

불안정성 골반환 손상의 수술적 치료

이상홍 · 하상호 · 이영관 · 조성원 · 박상수

조선대학교 의과대학 정형외과학교실

목 적: 불안정 골반환 손상의 불안정 정도 및 전위 정도에 따라 각기 다른 고정술을 시행하여 이에 대한 치료 결과를 분석하고자 하였다.

대상 및 방법: 2005년 1월에서 2009년 12월까지 불안정 골반환 손상을 입은 23명을 대상으로 AO/OTA 골절 분류를 이용하여 분류하였다. 수술방법은 부분적 불안정 손상에서는 전방 금속판고정 및 후방 경피적 장-천골 나사못고정술, 완전 불안정 손상에서는 전방 및 후방 금속판고정술을 시행하였다. 방사선학적 평가는 Matta와 Saucedo의 기준을 사용하였으며, 임상적인 평가는 Rommens와 Hessmann의 기준을 이용하였다.

결 과: 방사선학적 평가상 부분 불안정 손상에서는 후방 골반환의 전위는 약 6.65 mm, 완전 불안정 손상에서는 후방 골반환의 전위는 약 7.8 mm 호전되었다. 임상적 평가에서 최종 추시상 우수 13예, 양호 6예였다.

결 론: 불안정성 골반환 손상의 후방 불안정 정도 및 전위 정도에 따라 각기 다른 수술적 방법을 선택하여 양호한 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각한다.

색인 단어: 불안정성 골반환 손상, 후방 금속판고정술, 경피적 장-천골 나사못고정술

Operative Treatment of Unstable Pelvic Ring Injury

Sang Hong Lee, M.D., Sang Ho Ha, M.D., Young Kwan Lee, M.D.,
Sung Won Cho, M.D., Sang Soo Park, M.D.

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

Purpose: To analyze the clinical and radiological results of the different fixation methods according to the type and displacement of unstable pelvic ring injuries.

Materials and Methods: Twenty-three patients with unstable pelvic ring injuries from January 2005 to December 2009 were classified according to the AO/OTA classification system. When patients had been diagnosed with unstable pelvic ring injuries with partial instability, they were treated by anterior fixation with a plate and posterior percutaneous iliosacral screw fixation. When patients had been diagnosed with unstable pelvic ring injuries with complete instability, they were treated by open reduction and anterior to posterior fixation with a plate through the ilioinguinal approach. The radiological results were evaluated using Matta and Saucedo's method, and the clinical results were evaluated using Rommens and Hessmann's method.

Results: The outcomes from the radiological evaluation were that the displacement of the posterior pelvic ring were improved by about 6.65 mm in unstable pelvic ring injuries with partial instability. The displacement of the posterior pelvic ring were improved by about 7.8 mm in unstable pelvic ring injuries with complete instability. The clinical results were excellent in 13 cases and good in 6 cases on latest follow-up.

Conclusion: Good results can be achieved by selecting the treatment method according to the type of unstable pelvic ring injury and displacement.

Key Words: Unstable pelvic ring injury, Plate, Percutaneous iliosacral screw

통신저자 : 이 상 홍

광주시 동구 필문대로 365, 조선대학교병원 정형외과

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

E-mail : shalee@chosun.ac.kr

접수: 2012. 2. 2

심사(수정): 2012. 3. 10

게재확정: 2012. 7. 10

Address reprint requests to : Sang Hong Lee, M.D.

Department of Orthopaedic 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 : shalee@chosun.ac.kr

서 론

불안정성 골반환 손상은 복부 및 생식기계의 내부 장기, 주요 혈관과 신경의 손상을 가져올 수 있고 이로 인한 사망률이 8.6~25%까지 보고되고 있어^{2,18)} 골반환의 안정성 회복은 사망률을 감소시킬 뿐 아니라 환자의 조기 재활과 합병증을 줄일 수 있어 매우 중요하다²⁶⁾. 골반환 손상은 그 손상 기전에 따라 골절의 양상을 분류할 수 있고, 각각의 양상에 따라 보존적 치료, 금속판고정술, 경피적 나사못 고정술, 외고정술 등 다양한 수술 방법을 선택하고 그 예후를 예측할 수 있다^{17,26,32)}. 저자들의 경우 전후방 압박 및 측방 손상으로 인한 치골 결합부 이개 또는 치골지의 전위성 골절과 함께 천장 관절 분리가 있는 손상은 부분 불안정성 골반환 손상으로 분류하여 전방 접근법을 통하여 치골부위에 대한 금속판고정술 시행 및 후방 골반환 손상에 대해서는 경피적 장-천골 나사못고정술을 시행하였다. 심한 전후방 또는 측방 압박 손상이나 수직 전단 손상에 의하여 천장 관절의 심한 불안정성과 함께 치골지의 전위가 동반된 손상은 완전 불안정성 골반환 손상으로 분류하여 수술

중 환자의 체위 변경 없이 장 서혜부 도달법을 이용하여 치골지의 골절과 천장 관절 분리 부분에 대해 각각 금속판 고정술을 시행하였고 이에 대한 치료 결과를 분석하고자 한다.

대상 및 방법

2005년 1월부터 2009년 12월까지 본원에서 골반환 손상에 대하여 수술적 치료를 시행한 환자 중 전방 금속판 및 후방 경피적 나사못고정술을 시행한 환자들과 골반환의 전방 및 후방에 각각 금속판고정술을 시행한 환자들 중에서 최소 1년 이상 추시가 가능하였던 23예를 대상으로 하였으며, 평균 연령은 55세로 남자는 16예, 여자는 7예였다. 수상의 원인은 자동차사고 8예, 추락사고 6예, 보행자사고 5예, 오토바이사고가 4예로 모두 고에너지 손상에 의한 것이었고, 동반손상으로 다른 부위 골절은 8예, 방광손상 4예, 복부 장기 손상 3예, 신경학적 손상 2예였다.

단순 방사선 골반 골 전후면 사진과 입구 사진 및 출구 사진과 함께 수술 전 컴퓨터단층촬영을 통하여 골절의 양

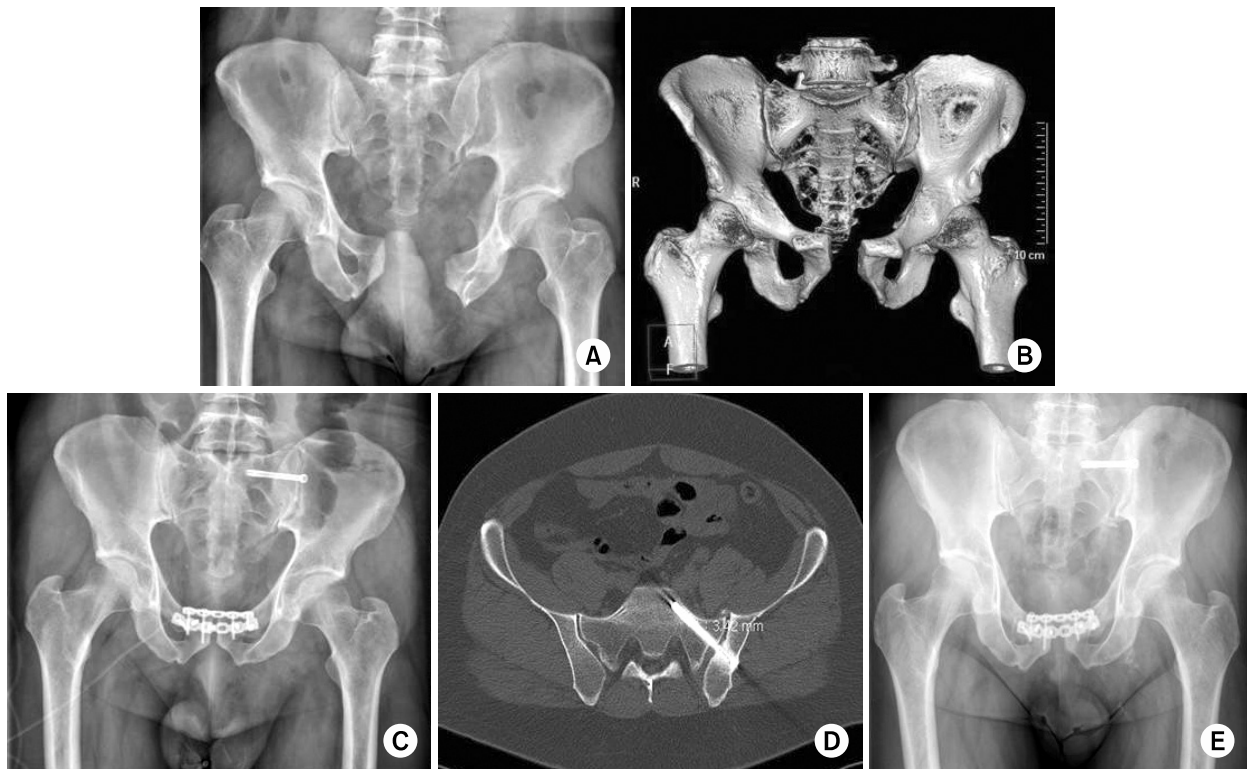


Fig. 1. (A, B) A 41-year-old male patient who had an unstable pelvic fracture with symphysis pubis diastasis and sacroiliac joint disruption.

(C, D) Plate fixation on symphysis pubis and percutaneous iliosacral screw fixation on sacroiliac joint.

(E) After 30 months, he had a complete union and excellent function.

상과 전위 정도를 확인하였다. AO/OTA 골절 분류를 기준으로 B2형 8예, C1형 9예, C2형 5예, C3형 1예였다. 수술적 방법은 AO/OTA 골절 분류상 B2형은 부분 불안정 손상으로 분류하였으며²⁾ 이에 대해서는 골반환의 전방 손상에 대해서는 금속판 고정을 시행하고 후방 골반환 손상에 대해서는 환자의 체위 변경 없이 경피적 장-천골 나사못고정술을 시행하였다(Fig. 1). AO/OTA 골절 분류상 C1, C2, C3형은 완전 불안정 손상으로 분류하여²⁾ 전방의 골반환 손상에 대하여 금속판 고정을 시행한 이후 환자의 체위 변화 없이 전방 접근을 위한 절개선을 후상방으로 연장하여 장 서혜 접근법(ilio-inguinal approach)을 이용하여 천장 관절 손상에 대해 각각 금속판고정술을 시행하였다(Fig. 2).

술 후 환자들에 대하여 고관절과 슬관절은 능동적 운동을 허용하였고, 2주 후부터 휠체어 거동, 6주째에 부분 체중 부하 운동, 8~10주째에 방사선학적인 골 재형성 관찰 및 임상적으로 통증 여부에 따라서 전 체중 부하 거동을 허용하였다. 환자의 추시는 퇴원 후 1개월 간격으로 시행하여 골반 전후면 입구 출구 방사선사진을 확인하고 임상

적 평가를 시행하였다.

방사선적 평가는 정복의 상태에 따라 Matta와 Saucedo¹³⁾의 기준을 이용하여 해부학적(anatomic, 골반이 대칭이고 전위가 4 mm 이내), 준해부학적(nearly anatomic, 전위가 4~10 mm 이내), 보통(moderate, 전위가 1~2 cm 사이) 그리고 불량(poor, 전위가 2 cm 이상)으로 구분하였으며, 임상적 평가는 Rommens와 Hessmann²⁰⁾의 기준을 이용하여 동통, 보행거리에 따라 우수(동통이 없고, 거리제한이 없는 정상보행), 양호(제한된 동통, 약간의 거리제한이 있는 다소 비정상보행), 보통(규칙적인 동통, 제한된 거리의 비정상 보행), 그리고 불량(심한 동통, 거리가 매우 제한된 비정상 보행)으로 구분하였다. 그리고 골유합의 시기 및 술 후 합병증에 대하여 조사하였다.

결 과

Matta와 Saucedo¹³⁾에 의한 방사선학적 평가는 부분 불안정 손상(B2형)에서 해부학적 정복 6예, 준 해부학적 정복

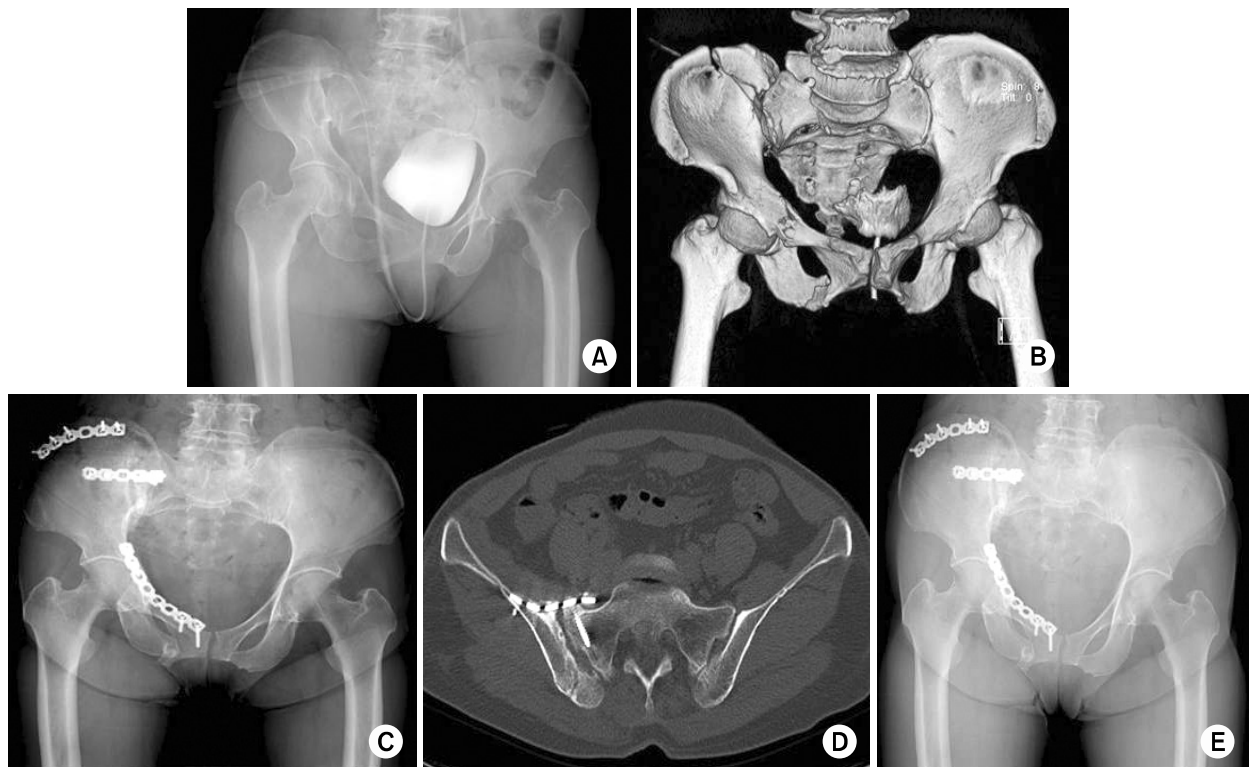


Fig. 2. (A, B) A 65-year-old female patient who had unstable pelvic fracture with superior and inferior ramus fracture and sacroiliac joint disruption.

(C, D) Through the anterior approach, anatomical reconstruction was achieved with the fixation of the anterior and posterior rings.

(E) After 53 months, she had a complete union and excellent function.

Table 1. Patient Data

Case No.	Age	Sex	Cause of injury	Classification (AO/OTA)	Associated injury	Time to operation after injury (day)	Fixation of sacroiliac joint	Union time (wk)	Radiologic result	Functional result	Complication
1	68	M	Fall from a height	B2	Distal radius Fx.	3	Screw	13	Anatomic	Excellent	
2	65	F	Motorbike TA	C1	Bladder rupture	<24 hr	Plate	16	Anatomic	Excellent	
3	54	M	Pedestrian TA	C1		17	Plate	18	Nearly anatomic	Good	Wound infection
4	44	M	Pedestrian TA	C3	Liver laceration	21	Plate	23	Poor	Poor	DVT
5	48	F	In car TA	C2	Bladder rupture Sacral plexus injury	8	Plate	17	Nearly anatomic	Moderate	
6	25	M	Fall from a height	C2	Bladder rupture	<24 hr	Plate	15	Anatomic	Excellent	
7	68	M	Fall from a height	B2		3	Screw	11	Anatomic	Excellent	
8	56	M	Fall from a height	B2	Femur Fx. Distal radius Fx.	14	Screw	15	Anatomic	Excellent	
9	70	M	Pedestrian TA	C2	Bladder rupture	9	Plate	18	Nearly anatomic	Good	
10	41	M	Motorbike TA	C2		5	Plate	16	Nearly anatomic	Good	
11	68	F	In car TA	C2	Liver contusion	4	Plate	15	Nearly anatomic	Moderate	CRPS
12	72	M	Pedestrian TA	C1		8	Plate	16	Nearly anatomic	Good	Sciatic nerve palsy
13	41	M	Motorbike TA	B2		10	Screw	14	Anatomic	Excellent	
14	66	M	Fall from a height	C1	Femur Fx.	7	Plate	14	Anatomic	Excellent	
15	52	F	Motorbike TA	B2	Humerus Fx.	8	Screw	16	Nearly anatomic	Excellent	
16	49	F	In car TA	C1	Multiple rib Fx.	9	Plate	16	Anatomic	Good	
17	43	M	In car TA	B2	Small bowel perforation	17	Screw	14	Anatomic	Excellent	
18	34	M	In car TA	B2		9	Screw	13	Anatomic	Excellent	
19	76	M	In car TA	C1	Multiple rib Fx. Sacral plexus injury	4	Plate	15	Anatomic	Moderate	
20	73	F	Fall from a height	C1		5	Plate	18	Nearly anatomic	Good	
21	53	M	Pedestrian TA	B2	Femur Fx.	1	Screw	17	Nearly anatomic	Good	SI joint arthritis
22	60	F	In car TA	C1		11	Plate	14	Anatomic	Excellent	
23	37	M	In car TA	C1		13	Plate	20	Nearly anatomic	Excellent	

M: Male, F: Female, TA: Traffic accident, Fx: Fracture, DVT: Deep vein thrombosis, CRPS: Complex regional pain syndrome, SI: Sacro-Iliac.

2예로 나타났고 골반환의 전위는 수술 전 평균 9.9 mm (7~12 mm)에서 수술 후 평균 3.25 mm (1~6 mm)로 6.65 mm 호전되었다. 또한 완전 불안정 손상에서 해부학적 정복 6예, 준해부학적 정복 8예, 불량 1예로 나타났고 골반환의 전위는 술 전 평균 13.6 mm (10~28 mm)에서 술 후 평균 5.8 mm (2~25 mm)로 7.8 mm 호전되었다.

Rommens와 Hessmann²⁰⁾의 임상적 평가는 부분 불안정 손상에서 우수 6예, 양호 1예, 보통 1예를 보였다. 또한 완전 불안정 손상에서 우수 7예, 양호 4예, 보통 4예를 보였다. 또한 부분 불안정 손상에서 평균 14.4주(10~20주)에 골유합을 얻을 수 있었으며, 완전 불안정 손상에서 15.5주(9~22주)에 골유합을 얻을 수 있었다. 수술 후 합병증으로 부

분 불안정 손상에서 천장 관절에 대한 경피적 나사못고정술 시행 후 L5 신경근의 손상 소견이 1예 발생하였으며, 지속적 후방 골반 통증 호소하는 환자의 방사선사진상 천장 관절의 관절염이 1예 발생하였다. 또한 완전 불안정 손상에서 수술 부위의 창상감염이 1예 발생하였고, 복합 부위 통증 증후군 1예가 관찰되었으며, 타 장기 손상이 동반되어 수술적 처치가 3주 가량 지연되었던 환자에서 심부정맥 혈전증 1예가 발생하였다(Table 1).

고 찰

불안정 골반환 손상은 보존적 치료를 할 경우 오랜 기간 침상 생활을 해야 하며, 시간이 경과할수록 골절 부위의 정복이 쉽지 않고 전위가 발생할 가능성이 높기 때문에 추후 합병증 및 장애 발생률이 높은 반면²⁵⁾, 조기에 수술적 치료를 할 경우 빠른 재해 및 회복을 기대할 수 있고, 장애 발생 위험도를 줄일 수 있다^{4,11,12)}.

수술적 치료 방법은 매우 다양하고 손상의 양상에 따라 적절한 치료 방법을 선택할 수 있는데, 외고정술은 회전력에는 불안정하나 수직 전단력에는 안정적인 골반환 손상에서 근본적인 치료로 사용할 수 있고⁸⁾, 환자의 생체 징후가 불안정한 응급 상황에서 가장 빨리 시행할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 정복의 소실이 많고 핀 부위 감염의 위험성이 있으며 환자의 불편감으로 장기간 유지하기 어려운 단점이 있어 사용이 제한된다^{12,13,25)}. Ward 등³¹⁾은 외고정 장치에 수직 전단력에는 불안정하기 때문에 추가적인 견인이나 후방의 금속판고정이 필요할 수 있다고 하였으며, 최근에는 내고정술이 외고정술의 단점을 줄이고, 생역학적으로 안정되며 기능적으로 우수한 결과를 보이기 때문에 여러 저자들에 의해 불안정 골반환 손상의 주된 치료법으로 사용되고 있다^{19,20)}.

후방 골반환의 내고정술은 크게 후방 접근법과 전방 접근법으로 구분할 수 있는데 후방 접근법은 천골 골절이나 천장 관절의 분리가 있을 때 천추봉(sacral bar)이나 금속판을 이용하여 견측의 골반에 고정시키는 방법으로 생역학적 안정성을 가지지만, 과도하게 압박되어 신경 손상의 가능성이 있고 양 끝이 튀어나와 환자가 불편감을 호소할 수 있다⁷⁾. 또한 후방 접근법에 따른 금속판고정술은 직접적으로 천장 관절을 볼 수 없기 때문에 정확한 정복이 안될 수 있고, 수상 당시 대부분 후방의 연부조직 손상이 동반되기 때문에 심부 감염의 합병증이 발생할 가능성이 높은 것으로 알려져 있으며^{8,18,25)} Kellam 등⁸⁾은 연부조직 괴사를 25%까지 보고하였다. 반면 전방 접근법을 통한 천장관절 전방의 금속판고정술은 Simonian 등²⁴⁾이 생역학적 연구에서 우수한 고정력을 보고하였고, 수술 중 환자의 위치 변

화 없이 한 번에 치골 결합 이개 및 골절에 대해서도 수술을 시행할 수 있으며, 천장 관절을 직접 볼 수 있기 때문에 해부학적 정복이 가능하여 많이 사용되고 있으며^{1,27)}, Min 등¹⁴⁾은 이러한 전방 금속판고정술을 이용한 치료 후 좋은 결과 및 유용성에 대하여 보고하였다. 그러나 금속판 고정 시 제5 요추 신경근 및 상측 둔동맥의 손상 가능성이 있으며, 천골 골절 부위를 잘 보기 어렵다는 단점이 있다. 저자들은 전위가 심한 후방 골반환 손상 15예에 대하여 전방 접근법을 통한 금속판고정술 시행한 결과 충분한 고정 및 만족할 만한 결과를 얻었으나 수술 후 일시적인 하지 저림 증세가 2예에서 발생하였고 추시 관찰 중 모두 회복되었는데 이는 골절부 정복 및 금속판 고정 시 과도한 견인으로 인한 신경자극에 의하여 발생하였을 것으로 판단되었으며 향후 수술시 주의가 필요할 것으로 생각하였다.

최근에는 골절부를 노출시키지 않고 유관나사를 이용하여 제1 천추체 및 제2 천추체로 고정하는 방법이 많이 사용되고 있으며 Oh 등¹⁵⁾은 전방 금속판고정 및 장-천골 나사못고정술의 유용성을 주장하였다. 이는 생역학적 안정성이 있으며³⁾ 특히 전방에 금속판고정술을 먼저 시행하는 경우 후방 골반환 손상이 간접적으로 정복이 되기 때문에 그 안정성이 더욱 증가하는 것으로 알려져 있다²²⁾. 또한 절개가 적고 수술시간이 짧기 때문에 연부조직의 문제 및 출혈이 적다는 장점이 있다. 그러나 환자마다 천골의 해부학적 차이가 있거나¹⁶⁾, 복부 음영이 많아 정확한 영상을 얻기 어려운 경우 잘못된 위치로의 나사못 삽입으로 혈관, 제5 요추 신경근 및 제1 천추 신경근의 손상을 가질 수 있고, 나사못 고정력의 약화로 정복의 소실과 이로 인한 불유합 혹은 부정유합이 발생할 수 있는 단점이 있다^{21,23)}. 또한 Griffin 등⁶⁾은 경피적 나사못고정술이 불안정성 골반 손상에 효과적이나 천골 골절에서는 고정 실패에 대하여 주의하여야 한다고 하였다. 그러나 최근에는 정확한 나사못 삽입을 위하여 전산화단층촬영 영상을 보면서 나사못을 삽입하고³⁰⁾ 더 견고한 나사못고정을 위하여 S1 추체에 2개의 나사못을 고정하거나, S1 추체와 S2 추체에 각각의 나사못 고정을 시행하여 좋은 결과를 얻은 연구들이 보고되고 있다¹⁰⁾. 저자들의 경우 치골 결합부 이개를 동반한 천장 관절 분리 8예(B2형)에 대하여 pfannestiel 접근법과 bone hook과 Schanz 나사못을 이용하여 하방으로 견인 및 정복한 후 전방 골반환에 금속판고정을 시행하였고 이후 후방 골반환이 간접적으로 정복이 되는 것을 확인하고 장골 피절골 외측에서 S1추체에 경피적 장-천골 나사못고정술을 시행하였다. 이후 정복의 소실 등은 발생하지 않았으나 술 후 합병증으로 1예에서 나사못 고정 시 S1 천추공으로 나사못 돌출이 발생하였는데 하지의 저린감 및 좌골신경 마비 증상 보여 즉시 나사못을 제거하였고 이후 증상의 호전

을 보였다.

그리고 천장 관절 분리가 동반된 C1, C2형의 경우 장 서혜부 도달법을 통하여 전방 골반환에 금속판 고정을 시행한 후, 천장 관절 부위에 1개 혹은 2개의 재건 금속판을 사용하여 장골과 천골에 2개 이상의 나사못고정을 시행하였고, 양측성 불안정 손상인 C3형의 경우 전방 골반환 및 천장 관절에 금속판을 고정 및 추가로 외고정 기기를 4주간 장착하였다. 수술 후에는 C2, C3의 경우 최소 4~6주간 안정기료를 시행하였다.

수상으로부터 수술까지의 시간은 평균 8일이 소요되었는데, 대부분 골절에 의한 출혈이 멈추고, 술 후 감염 등의 위험성을 줄이기 위하여 연부조직의 부종이 가라앉기를 기다려 7일 전후로 수술을 시행하였고 이 경우 일시적인 외고정은 시행하지 않았다. 수술시간이 오래 지연되는 경우는 일시적으로 견인이나 외고정 장치를 시행하는 것을 원칙으로 하고 있으나 본 연구에서 1예는 소장파열로 외과에서 응급수술 후 복부창상문제로, 1예는 간 열상으로 절대 안정이 필요하여 외고정을 하지 못하였다.

환자 대부분 내원 시 혈압감소 및 맥박의 증가 등 불안정한 생체징후를 보였으나 수액 및 packed red cell 투여, 그리고 측방압박이 아닌 경우는 pelvic binder를 통해서 안정화되었고, 2예에 대해서는 회복소견이 보이지 않아 혈관조형술을 시행하여 혈관 손상유무를 확인하였다.

술 후 방사선학적 평가에서는 1예에서 해부학적으로 불량한 정복이 발생하였는데 AO C3형의 중례로 수상 당시 1등급의 간 열상이 동반되어 중환자실에서 절대 안정 후 3주 경과하여 수술적 치료를 시행하였던 경우로 골반환의 후 상방 전위가 관혈적 정복으로도 용이하지 않았으며, 술 후 천장 관절 관절염으로 보행 시 지속적인 통증으로 임상적 평가에서도 불량의 소견을 보였다. 임상적 평가에서는 3예에서 보통의 결과를 얻었는데 수상 당시 천골 골절이 동반되면서 요·천추신경 총 손상으로 좌골신경 마비 증상을 보였던 2예 모두 최종 추시에서도 동통 및 운동 장애, 감각이상을 호소하였고, 나머지 1예의 경우 정복 상태는 양호하였으나 술 후 복막 부위 통증 증후군으로 비 특이적인 통증을 호소하였다. 이를 통해 수상 당시 다른 장기의 손상으로 수술적 치료가 지연되거나 신경 손상이 동반된 경우 환자의 예후에 악영향을 미칠 것으로 판단되었고, 이는 다른 연구에서도 비슷한 결과를 보였다^{7,9,29)}.

그 외 합병증으로 1예에서 수술부위 표재성 창상감염이 발생하였는데 술 후 배뇨장애로 배뇨관 지속적으로 유지하였던 경우로 항생제 치료로 호전되었고, 심부정맥 혈전증이 발생한 1예의 경우 헤파린 주사 및 와파린 복용으로 증상의 호전을 보였다.

본 연구는 환자수가 적어 후방 골반환 손상의 다양한 형

태를 모두 반영하지 못하고 있으며, 단일 수술법이 아닌 2가지 수술 결과를 대상으로 하여 술 후 결과를 정확하게 평가하는 것은 제한점이 있을 것으로 판단된다.

결 론

저자들은 불안정성 골반환 손상의 후방 불안정 정도 및 전위 정도에 따라 AO/OTA 분류로 구분하여, 비교적 상하 전위가 심하지 않은 B형 손상 대하여 전방에 금속판고정술을 시행하고 환자의 체위 변화 없이 후방에 천장 관절에 경피적 나사못고정술을 시행하였다. 상하 전위가 심한 C형 손상에 대하여 장 서혜 도달법을 이용한 금속판고정술을 시행하여 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 불안정성 골반환 손상에서 전위 및 불안정 정도에 대한 분석 후 이와 같은 기준으로 수술적 방법을 선택하여 시행함으로써 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) Atlihan D, Tekdemir I, Ateş Y, Elhan A: Anatomy of the anterior sacroiliac joint with reference to lumbosacral nerves. Clin Orthop Relat Res, (376): 236-241, 2000.
- 2) Bucholz RW: The pathological anatomy of Malgaigne fracture-dislocations of the pelvis. J Bone Joint Surg Am, 63: 400-404, 1981.
- 3) Bucholz RW, Peters P: Assessment of pelvic stability. Instr Course Lect, 37: 119-127, 1988.
- 4) Burgess AR, Eastridge BJ, Young JW, et al: Pelvic ring disruptions: effective classification system and treatment protocols. J Trauma, 30: 848-856, 1990.
- 5) Comstock CP, van der Meulen MC, Goodman SB: Biomechanical comparison of posterior internal fixation techniques for unstable pelvic fractures. J Orthop Trauma, 10: 517-522, 1996.
- 6) Griffin DR, Starr AJ, Reinert CM, Jones AL, Whitlock S: Vertically unstable pelvic fractures fixed with percutaneous iliosacral screws: does posterior injury pattern predict fixation failure? J Orthop Trauma, 20 Suppl 1: S30-36, 2006.
- 7) Keating JF, Werier J, Blachut P, Broekhuysen H, Meek RN, O'Brien PJ: Early fixation of the vertically unstable pelvis: the role of iliosacral screw fixation of the posterior lesion. J Orthop Trauma, 13: 107-113, 1999.
- 8) Kellam JF, McMurtry RY, Paley D, Tile M: The unstable pelvic fracture. Operative treatment. Orthop Clin

- North Am, **18**: 25-41, 1987.
- 9) **Kim JJ, Kim JW, Chang JS**: Clinical outcome of AO type C pelvic ring injury. J Korean Orthop Assoc, **40**: 181-187, 2005.
- 10) **Kim WY, Ji JH, Kwon OS, Park SE, Kim YY, Moon CY**: Comparison with number and position of percutaneous iliosacral screws as treatment of unstable pelvic fracture. J Korean Orthop Assoc, **44**: 1-7, 2009.
- 11) **Latenser BA, Gentilello LM, Tarver AA, Thalgott JS, Batdorf JW**: Improved outcome with early fixation of skeletally unstable pelvic fractures. J Trauma, **31**: 28-31, 1991.
- 12) **Lee JY, Moon DH, Kim GB**: Prognosis of early internal fixation in unstable pelvic fractures. J Korean Soc Fract, **13**: 741-748, 2000.
- 13) **Matta JM, Saucedo T**: Internal fixation of pelvic ring fractures. Clin Orthop Relat Res, **(242)**: 83-97, 1989.
- 14) **Min BW, Jeon SH, Kim TY**: Plate fixation for sacroiliac joint separation through the anterior approach. J Korean Orthop Assoc, **37**: 478-482, 2002.
- 15) **Oh CW, Kim PT, Park BC, et al**: Anterior plating and ilio-sacral screwing for unstable pelvic injury. J Korean Orthop Assoc, **42**: 483-489, 2007.
- 16) **Oh JK, Bae SY, Kim JO, Roh KJ, Lee JJ, Chang SY**: Radiologic evaluation for the safe zone of percutaneous iliosacral screw fixation. J Korean Soc Fract, **15**: 336-341, 2002.
- 17) **Pennal GF, Tile M, Waddell JP, Garside H**: Pelvic disruption: assessment and classification. Clin Orthop Relat Res, **(151)**: 12-21, 1980.
- 18) **Pohlemann T, Angst M, Schneider E, Ganz R, Tscherne H**: Fixation of transforaminal sacrum fractures: a biomechanical study. J Orthop Trauma, **7**: 107-117, 1993.
- 19) **Pohlemann T, Bosch U, Gänsslen A, Tscherne H**: The Hannover experience in management of pelvic fractures. Clin Orthop Relat Res, **(305)**: 69-80, 1994.
- 20) **Rommens PM, Hessmann MH**: Staged reconstruction of pelvic ring disruption: differences in morbidity, mortality, radiologic results, and functional outcomes between B1, B2/B3, and C-type lesions. J Orthop Trauma, **16**: 92-98, 2002.
- 21) **Routt ML Jr, Kregor PJ, Simonian PT, Mayo KA**: Early results of percutaneous iliosacral screws placed with the patient in the supine position. J Orthop Trauma, **9**: 207-214, 1995.
- 22) **Routt ML Jr, Simonian PT, Agnew SG, Mann FA**: Radiographic recognition of the sacral alar slope for optimal placement of iliosacral screws: a cadaveric and clinical study. J Orthop Trauma, **10**: 171-177, 1996.
- 23) **Routt ML Jr, Simonian PT, Mills WJ**: Iliosacral screw fixation: early complications of the percutaneous technique. J Orthop Trauma, **11**: 584-589, 1997.
- 24) **Simonian PT, Routt ML Jr, Harrington RM, Tencer AF**: The unstable iliac fracture: a biomechanical evaluation of internal fixation. Injury, **28**: 469-475, 1997.
- 25) **Stocks GW, Gabel GT, Noble PC, Hanson GW, Tullos HS**: Anterior and posterior internal fixation of vertical shear fractures of the pelvis. J Orthop Res, **9**: 237-245, 1991.
- 26) **Tile M**: Pelvic ring fractures: should they be fixed? J Bone Joint Surg Br, **70**: 1-12, 1988.
- 27) **Tile M**: Acute pelvic fractures: I. Causation and classification. J Am Acad Orthop Surg, **4**: 143-151, 1996.
- 28) **Tile M**: Acute pelvic fractures: II. Principles of management. J Am Acad Orthop Surg, **4**: 152-161, 1996.
- 29) **Tornetta P 3rd, Dickson K, Matta JM**: Outcome of rotationally unstable pelvic ring injuries treated operatively. Clin Orthop Relat Res, **(329)**: 147-151, 1966.
- 30) **Tsukushi S, Katagiri H, Nakashima H, Shido Y, Wasa J**: Computed tomography-guided screw fixation of a sacroiliac joint dislocation fracture: a case report. J Orthop Sci, **8**: 729-732, 2003.
- 31) **Ward EF, Tomasini J, Vander Griend RA**: Open reduction and internal fixation of vertical shear pelvic fractures. J Trauma, **27**: 291-295, 1987.
- 32) **Young JW, Burgess AR, Brumback RJ, Poka A**: Pelvic fractures: value of plain radiography in early assessment and management. Radiology, **160**: 445-451, 1986.