 재건하였다.

1예에서 비골 신경 손상으로 외고정 장치 시행 시 비골 신경 탐색술^{4,29)}을 시행하였고 내고정 시 도상 피판술을 시행하였으며 최종 추사에서 비골 신경 손상은 거의 정상으로 회복되었다. IIIC의 2예 모두에서 슬와 동맥 손상이 확인되었고, 외고정 장치 시행과 동시에 동맥 재건술을 시행하였으며, 2차 금속판 내고정 시 1예에서는 도상 피판술을 1예에서는 비복근 피판 이식술을 시행하였다 (Table 2).

심부 연부 조직 감염은 2예 (4%)에서 발생하였고, 이중 1예는 폐쇄성 골절, AO/OTA 분류에서 C3로 외고정 장치

시행 15일 후 금속판 내고정술을 시행하였으나 CRP가 상승하고 창상 피열 소견을 보여 시행한 균배양 검사에서 *Staphylococcus epidermidis*가 동정되어 6주간의 정맥 항생제 요법으로 완치되었다. 골 유합이 완성된 18주 후에 금속판 제거술을 시행하였다. 1예는 Gustalio[®] IIIA 개방성 골절, C2 골절로 외고정 장치 시행 시 개방창의 변연 절제술까지 시행했던 환자로 외고정 후 8일째 금속판 내고정술을 시행한 환자로 내고정 시행 후 정맥 항생제 요법에도 불구하고 연부 조직 감염 및 괴사 소견을 보여 변연 절제술의 지속적 시행 후 10개월만에 치유되었다.

1예 (2%)에서 슬관절 구축이 있었으며 폐쇄성 골절, A3 골절로 내고정 후 관절 가동 범위 20~70도로 측정되었다. 이는 환자의 동통 및 동반 손상으로 인하여 초기에 능동 및 수동 관절 운동을 시행하지 못했던 것이 주된 원인으로 판단된다.

불유합이 2예 (4%)였으며 1예는 폐쇄성 C2 골절로 외측의 잠금 나사 금속판을, 내측에는 소형 골 금속판으로 내고정, 자가 골, 동종 골이식술 시행하였으나 금속물 이완과 다발성의 골절면 불유합으로 내고정 12개월만에 인공 슬관절 치환술을 시행하였고, 다른 1예는 Gustalio[®] II 개방성 골절, C3 골절로 금속판 내고정술 시행 20주 후에도 불유합 소견을 보여 탈무기질화된 골 기질 삽입 후 7주에 골

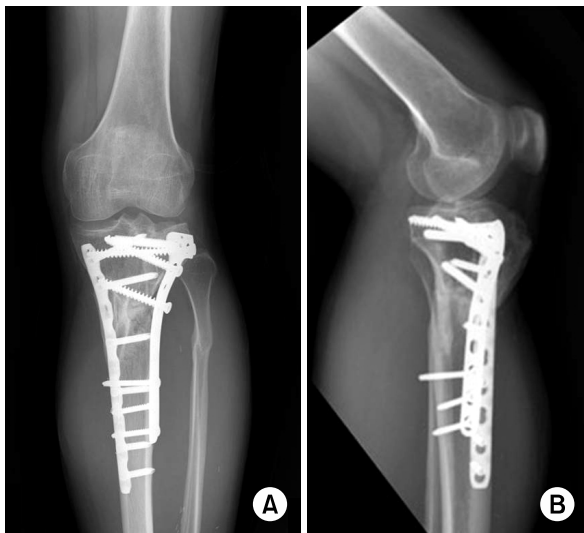


Fig. 4. The 30 months follow up (A) anteroposterior and (B) lateral radiographs of the patient described in Fig. 2. The articular surface was congruent and union was achieved successfully. The range of motion was 0 to 130 degrees, but the patient suffered in pain when full weight bearing was performed.

Table 2. Types of soft tissue reconstructions

AO/OTA type	Open Fx.	
	Grade III	
	B	C
A3	Gastrocnemius flap 1 case *Free flap 1 case	Gastrocnemius flap 1 case
C2	Full-thickness skin graft 1 case *Free flap 1 case Gracilis flap 1 case Island flap 1 case	No
C3	Gastrocnemius flap 1 case *Free flap 2 cases	Gastrocnemius flap 1 case

Table 3. Summary of complications

AO/OTA type	Open Fx.				Closed Fx.
	Grade II	Grade III			
		A	B	C	
A3	No	Malunion 1 case	No	No	Stiffness 1 case
C2	No	Deep soft tissue infection 1 case	No	No	Nonunion 1 case
C3	Nonunion 1 case	No	No	No	Deep soft tissue infection 1 case
Total 7 cases	1 case	2 cases	No	No	4 cases

유합 소견을 보였다. 부정 유합은 1예에서 발생하였으며, 전방 각 형성이 13도, 경골 단축이 1.5 cm, 15주에 골 유합 소견을 보였으며 관절가동 범위는 120도 (0~120도)였다 (Table 3).

고 찰

경골 근위부 관절 내 골절은 그 자체로 치료가 복잡한 데다가 동반된 연부 조직 손상에 대한 치료 역시 골절에 대한 치료만큼 중요하여 동반된 연부 조직 손상을 간과할 경우 불량한 치료 결과를 얻는 것으로 보고된 바 있다^{1,13,15,27,29}. 연부 조직의 중증 손상을 동반한 근위 경골 골절에 대한 치료로 관혈적 정복술과 금속판 또는 나사못을 이용한 고정술, 제한적 개방 정복과 경피적 나사못 삽입술, 또는 혼성, 원형 외고정 장치를 이용한 간접적 정복술과 같은 다양한 치료 방법이 소개되어 왔다^{2,5~8,11,13,14,16~18,20,22}. 1차 외고정 장치의 개념은 약 10년 전 역학적, 해부학 정렬을 도모하며 추후 합병증을 줄인다고 하여 알려지기 시작하였고^{8,19,23}, 최근 1차 외고정 후 2차 금속물을 이용한 정복술이 고에너지 Pilon 골절¹⁵에서 소개되어 왔으며 Patterson과 Cole 등¹⁶은 이런 가교 외고정을 이용한 방법으로 77%의 우수한 결과를 보고하였다. Sirkin 등²²은 이와 유사한 방법으로 연부 조직 문제를 완전히 없앨 수 있었다고 발표하였다.

저자들은 고에너지 경골 근위 손상에 대한 명확한 지침을 설정하고 이에 따라 내원 당일 또는 다음날 임시 외고정 시행 후 연부 조직의 회복 상태를 파악하면서 2차 금속물을 이용한 고정술을 시행하였던 바, 골 또는 연부 조직 감염은 2예, 4%로 줄일 수 있어 상당히 우수한 결과였다. Mikulak 등¹¹은 24예의 고에너지 Schatzker 등²¹ 제6형 골절에서 원형 금속 강선과 내고정을 시행한 결과 2예의 비골 신경 마비, 2예의 금속물과 연관된 감염, 7예의 표재성 편 주위 감염, 1예의 골수염, 1예의 관절 구축을 보고하였다. Young과 Barrack²⁹은 경골 양과 복합 골절에서 양측의 이중 금속판으로 치료한 환자의 88%에서 연부 조직 감염을 보고하였으며 이들은 편측 금속판에 비해 감염이 증가했다고 서술하고 있으나 아마도 연부 조직 손상이 내고정을 견뎌낼 상태로 회복되지 않은 상태임을 간과한 것으로 생각된다. Covall 등¹⁰은 7년간 32예의 경골 양과 골절 환자에게 수상 급성기에 개방적 정복술과 내고정술을 동시에 시행한바 42% 연부 조직 감염을 보고하였고 추후에는 혼성 외고정 장치 그리고/또는 제한적 관절경적 내고정술의 조합으로 지침을 변경하였다.

본 연구에서 슬관절의 가동 범위는 평균 110.8도 (6.2~117)도로 Egol 등⁴에 의한 연구에서의 106도와 유의한 차이가 없는 우수한 결과를 얻었으며, Ilizarov 외고정 장치와

최소 침습 내고정술을 시행한 Guadinez 등의 평균 가동범위 85도, Weddell 등²⁸의 83도보다 우수하였다. 1차 외고정을 통해 슬관절을 건너는 (Bridging external fixation) 상태에서 골절부위의 내고정이 가능하도록 연부 조직의 면밀한 관리를 통해 내고정 시 연부 조직의 봉합 또는 재건이 가능하도록 하자는 개념이 본 연구의 주된 치료 방법이었 고, 연구 결과 자체로만 보았을 때 효과적인 치료 방법 중 하나일 것이다.

본 연구의 제한점은 1차 외고정 장착 없이 관혈적 정복과 금속 내고정을 시행한 대조군이 없다는 점이며 역시, 외고정을 시행하지 않은 채 지연된 내고정을 시행한 군과의 비교가 없다는 점이다. 또한 본 연구에 사용된 외고정 장치는 상대적으로 무겁고, 방사선 비 투과성이라는 점도 단점이고, 내고정 시 명확한 삽입물의 종류를 일관되게 하지 못한 점도 있으나 이는 골절이 같은 분류에 속하더라도 다양한 양상을 가지기 때문에 저자들의 판단에 따라 환자에게 가장 알맞은 것을 선택했기 때문이다. 또한 골절과 동반된 관절 내의 연부 조직 즉, 전방 및 후방 십자 인대와 측부 인대, 반월상 연골 등의 손상에 대해서는 언급을 하지 않았다는 점이다.

결 론

심부 연부 조직의 손상을 동반한 근위 경골의 골절 시 1차 외고정을 통해 슬관절을, 1차 외고정을 통해 슬관절을 건너는 (Bridging external fixation) 상태에서 골절부위의 내고정이 가능하도록 연부 조직의 면밀한 관리를 통해 수일 후 지연된 내고정 시 감염 등의 연부 조직과 관련된 문제에서 특히 이 방법이 유용하며 술 후 관절 가동 범위도 우수한 결과를 나타내어 유용한 치료 방법이라 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Anglen JO, Healey WV: Tibial plateau fractures. *Orthopedics*, **11**: 1527-1534, 1988.
- 2) Blokker CP, Rorabeck CH, Bourne RB: Tibial plateau fractures. An analysis of the results of treatment in 60 patients. *Clin Orthop*, **182**: 193-199, 1984.
- 3) Delamarter RB, Hohl M, Hopp E Jr: Ligament injuries associated with tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **250**: 226-233, 1990.
- 4) Egol KA, Tejwani NC, Capla EL, Wolinsky PL, Koval KJ: Staged management of High-energy proximal tibia fracture (OTA types 41): the results of a prospective, standardized protocol. *J Orthop Trauma*, **19**: 448-455,

- 2005.
- 5) **Fernandez DL**: Anterior approach to the knee with osteotomy of the tibial tubercle for bicondylar tibial fractures. *J Bone joint Surg Am*, **70**: 208-219, 1988.
 - 6) **Giannoudis PV**: Surgical priorities in damage control in polytrauma. *J Bone Joint Surg*, **85**: 478-483, 2003.
 - 7) **Gottschalk FAB, Graham AJ, Morein G**: The management of severely comminuted fractures of the femoral shaft, using the external fixator. *Injury*, **16**: 377-381, 1985.
 - 8) **Gustilo RB, Anderson JT**: Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones. Retrospective and prospective analysis. *J Bone Joint Surg*, **58**: 453-458, 1976.
 - 9) **Haidukewych GJ, Collinge CA**: Conversion of temporary external fixation to formal internal fixation for complex for complex periarticular injuries of the lower extremity: is there an infection risk? Presented at the American academy of orthopaedic surgeons annual meeting, Dallas, Texas, 2002.
 - 10) **Mallik AR, Covall DJ, Whitelaw GP**: Internal versus external fixation of bicondylar tibial plateau fracture. *Orthopaedic Review*, **21**: 1433-1436, 1992.
 - 11) **Mikulak SA, Gold SM, Zinar DM**: Small wire external fixation of high energy tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **356**: 230-238, 1998.
 - 12) **Mills WJ, Nork SE**: Open reduction and internal fixation of high-energy tibial plateau fractures. *Orthop Clin North Am*, **33**: 177-198, 2002.
 - 13) **Moore TM, Patzakis MJ, Harvey JP**: Tibial plateau fractures: definition, demographics, treatment rationale, and long-term results of closed traction management or operative reduction. *J Orthop Trauma*, **1**: 97-119, 1987.
 - 14) **Nowotarski PJ, Turen CH, Brumback RJ, Scarboro JM**: Conversion of external fixation to intramedullary nailing for the shaft of the femur in multiply injured patients. *J Bone joint Surg*, **82**: 781-788, 2000.
 - 15) **Park TW, Cho SD, Cho YS, Kim BS, Lew S, Hwang SY**: Treatment of proximal tibia fracture with hybrid external fixator. *J Korean Fracture Soc*, **14**: 285-290, 2001.
 - 16) **Patterson MJ, Cole JD**: Two staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures. *J Orthop Trauma*, **13**: 85-91, 1999.
 - 17) **Perry CR, Evans LG, Rice S, Fogarty J, Burdge RE**: A new surgical approach to fractures of the lateral tibial plateau. *J Bone Joint Surg Am*, **66**: 1236-1240, 1984.
 - 18) **Rasmussen PS**: Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am*, **55**: 1331-1350, 1973.
 - 19) **Reminger AR, Miclau T, Neuer W**: A simple technique for creating hybrid fixators using a modified AO single adjustable clamp. *J Orthop Trauma*, **11**: 54-56, 1997.
 - 20) **Scalea TM, Boswell AS, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN**: External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple Injuries and with femur fractures: damage control orthopaedics. *J Trauma*, **48**: 613-623, 2000.
 - 21) **Schatzker J, McBroom R, Bruce D**: The tibial plateau fractures. The Toronto experience 1968-1975. *Clin Orthop Relat Res*, **138**: 94-104, 1979.
 - 22) **Sirkin M, Sanders R, Di Pasquale T, Herscovici Jr**: A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma*, **13**: 78-84, 1999.
 - 23) **Stamer DT, Schenk R, Staggers B, Aurori K, Aurori B, Behrens FF**: Bicondylar tibial plateau fractures treated with a hybrid ring external fixator: a preliminary study. *J Orthop Trauma*, **8**: 455-461, 1994.
 - 24) **Tronetta P, Weiner L, Bergman M, et al**: Pilon fracture: treatment with combined internal and external fixation. *J Orthop Trauma*, **7**: 489-496, 1993.
 - 25) **Watson JT**: High-energy fractures of the tibial plateau. *Orthop Clin North Am*, **25**: 723-752, 1994.
 - 26) **Watson JT, Coufal C**: Treatment of complex lateral plateau fractures using Ilizarov techniques. *Clin Orthop Relat Res*, **353**: 97-106, 1998.
 - 27) **Weiner LS, Kelly M, Yang E, et al**: The use of combination internal fixation and hybrid external fixation in severe proximal fractures. *J Orthop Trauma*, **995**: 224-250, 1995.
 - 28) **Weddell JP, Johnston DWC, Neidre A**: Fractures of the tibial plateau: a review of ninety-five patients and comparison of treatment methods. *J Trauma*, **21**: 376-381, 1981.
 - 29) **Young MJ, Barrack RL**: Complications of internal fixation of tibial plateau fractures. *Orthop Rev*, **23**: 149-154, 1994.