대 한 골 절 학 회 지
Vol. 10, No. 1, January, 1997

폐쇄적 골수강내 고정술을 이용한 복잡성 대퇴골 간부골절의 치료

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 정형외과학교실

김정재 · 이창원 · 김기용

— Abstract —

Closed Interlocked Nailing in Comminuted Femoral Shaft Fractures

Jung-Jae Kim, M.D., Chang-Won Lee, M.D. and Key-Yong Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, University of Ulsan, Asan Medical Center

Intramedullary nailing is one of the most popular method of treatment in femoral shaft fractures, which provides relatively stable fixation and preservation of blood supply and early mobilization. But whether open reduction, cerclage wiring and/or bone graft is necessary for the displaced comminuted fragment is still a subject of controversy. To clarify such debate we compared the results of IM nailing between simple, minimal displaced fractures and displaced, comminuted ones treated with closed method. We analyzed 36 cases of the fresh closed fractures of femoral shaft treated by closed intramedullary nailing from December 1992 to January 1996. There were 24 cases of minimal displaced fractures and 12 cases of displaced ones more than 1 cm during operation. The average follow-up period was 12 months(5-48 months). Clinical and radiological fracture union occurred in 97% of cases(35/36). Radiological callus was noticed just around 3 weeks postoperatively in both groups and the average time to radiological union was 23 weeks in minimal displaced group and 24.8 weeks in displaced one. Because there was no significant difference in bone healing time, closed interlocking intramedullary nailing is thought to be also the good method of treatment in femoral fractures regardless of fracture pattern or displacement of fragments.

Key Words : Femoral shaft fracture, Closed IM nailing

* 통신 저자 : 김 정 재
서울특별시 송파구 풍납동 388-1
서울 중앙병원 정형외과학교실

서 론

1940년대 Küntsher가 일반화시킨 금속정은 대퇴골 중간 간부 골절에서 좋은 치료법으로 인정되고 있다[1,22,23,25]. 특히 대퇴골 간부의 골수강내 고정의 적용은 교합나사의 사용으로 매우 확장되어 단순골절에서 뿐 아니라 복잡 및 분절골절에서도 사용할 수 있게 되었고 위치도 전자하부에서부터 과상부까지 넓어지게 되었다[12-14]. 교합성 나사가 도입됨으로써 장관골의 골절에서 해부학적 선열(alignment)을 유지하고 뒤틀림 및 길이의 안정성의 확보로 불안정 골절에 대한 술후 추가적인 견인 등을 생략하여 적극적인 조기 재활을 실시할 수 있게 되었다.

골수정을 이용한 폐쇄적 정복에 의한 고정은 골절부위의 혈종을 유지할 수 있고, 추가적인 연부조직의 손상을 막고 감염의 위험성이 감소되어 다른 치료법에 비하여 우수한 치료 결과를 나타낸다. 복잡골절에 있어서도 폐쇄적인 방법이 우수하다는 보고들은 국내 및 국외에서 많이 있어 왔으나 이것들은 골절의 양상 및 안정성에 입각하여 연구한 것이며 술후 골절편의 전위를 고려한 것은 아니다[1-3,8,11]. 전위된 복잡 골절편을 제한적으로 관혈적으로 정복 고정하는 것에 대해 논란의 여지가 있으며 만약 그대로 놔둔다면 어느 정도까지 허용할 수 있는가에 대해서는 각자의 치료경험에 의존하고 있다[2-4].

본 연구의 목적은 골편의 전위가 심한 분쇄 골절에서 폐쇄적 골수강내 고정술 만으로 치료한 후 골절의 양상과 골편의 전위정도에 따른 임상적 결과를 분석함으로써 관혈적 정복이나 골이식이 추가적으로 필요한가에 대하여 알아보고자 하였다.

연구 대상 및 방법

대상은 1992년 12월부터 1996년 1월까지 서울중앙병원에서 대퇴골의 신선 골절로 골수강내 고정술을 시술 받은 환자 39명(40례) 중 골절부위의 연부조직 손상과 혈종의 배출(drainage), 감염의 가능성으로 통상적인 골절 유합기전이 변형된 개방성 골절 4례를 제외한 36례(35명)를 대상으로 하였으며 환자의 성별은 남자 27명(28례), 여자가 8명이었고 추시기간은 평균 12개월(5-48개월)이었다. 환자의 나이는 평균 32살(14살-81살)이었고 20대에서 9례(25%)로 가장 많이 차지하였다. 골절의 원인으로는 차내 교통사고가 14례로 가장 많았으며 추락 9례, 오토바이사고 7례의 순으로 83%에서 고속손상의 양상을 보였다.

동반손상으로는 하지 장관골의 동반손상이 5례(유주 슬관절 2례, 반대쪽 대퇴골 골절 2례, 동측 대퇴골 근위부 골절이 1례)로 가장 많았고 동측 슬관절 인대손상이 2례, 상지 골절이 2례, 골반골절 2례, 두부손상이 2례, 척추손상이 1례였다.

수술전 대기기간은 36례 모두에서 24시간 이후(평균 6일)로 지연성 수술을 실시하였다. 술전 처치로는 경골 근위부에 골견인을 실시하였으며 슬관절의 인대손상 그리고 유주 슬관절(floating knee)인 경우에는 수술 시까지 장하지 부목으로 보호하였다.

골절을 해부학적 위치에 따라 분류하면 전자하 골절이 5례, 중간 1/3 간부가 27례, 하부 1/3 또는 과상부 골절이 4례 였으며 적어도 상 중 하 세 부위 중 두 부위 이상에 걸친 긴 골절도 1례 있었다. 골절의 형태 및 안정성에 따른 분류로는 AO분류를 따랐으며 나비골편이 있는 B형에 있어서는 주골편의 안정성을 잘 나타내주는 Winquist와 Hansen분류를 보조적으로 사용하였다. 골유합의 양상을 비교하기 위해 AO분류상 B, C형(Winquist와 Hansen II, III, IV형)에서 수술후 골편의 전위가 1㎝ 이상인 군과 이하인 군을 나누어 비교하였다. AO분류상 A형이 19례, B형이 7례(Winquist와 Hansen II형이 3례, III형이 4례) 그리고 C형이 10례였으며, 수술전 C형 2례가 수술도중 전위를 일으켜 1㎝ 이하 전위군이 24례였고 1㎝ 이상 전위군이 12례였다. 수술후 소견상 1㎝ 이하의 전위된 군에서는 type A가 전체 24례 중 19례로 가장 많았고 1㎝ 이상의 전위된 군에서는 전체 12례 중 type C가 7례로 가장 많았다(Table 1).

골절 유합의 평가는 방사선학적으로는 단순촬영상 골편 사이에 가골이 나타나기 시작하는 시기(Fig. 1B)와 고형화(consolidation)되는 시기(Fig. 1C)로 나누어 조사하였다.

수술방법 및 치료

수술중 환자의 위치는 골절 테이블에서 앙와위로

실시하였고 슬관절의 동반손상, 유주슬관절 및 다발성 손상으로 골절 테이블을 사용할 수 없을 때에는 일반 수술대에서 측와위로 실시하였다. 전례에서 폐쇄적 골수강내 고정술을 실시하고 골절부위 상하에 정적인 고정을 하였으며 특히 측와위로 수술할 때에는 대퇴골의 길이 유지 및 골절의 정복방법으로 AO 신연기기(AO large distractor)를 사용하였다[9]. 분쇄형일 경우 길이의 유지는 술전 반대측 대퇴골의 방사선 측정(scanogram)으로 맞추었고 회전변형에 대비하여 슬개골을 정중앙 부위에 둔 채 소전자의 크기를 건측과 비교하면서 회전변형을 맞추는 방법(lesser trochanteric sign)을 사용하였다. 분쇄골절의 전위가 심한 경우에 추가적으로 S-pin으로 경피적으로 정복을 시도하거나 그대로 두었다.

수술후 관리는 1주 동안 동통의 완화를 위해 부목고정을 하였으며 그 이후에는 수동적 및 능동적 운동을 허용하였다. 그러나 원위 골간단부 골절이나 C형 골절인 경우에는 술후 2주 경부터 CPM과 같은 아주 조심스러운 운동만 허용하였다. 체중의 부하는 골유합의 상태를 보아가며 결정하였으나 C형일 경우 대개 8주부터 부분 체중부하를 12주째 전 체중부하를 실시하였다.

결 과

골유합은 36례 중 35례(97%)에서 얻을 수 있었다. 방사선학적으로 주골편을 연결하는 가골은 전위가 1cm 이하의 군과 전위가 심한 군에서 각 각 평균 3.1주와 2.7주에 나타났으며 가골의 고형화를 이루는 방사선학적 골유합 시기는 두 군에서 각 각 평균 23주 및 24.8주로 나타났다. 각 군에서 가골의 형성시기와 방사선학적 골유합 시기는 0.4주 및 1.8주의 차이를 보였으나 통계학적 유의성은 없었다 ($P>0.05$). 골편의 분쇄정도에 따른 형태별로는 가골이 나타나는 시기가 A형이 3.2주, B와 C형이 2.8주로 통계학적 차이를 보이지 않았으며 가골이 고형화 되는 시기는 각 각 A형 22.7주, B와 C형은 24.7주로 B와 C형이 늦게 진행되었으나 역시 통계학적 유의성은 없었다(Table 2, 3). ($P>0.05$).

합병증으로는 수술중 대퇴골 경부골절 1례가 있었으며(Fig. 1A) 유합기간에 따른 합병증은 지연유합 2례, 불유합이 1례 있었다. 경부골절은 술후 1일째 다발성 나사고정을 실시하여 유합을 얻었으며(Fig. 1A, 1C) 지연유합은 추가적으로 동적 고정으로 전환하여 모두 골유합을 얻을 수 있었다(Fig. 2A, 2B). 불유합이 있었던 예는 술후 감염이 있었던 경우로

Table 1. Classification of comminution and displacement (AO & Winquist, Hansen classification)

	minimally displaced group		displaced group more than 1cm	
	preop.	postop.	preop.	postop.
type A	19	19	-	-
type B	2	2	5	5
(Winquist-Hansen)	(II - 1, III - 1)	(II - 1, III - 1)	(II - 2, III - 3)	(II - 1, III - 4)
type C	5	3	5	7
total	26	24	10	12

Table 2. Average time to radiological callus formation (weeks)

	minimally displaced	displaced	average
type A	3.2	-	3.2
type B, C	2.8	2.7	2.8
total	3.1	2.7	

Table 3. Average time to radiological union (weeks)

	minimally displaced	displaced	average
type A	22.7	-	22.7
type B, C	24.5	24.8	24.7
total	23	24.8	

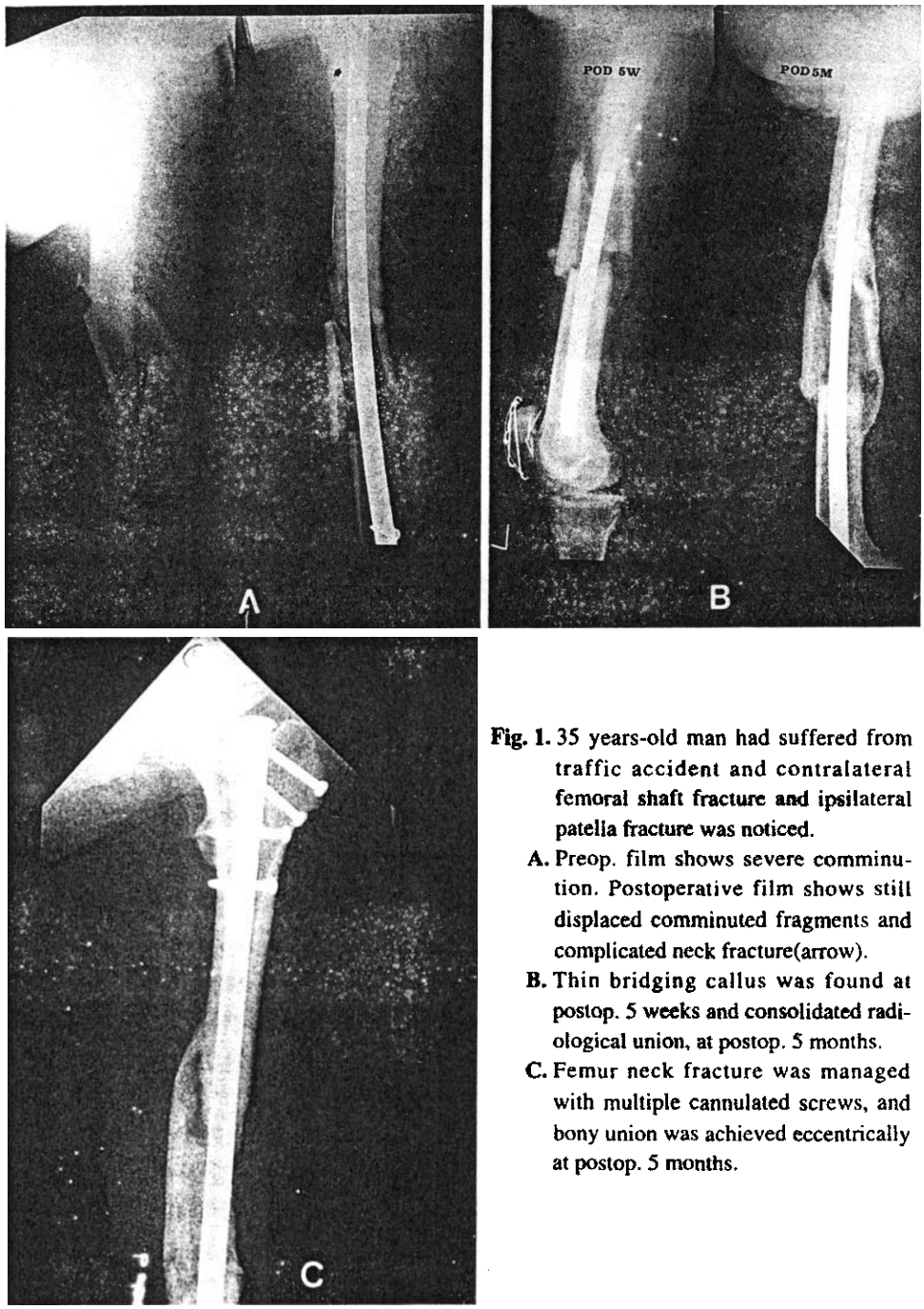

Fig. 1. 35 years-old man had suffered from traffic accident and contralateral femoral shaft fracture and ipsilateral patella fracture was noticed.
A. Preop. film shows severe comminution. Postoperative film shows still displaced comminuted fragments and complicated neck fracture(arrow).
B. Thin bridging callus was found at postop. 5 weeks and consolidated radiological union, at postop. 5 months.
C. Femur neck fracture was managed with multiple cannulated screws, and bony union was achieved eccentrically at postop. 5 months.

환자가 교통사고로 양측 대퇴골절 및 의식이 없는 상태에서 골절고정 후 인공호흡기의 도움을 받고 있던 중 술후 폐렴, 패혈증으로 발전하여 치료하다가 수술부위에 염증이 인지되었다. 수술부위에 소파술을 실시하고 개방하여 감염의 치료와 동시에 골유합을 얻을 수 있었다. 본 연구의 초창기에 전이된 군 1례에서는 골유합은 이루었으나 골수정의 후방부에 부분적으로 골유합을 얻어 추가적인 골이식술을 시행하였다.

환자들 추시 중 전자부위의 경미한 불쾌감을 호소

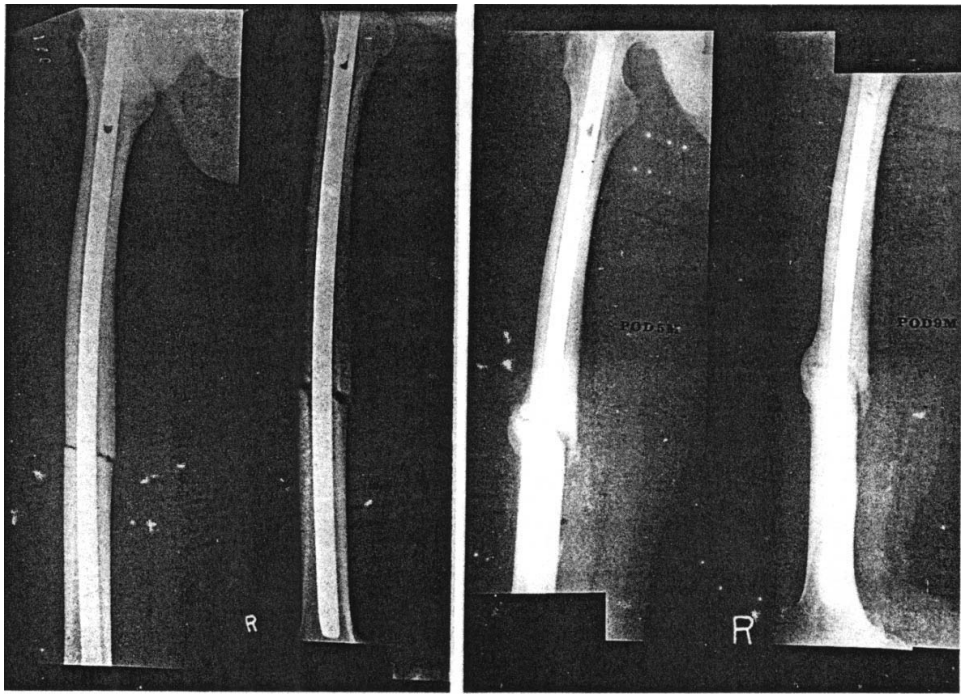

Fig. 2. 20 years-old man had suffered from traffic accident. Femoral transverse fracture was managed with static interlocked IM nailing.

A. There was only small gap postoperatively(left) and concentration of strain made motion and bony resorption at fracture site(right).

B. Ineffective callus formation resulted in hypertropic delayed union(left). After dynamization bony union was achieved(right).

하는 경우가 있었으나 중요하게 의미를 가지는 것이 아니었고 끓어앉지 못하거나 책상다리 자세를 취할 때 불편함 내지는 동통을 호소하였지만 회전변형 및 하지부동으로 인한 증상의 호소는 없었다.

고 찰

골절치료에 있어서 내고정술의 목표는 골절편의 안정화, 체중부하의 경감 그리고 해부학적인 선열을 유지하면서 궁극적으로 골편의 유합을 이끌어 내는데 있다. 또한 내고정술은 조기 운동을 가능하게 하여 보다 나은 기능적 결과를 낳고 있다[13,23]. 여러 내고정물 가운데 1918년 Hey Groves가 소개하고 1940년 Küntsher가 일반화시킨 골수강내 고정술은 장판골 손상에 있어 이러한 원칙들에 부합되는 치료법이라 할 수 있다.

교합성 고정술이 소개되기 이전까지는 골수강내 고정술은 동적 고정으로 축성 압박력을 그대로 허용하여 주골편의 접촉이 없어 축성 압박력에 대한 안정성이 없는 경우에는 하지 단축을 가져오고, 이를 막기 위해 술후 견인 또는 추가적인 환상 강선 고정법을 이용하였다[15,16,20]. 또한 Brumback등[12]은 횡상 또는 단사상(Winquist와 Hansen[23]의 I형 또는 II형)의 안정된 협부 골절에도 불구하고 술전 인지되지 못한 골절의 양상에 대한 수술방법의 선택의 잘못 또는 확공 또는 골수정 삽입 시의 골절로 인해 골수강내 고정술 후 10.5%에서 술후 고정 및 정복의 소실을 보고하였다.

교합성 골수강내 고정술은 이러한 술후 단축, 회전 변형을 예방할 수 있고 이전의 술후 견인 및 환상 강선 고정과 같은 추가적인 시술을 생략하게 하였고 불안정한 복잡골절 뿐 아니라 전자하부에서부터 과상부의 골절까지 그 적응증을 확대하였다[1,17,24]. 교합나사의 삽입방법에 따른 동적 교합술, 이중 교

합술 및 정적 교합술은 저마다 특징을 가지고 있으며 정적인 고정은 보고자에 따라 차이는 있으나 약 95%의 유합율을 보여 정적인 고정은 부하의 경감으로 인한 골절부의 치유의 지연을 야기시키지는 않는다고 할 수 있고 통상적인 동적 고정(dynamization)으로의 전환은 필요하지 않다 하겠다[1,10-12,17]. 저자들은 미발견된 골절양상으로 인한 변형을 예방하기 위해 전례에서 정적인 고정을 실시하였고 술후 12주이상에서 골유합 과정이 지연될 경우 동적 고정으로 전환하였다.

비관혈적 정복에 의한 정적인 골수강내 고정이 골유합에 있어서 긍정적인 요소들로는 골절부에 혈종을 남겨두어 골유합을 촉진하고 견고한 고정이 아닌 상대적으로 안정된 고정으로 골절부에 제한된 움직임을 허용하며, 확공할 때 생기는 뼈조각들의 골이식 효과가 있다는 점이다. 이러한 장점으로 인해 단순골절 뿐 아니라 복잡골절에 있어서도 폐쇄적 교합성 골수강내 고정법은 가장 우수한 방법으로 여겨지고 있다[8,17,18,21,23,25]. 이제까지는 골편의 불안정성에 따른 수술법의 논의는 대체로 폐쇄적인 고정술의 우수함으로 귀결될 수 있으나 아직까지 추가적인 관혈적 정복 및 환상강선 고정에 대한 논란은 그 원인이 골편의 분쇄정도라기보다는 주된 골편의 전위로 보여진다. 골편의 전위가 심할 경우 보고자에 따라 환상 강선 고정, 골이식 또는 폐쇄적 방법을 추천하고 있다[2,4].

저자들은 골편의 전위 여부에 관계없이 폐쇄적 골수강내 고정술을 사용하여 전위군과 비전위군의 치료 경과를 비교하여 봄으로써 전위된 군에서 추가적인 고정, 즉 환상 강선 고정의 필요성에 대하여 알아보고자 하였다. 골편 사이에 가골의 형성은 0.4주 차이를 보였으며 이는 통계학적으로 유의성을 나타내지 않았다. 방사선학적 골유합은 비전위군에서 23주 전위군에서 24.8주로 차이를 보이지 않았다. 따라서 연부조직이 충분히 감싸고있는 대퇴골에서는 골편의 전위는 골유합 기간에 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

골절의 형태 즉 분쇄정도에 따른 골유합 기간의 비교는 가골의 형성이 AO 분류상 A형에서 3.2주, B와 C형에서 3.2주로 비슷하였으며 방사선학적 유합은 저자에 따라 약 2.5개월까지 차이를 보이고 있으나 본 연구에서는 A형이 22.7주 그리고 B, C형이 24.7주로 비슷하여 통계학적 유의성을 보이지 않았다. 그리고 추시 간격이 보통 2-4주임을 감안한다면 방사선학적 골유합 시기의 2주 차이는 차이가 없거나 큰 차이가 아님을 알 수 있다. 이와 같은 결과로 골편의 분쇄 정도도 폐쇄적 방법에 의한 혈액 공급의 보전과 교합성 골수정에 의한 길이 및 회전에 대한 안정성에 의해 골유합에는 크게 영향을 미치지 못함을 알 수 있다[8].

관혈적인 골수강내 고정법은 그것이 부분적이든 광범위한 것에 관계없이 그 자체로 연부 조직 및 골막의 손상 가능성 때문에 감염, 지연유합, 불유합의 가능성이 커진다[2,5-7]. 본 연구에서는 관혈적인 방법과 폐쇄적인 방법의 비교연구가 아니어서 이를 직접적으로 확인할 수 없지만 골편의 분쇄 정도와 전위 정도에 관계없이 폐쇄적 골수강내 고정법은 대등한 골유합의 결과를 나타내 특수한 개개의 경우를 제외한다면 추가적인 관혈적 술식이 필요하지 않다 하겠다.

이제까지 여러 보고자들에 의한 개방적 골수강내 고정법의 필요성은 다음 세 가지 필요성으로 대별된다. 첫째 복잡골절에 있어서 추가된 환상 강선 고정은 골절부의 축성 압박력 및 회전 불안정성에 대한 보조적 예방법으로 제안되었던 방법으로 그 효과에 대한 긍정적인 보고가 있으나 교합성 골수정으로 인해 그 의미는 감소되었다고 판단된다[15,16,20]. 둘째 분쇄 골편에 대해 골편 사이에 끼인 연부조직을 제거하여 전위가 있는 골편을 정복하고 안정된 내고정으로 골유합을 획득하고자 여러 저자들에 의해 환상 강선 고정법의 필요성이 제기되었다[3,4,16,22]. 골수정은 내적인 부목(internal splintage)으로서 동적 압박 금속판의 절대적 안정성(absolute stability)와 달리 주골편의 선열을 유지하고 골절부에 미세한 가동을 허용하는 상대적 안정성(relative stability)을 가진다[19,21]. 복잡골절에서 골편 사이의 가동성과 골편 간격 그리고 골수정이 허용하는 가동성을 고려할 때 일정한 스트레스에 대해 골편 간격마다 미세한 가동성을 남겨 두어 골편 사이의 스트레인을 감소시킴으로써 골유합을 잘 유도할 수 있다[19]. 환상 강선은 골절부위를 안정시켜 스트레스를 한 곳에 집중시킴으로 해서 과도한 스트레인으로 인해 지연, 불유합의 가능성이 있다[19]. 심하게 전위된 골편에서 사이에 삽입된 근육조직의 제거를 목적으로 제한적인 관

협적 정복을 할 수 있으나 저자들은 S-pin으로 경피적으로 골편을 병렬(apposition)시켜보았다. 그러나 경피적인 조작은 효과가 미미하였으나 전위된 골편은 추시상 1례를 제외하고 골편 간의 유합에 문제가 없었으며 1례에서는 나비골편이 대퇴사두근 내에 존재하였다. 환자의 관절운동도 정상이며 대퇴골 둘레의 50%정도 유합이 있어 관찰 중이다. 셋째, 술전 견인의 부족 또는 동측 하지의 동반 손상으로 인해 길이를 유지할 수 없거나 수술중 견인을 할 수 없을 경우에 관혈적 정복의 도움을 받을 수 있다[4]. 저자들은 이러한 경우 환자를 측와위로 위치시킨 후 AO 신연기기로 대퇴골의 길이를 확보하여 타부위의 손상없이 폐쇄적인 방법으로 시술할 수 있었다[23]. AO 신연기기는 골절대를 사용할 수 없는 다발성 손상 환자에서 대퇴골의 신연 및 정복을 가능하게 하는 유용한 골절대의 대용물이며 또한 측와위는 골수정의 입구를 쉽게 확보할 수 있어 권할만한 술식이라고 사료된다.

대퇴골 간부 골절은 고에너지에 의한 손상으로 분쇄 및 전위골절의 빈도가 높고 타 장기의 동반손상이 많아서 전신상태가 좋지 않으므로 치료에 있어 어려운 점이 있으나 저자들은 관혈적 정복 및 골수강내 금속정 삽입 후 cerclage wire가 필요하다고 생각되어질 수 있는 전위된 대퇴골 간부골절을 폐쇄적 골수강내 고정술 만으로 치료하여 감염 등의 합병증을 최소화하면서 양호한 치료 결과를 얻었다. 이상의 결과로 대퇴골 간부의 골절에 있어 골편의 분쇄정도 또는 골편의 전위가 큰 경우에도 가골 형성 시기와 골유합에 단순골절과 차이가 없어 관혈적 술식에서의 감염 등 합병증을 고려해 볼 때 폐쇄적 골수강내 고정술은 가장 유용한 방법이라 생각된다.

요 약

1992년 12월부터 1996년 1월까지 서울중앙병원에서 대퇴골에 폐쇄적 골수강내 고정술을 시술 받은 환자중 개방성 골절을 제외한 신선골절 36례를 대상으로 골 유합 기간을 분석하여 다음과 같은 결과를 보였다.

1. 골편의 전위가 큰 경우에도 가골 형성 시기에는 단순골절과 차이가 없고 골 유합 시기는 다소 지연되었으나 통계적인 유의성은 없었다.

2. 골편의 분쇄 정도는 골절부의 가골의 형성에는 영향을 미치지 않았고, 방사선학적 골유합은 type B, C 가 type A 보다 2주 정도 지연되었으나 통계학적 유의성은 없었다.

3. 위와 같은 사실로 미루어 골편의 분쇄정도 및 전위정도에 관계없이 대등한 골유합 결과를 얻을 수 있고 다발성 손상 환자에서 관혈적 수술에 대한 유병율과 골절부 개방에 따르는 감염, 지연유합, 불유합을 고려한다면 폐쇄적 방법에 의한 교합성 골수강내 고정법은 대부분의 대퇴골 간부 골절에 있어 가장 유용한 방법의 하나라고 사료된다.

REFERENCES

1) 원중희, 강승백, 신 건, 전경철, 유진선, 장관환 : 정적 교합성 골수강내 금속정을 사용한 대퇴골 간부골절의 치료. *대한골절학회지*, 8:533-537, 1995.

2) 윤승호, 이광진, 황득수, 변기용, 양준영 : 대퇴골 간부 분쇄 골절의 폐쇄적, 부분개방적, 완전 개방적 골수강내 고정의 임상적 연구. *대한정형외과학회지*, 28: 1684-1690, 1993.

3) 이영구, 최장석, 김영탕, 유현덕, 서승덕, 김영재 : Interlocking medullary nailing을 이 용한 심한 분쇄상 간부 골절의 치료. *대한골절학회지*, 9:105-111, 1996.

4) 장주해, 손종민, 안동현, 김성태 : 대퇴골 간부 골절에 대한 맞물림 골수정 내고정. *대한골절학회지*, 8: 760-766, 1995

5) 전철홍, 김상수, 김동철, 유희준 : 대퇴골 골절의 불유합에서 Interlocking 금속정을 이용한 치료. *대한골절학회지*, 8:497-503, 1995.

6) 정상돈, 최원태, 노승권, 전재권 : 대퇴골 분쇄골절의 교합성 골수강내 금속정 치료후 발생한 골수강내 금속정의 부전. *대한정형외과학회지*, 제31권 제5호, 31:1159-1164, 1996.

7) 최문구, 김형민, 김윤수, 이기행, 송흥학, 박영주 : 대퇴골 간부 불유합의 원인 및 치료. *대한골절학회지*, 9:81-87, 1996.

8) **Anastopoulos G, Asimakopoulos A, Exarchou E and Pantazopoulos TH :** Closed interlocked nailing in comminuted and segmental femoral shaft fractures. *J Trauma*, 35:772-775, 1993.

9) **Baumgaetel F, Dahlen C, Stiletto R and Gotzen L :** Technique of using the AO-femoral distractor for femoral intramedullary nailing. *J Orthop Trauma*, 8: 315-321, 1994.

10) **Brumback RJ, Ellison TS, Poka A, Bathon HG**

and Burgess AR : Intramedullary nailing of femoral shaft fractures: part III. *J Bone Joing Surg,* 74A:106-112, 1992.

11) **Brumback RJ, Lakatos RP, Poka A, Howard BG and Burgess AR :** Intramedullary nailing of femoral shaft fractures: part II. *J Bone Joint Surg,* 70A: 1453-1462, 1988.
12) **Brumback RJ, Reilly JP, Poka A, Lakatos RP, Bathon GH and Burgess AR :** Intramedullary nailing of femoral shaft fractures: part I. *J Bone Joint Surg,* 70A:1441-1452, 1988.
13) **Bucholz RW and Jones A :** Current concepts review: Fractures of the shaft of the femur. *J Bone Joint Surg,* 73A:1561-1566, 1991.
14) **Hajek PD, Bicknell HR, Bronson WE, Albright JA and Saha S :** The use of one compared with two distal screws in the treatment of femoral shaft fractures with interlocking intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg,* 75-A: 519-524, 1993
15) **Harper MC :** Fractures of the femur treated by open and closed intramedullary nailing using the fluted rod. *J Bone Joint Surg,* 67A:699-708, 1985.
16) **Johnson KD, Johnston DWC and Parker B :** Comminuted femoral-shaft fractures: Treatment by roller traction, cerclage wires and an intramedullary nail, or an interlocking intramedullary nail. *J Bone Joint Surg,* 66A:1222-1235, 1984.
17) **Kempe I, Grosse A and Beck G :** Closed locked intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg,* 67A: 709-719, 1985.
18) **Klemm KW, and Borner M :** Interlocking nailing of complex fractures of the femur and tibia. *Clin Orthop,* 212:89-100, 1986.
19) **M ller ME, Allg wer M, Willenegger H and Schneider R :** Manual of internal fixation. 3rd ed. *Berlin, Springer-Verlag.,* 20-21,1991.
20) **Rothwell AG :** Closed Kuntscher nailing for comminuted femoral shaft fractures. *J Bone Joing Surg,* 64B:12-16, 1982.
21) **Tarr RR and Wiss DA :** The mechanics and biology of intramedullary fracture fixation. *Clin Orthop,* 212:10-17, 1986.
22) **Tscherne H, Haas N and Krettek C :** Intramedullary nailing combined with cerclage wiring in the treatment of fracture of the femoral shaft. *Clin Orthop,* 212:62-67, 1986.
23) **Winquist RA, Hansen SI and Clawson K :** Closed intramedullary nailing of femoral fractures. *J Bone Joint Surg,* 66A:529-539, 1984.
24) **Wiss DA and Brien WW :** Subtrochanteric fractures of the femur. Clin Orthop, 283:231-236, 1992.
25) **Wiss DA, Fleming CH, Matta JM and Clark D:** Comminuted and rotationally unstable fractures of the femur treated with an interlocking nail. *Clin Orthop,* 212:35-47, 1986.