

성인 대퇴골 간부 골절에서 골수내 금속정 고정술 후 불유합의 위험인자 분석

신용운 · 성열보 · 최정윤 · 김민규

인제대학교 의과대학 상계백병원 정형외과학교실

목적: 성인 대퇴골 간부 골절에서 골수내 금속정 고정술 후 수술방법의 차이, 분쇄 정도, 피질골의 접촉 정도, 골편의 전위가 유합기간과 불유합을 발생에 영향을 미치는지에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 대퇴골 간부골절로 골수내 금속정 고정술을 시행받은 환자 중 최소 2년 이상 추시가 가능했던 53예를 대상으로 각각의 수술방법의 차이, 골절의 분쇄 정도, 최초 골편 전위 정도, 피질골의 접촉 정도에 따라 분류하여 불유합률과 골유합 기간의 차이를 분석하였다. 골수내 금속정 고정술은 순행성 또는 역행성 금속정 고정술 중 하나를 시행하였다.

결과: 순행성과 역행성 골수내 금속정 고정술을 시행한 두 군 간의 불유합률, 골유합 기간에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. Winquist-Hansen 분류 I, II형과 III, IV형 간의 골유합 기간은 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 단순골절과 분절 골절, 단순골절과 분쇄골절간의 골유합 기간은 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

결론: 대퇴골 간부 골절에 대한 골수내 금속정 고정술에서 수술방법 및 최초 골편의 전위는 유합기간에 영향을 미치지 않으며 Winquist-Hansen 분류 및 골절편의 개수가 유합기간에 영향을 미친 영향인자로 판단된다.

색인 단어: 대퇴골 간부 골절, 유합기간, 불유합률, 골수내 금속정 고정술

Analysis of Risk Factors for Nonunion after Intramedullary Nailing of Femoral Shaft Fracture in Adult

Yong-Woon Shin, M.D., Yerl-Bo Sung, M.D., Jeong Yoon Choi, M.D., Minkyu Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the union time and nonunion rate after intramedullary nailing of femoral shaft fracture in adult, we would like to analysis the operation techniques, comminution, contact surface and displacement.

Materials and Methods: We reviewed retrospectively 53 patients undergoing femoral intramedullary nailing at least 2 years post-operatively and analysed the union time and nonunion rate by operation techniques, comminution, contact surface and displacement. Patients were operated by either antegrade or retrograde intramedullary nailing.

Results: There were no differences in nonunion rate, the duration of bony union between antegrade and retrograde intramedullary nail groups. Significant differences were found in the duration of bony union between the Winquist and Hansen type I, II and the type III, IV ($p < 0.05$). There were significant differences in the duration of bony union among simple, comminuted, and segmental fracture groups ($p < 0.05$).

Conclusion: The union time is affected by not operation techniques and fracture displacement, but Winquist-Hansen classification and number of fracture fragments in intramedullary nailing of adult femoral shaft fracture.

Key Words: Femoral shaft fracture, Union time, Nonunion rate, Intramedullary nailing

통신저자 : 성 열 보

서울시 노원구 상계7동 761-1
인제대학교 의과대학 상계백병원 정형외과학교실
Tel : 02-950-1032 · Fax : 02-934-6342
E-mail : ybs58@paik.ac.kr

Address reprint requests to : Yerl-Bo Sung, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, College of
Medicine, Inje University, 761-1, Sanggye 7-dong, Nowon-gu, Seoul
139-707, Korea
Tel : 82-2-950-1032 · Fax : 82-2-934-6342
E-mail : ybs58@paik.ac.kr

본 논문의 요지는 2010년 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

본 논문은 2009년도 인제대학교 학술연구조성비의 보조에 의한 것임.

접수: 2011. 5. 4
심사(수정): 2011. 5. 24
게재확정: 2011. 9. 5

서 론

성인 대퇴골 간부 골절의 치료에는 보존적 치료, 금속판 고정술, 골수내 고정술 등 여러 가지 방법이 있다. 하지만 금속판 사용은 내고정 시 발생할 수 있는 문제점인 연부조직의 광범위한 손상으로 인한 혈액 소실, 대퇴사두근 회복의 지연 및 감염 등의 위험성이 있다. Kuntscher⁷⁾에 의해 대퇴골 간부 골절 치료로 금속정이 사용된 후 순행성 골수내 고정술이 수술 술기 및 술 후 처치가 간편하고, 견고한 내고정으로 조기 관절 운동 및 체중 부하로 골유합을 촉진하여 입원과 회복 기간이 감소되고, 감염률이 적다는 장점 때문에 대퇴골 간부 골절에 대한 표준 치료 방법으로 선택되었다. 또한 Kuntscher⁷⁾에 의해 1965년 골수내정이 사용된 이후 교합 나사의 사용과 같은 수술 기법 및 금속 정 디자인의 개발로 수술 적응증은 대퇴골 간부에서 근위부 및 원위부로, 단순 골절에서 분쇄 골절로 확대되어 널리 사용되고 있다. 이러한 대퇴간부 골절에서 골수내 금속 정 고정술을 시행시 불유합률은 과거 0.9~2%로 비교적 낮게 보고하였으나^{1,26)} 최근 연구에서 4.1~12%로 비교적 높은 불유합을 보고하고 있다^{18,24)}.

불유합의 위험 인자에 대해 골절의 분쇄 정도와 양상을 분류하는 AO 분류에 대해 Noumi 등¹⁵⁾은 불유합과 상관관계가 있다고 보고한 반면 최근 Taitsman 등²⁴⁾과 Karadimas

등⁴⁾은 AO 분류가 불유합의 원인 인자가 아니라고 하였다. 이처럼 대퇴간부 골절에서 분쇄 정도를 반영하는 골절의 형태가 불유합의 위험인자인지에 대해 논란이 있으며 불유합의 원인 인자에 대한 연구가 몇 개에 불과하다. 또한 골절의 유합과 상관관계가 있는 인자들을 분석하는 것은 환자의 치료방법을 결정하고 예후를 평가할 수 있으며 지연 유합시 추가적인 수술을 할 시점을 결정하는데 유용한 정보를 제공할 수 있으므로 본 연구에서는 대퇴골 간부 골절에 대한 골수내 금속정 고정술 시 불유합 및 지연 유합의 인자로서 수술 방법, 피질골의 접촉 정도, 골절의 분쇄 정도, 최초 골편의 전위 정도 및 골편의 개수가 미치는 영향에 대하여 알아보하고자 하였다.

대상 및 방법

1997년 7월부터 2008년 5월까지 대퇴골 간부골절로 골수내 금속정 고정술을 시행받은 환자 중 2년 이상 추시가 가능했던 50명의 환자, 53예를 대상으로 연구하였다. 평균 추시 기간은 39.4±24.7개월 (24~136개월)이었다. 포함 기준 (inclusion criteria)은 신생골절 환자, 골수내정으로 치료한 환자, 골절의 위치가 대퇴골 간부 중간 1/3에 국한된 환자, 2년 이상 추시가 가능하였던 환자였다. 제외기준 (exclusion criteria)은 대퇴골 골절의 과거력이 있거나 병적

Table 1. Patients characteristics and the differences of duration of bony union between 2 groups

	Antergrade intramedullary nails	Retrograde intramedullary nails	p-value
No. of patients	10	10	
Average age	27.8±12.9	33.3±14.6	0.384
Gender			0.606
Male	8	7	
Female	2	3	
Degree of preoperative displacement			1.000
≤ diameter100%	4	4	
> diameter100%	6	6	
Number of fracture fragments			1.000
Simple	5	5	
Comminuted	4	4	
Segmental	1	1	
Winqvist and Hansen classification			1.000
Type I	5	5	
Type II	2	2	
Type III	3	3	
Type IV	0	0	
Range of motion	126°±7.0°	127°±4.8°	0.714
Non-union rate (%)	10%	10%	1.000
Non-union	1	1	
Union	9	9	
Mean duration of bony union (Wk)	26.7±13.4	27.4±7.3	0.880

골절, 골절선이 원위 1/3 또는 근위 1/3로 이행한 환자, 하지 마비 환자였다. 골수내 금속정 고정술 방법은 순행성 또는 역행성으로 시행하였다.

순행성 골수내 금속정 고정술과 역행성 골수내 금속정 고정술을 시행한 환자 수는 각각 43예와 10예였다. 순행성과 역행성 골수내 금속정 고정술을 시행한 두 군으로 나누어 각각의 수술방법에 따라 불유합률, 골유합의 기간의 차이를 분석하였고, 10예의 역행성 방법을 사용한 군을 기준으로 Winquist-Hansen 분류, 골절편의 개수, 초기 골편의 전이 정도를 순행성군과 1 : 1 짝짓기를 시행하여 순행성과 역행성군 각각 10예를 분석하였다. 평균 연령은 27.8±12.9세, 33.3±14.6세, 개방성 골절은 각각 1예였다 (Table 1). 총 53예를 대상으로 대퇴 간부 골절의 상하 피질골의 접촉 정도와 분쇄정도를 Winquist-Hansen 분류²⁰⁾에 따라 분류하였으며 각 형태에 따른 골유합 기간의 차이를 분석하였다. Winquist-Hansen 분류²⁰⁾에 따라 대퇴골 간부골절을 분류하

였을 때 I형 32예, II형 9예, III형 8예, IV형 4예였다. 최초 골편의 전위 정도는 간부 직경의 100%를 기준으로 하여 두 군으로 나누어 골유합 기간의 차이를 분석하였고 100% 이하는 20예였고 100% 초과는 33예였다. 또한 골편의 개수에 따라 단순골절, 분쇄골절, 분절골절 세 군으로 나누었으며 각각 42명, 8명, 3명이었다.

1. 환자 특성

총 53예의 성비는 남자 37예, 여자 16예이었으며 이 중 양측 대퇴골 골절이 남자 2명, 여자 1명에서 발생하였다. 평균 연령은 38.2세 (16~81세)로 20세 이하가 19명으로 가장 많았으며 50대가 9명으로 두 번째로 많았다. 개방성 골절이 3예 있었고, 1예는 순행성, 2예는 역행성 고정을 시행하였다. 총 53예 중 26예에서 타 부위의 동반 손상이 있었다. 동반 손상으로는 동측의 대퇴골 경부골절이 3예, 동측 경골 골절이 5예, 동측의 슬개골 골절이 1예, 동측의 족부 골절이 4예, 상지골절이 4예, 반대측 하지 골절이 7예, 비구 및 골반 골절이 4예, 척추 골절이 1예, 두개골 골절이 2예가 있었다 (Table 2).

2. 수술방법 및 방사선학적 평가

두 가지 수술방법 모두 양와위에서 수술을 시행하였다. 먼저 역행성 골수내 금속정 고정술은 슬관절을 굴곡시키고 슬개건 내측연을 따라 종으로 피부절개를 가하고 슬개건 중앙을 종절개를 하여 분리시킨 후 관절내 과간 절흔에 도달하였다. 동측 하지의 경골 간부 골절이 동반된 환자의 경우 기존의 슬관절 절개 부위를 이용하였다. 금속정 삽입부는 후방 십자인대의 대퇴골 부착부 전방으로 정한 후 골

Table 2. Associated fractures

Fracture location	Antergrade intramedullary nails	Retrograde intramedullary nails
Ipsilateral femur fracture	1	2
Ipsilateral tibia fracture	4	1
Ipsilateral patella fracture	1	0
Ipsilateral ankle fracture	3	1
Upper extremity injury	4	1
Contralateral lower extremity injury	5	2
Pelvic fracture	3	1
Spine fracture	1	0
Skull injury	1	1



Fig. 1. 23 year-old female who sustained right femoral shaft fracture was treated by retrograde intramedullary nailing.



Fig. 2. 67 year-old female who sustained left femoral shaft fracture was treated by antergrade intramedullary nailing.

수강으로 입구를 만들고 역행성 골수내 금속정을 골수 내로 삽입하였다. 슬개골 손상을 막기 위해 슬관절 굴곡을 충분히 하였다 (Fig. 1). 순행성 골수내 금속 고정술은 손상된 다리를 견인과 함께 내반한 후 전자 와 (piriformis fossa)에서 순행성 골수내 금속정을 골수 내로 삽입하였다. 전례에서 골이식은 시행하지 않았다 (Fig. 2).

수술 후 매 4주마다 정기적인 방사선 검사를 시행하였고 골유합은 2명의 정형외과 전문의가 단순방사선 검사 (전후면, 측면)에서 4개 피질골 중 3면에서 피질골 사이를 연결하는 가골이 완성되었을 때로 정의하였다. 9개월의 추시 관찰에서도 상기와 같은 골유합을 얻지 못하였을 때 불유합으로 정의하였다⁵⁾.

3. 재활

수술 후 일주일 이내에 수동적 슬관절 연속 운동기구 (CPM)를 이용하여 수동적 관절운동과 대퇴사두근 및 비복근의 등장성 운동을 시행하였다. 동반 손상이 있는 환자를 제외한 모든 환자에서 술 후 약 3주 후에 목발을 이용한 부분 체중부하 운동을 허용하였고 능동적 관절운동에 제한을 두지 않았다. 전 체중부하는 골절 부위의 가골 형성의 시작이 방사선학적으로 확인될 때까지 금지하였다.

4. 통계 분석

두 군 간의 나이, 성별, 골유합률, 개방성 골절 유무, Winquist-Hansen 분류에 따른 차이에 대해서 Chi-squared 분석법을 이용하였고 평균 골유합 기간 대해서는 t-test를 이용하여 분석하였다. Winquist-Hansen 분류상 네 그룹간의 간의 평균 골유합 기간과 골절편 수에 따라 분류된 단순골절, 분쇄골절, 분절골절 세군 간 평균 골유합 기간의 비교에 대해서 비모수 검정인 Kruskal-Wallis 검정법 및 post hoc 검정으로 Conover multiple comparison 검정을 사용하여 분석하였다. 통계분석은 상용화된 SPSS 소프트웨어

어 (SPSS for Windows release 16.0, SPSS, Chicago, IL, USA)를 사용하였고 post hoc 분석은 MedCalc 소프트웨어 (MedCalc for Windows ver. 11.3.2)를 이용하여 분석하였다. 유의성은 $p < 0.05$ 일 때로 정의하였다.

결 과

골수내 금속정 고정술 시행 시 수술 방법에 있어 순행성 및 역행성 골수내 고정술을 시행한 두 군간의 골유합 기간과 불유합률에 유의한 차이가 나지 않았으며 ($p=0.880$) 두 군 간의 나이, 성별, 술 후 운동범위, 개방성 골절의 수, Winquist-Hansen 분류와 같은 환자 구성에서도 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 1). 순행성과 역행성 골수내 금속정 고정술 모두 10예 중 1예 (10%)에서 불유합이 관찰

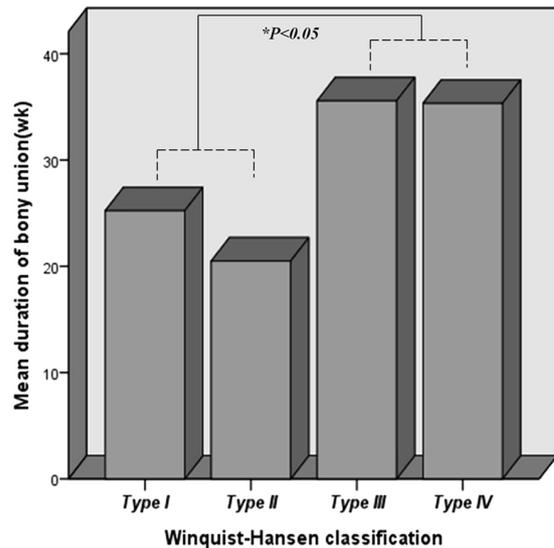


Fig. 3. Graph showing duration of bony union according to type of Winquist and Hansen classification. Significant differences were found in the duration of bony union between the Winquist and Hansen type I, II and the type III, IV.

Table 3. The differences of duration of bony union and non-union rate among Type I, Type II, Type III, and Type IV base on Winquist and Hansen classification (Results of a Kruskal-Wallis test and the Conover multiple comparison test as a post hoc analysis for comparison of Mean duration of bony union with the four groups)

	Winquist and Hansen classification				p-value
	Type I	Type II	Type III	Type IV	
No. of patients	32	9	8	4	
Non-union rate (n)	6.3% (2)	0% (0)	12.5% (1)	25.0% (1)	0.237
Mean duration of bony union (Wk)	25.2±16.4 [†]	20.5±4.7 [†]	35.6±9.6 [†]	35.3±12.7 [†]	0.004*

The values are given as the mean and the standard deviation. *Significant at $p < 0.05$, [†]The differences in between the Winquist and Hansen type I, II and the type III, IV were significant ($p < 0.05$).

되었다. 골유합 기간은 순행성에서 평균 26.7주, 역행성에서 27.4주로 관찰되었다 (Table 1).

Winqvist-Hansen 분류에 따른 환자 군 간의 골유합 기간은 각 그룹간에 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 ($p=0.004$), Post hoc 분석법상 Winqvist-Hansen 분류 I, II형과 III, IV형 간에 각각 평균 골유합 기간은 24.4 ± 14.8 주, 35.5 ± 9.9 주로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$) (Table 3)

Table 4. Average duration for union of femoral shaft fracture and patient characteristics between Winqvist and Hansen Type I, II and Type III, IV

	Winqvist and Hansen classification		p-value
	Type I, II	Type III, IV	
No. of patients	41	12	
Non-union rate (n)	4.9% (2)	25.5% (3)	0.330
Mean duration of bony union (Wk)	24.4 ± 14.8	35.5 ± 9.9	0.028*
Age	36.1 ± 21.1	34.4 ± 14.6	0.111
Gender			
Male	28	9	0.656
Female	13	3	
Range of motion	125.9 ± 8.0	127.0 ± 4.8	0.686
Open fracture	2	1	0.649

The values are given as the mean and the standard deviation. *Significant at $p < 0.05$.

Table 5. The differences of duration of bony union according to the degree of preoperative displacement

	\leq diameter 100%	$>$ diameter 100%	p-value
No. of patients	20	33	
Non-union rate (n)	0% (0)	15.2% (5)	0.067
Mean duration of bony union (Wk)	27.6 ± 19.9	25.9 ± 9.6	0.668

The values are given as the mean and the standard deviation.

Table 6. The differences of duration of bony union and non-union rate among simple, comminuted, and segmental fracture (Results of a Kruskal-Wallis test and the Conover multiple comparison test as a post hoc analysis for comparison of Mean duration of bony union with the three groups)

	Simple	Comminuted	Segmental	p-value
No. of patients	42	8	3	
Non-union rate (n)	9.5% (4)	0% (0)	0% (0)	0.237
Mean duration of bony union (Wk)	$25.0 \pm 15.6^\dagger$	$31.3 \pm 9.2^\dagger$	$34.3 \pm 9.6^\dagger$	0.009*

The values are given as the mean and the standard deviation. *Significant at $p < 0.05$, † The differences in both between the simple and comminuted fracture groups, simple and segmental fracture groups were significant ($p < 0.05$).

(Fig. 3). 하지만 최종적인 불유합률은 Winqvist-Hansen 분류 그룹간 차이가 없었다 ($p=0.237$). 두 그룹간 나이, 성별, 개방성 골절의 수의 환자 구성에서는 차이를 보이지 않았다 (Table 4).

골유합과 관련된 위험인자의 평가에서 최초 골편 전위 정도에 따라 두 군으로 나누어서 평가했을 때, 불유합률은 유의한 차이를 보이지 않았고 ($p=0.067$), 골유합 기간도 간부 직경의 100% 이하의 총 18예에서 27.6 ± 19.9 주, 간부 직경의 100% 초과 총 31예에서 25.9 ± 9.6 주로 두 군 간 유의한 차이가 없었다 ($p=0.068$) (Table 5). 개방성 골절 3예는 모두 유합이 잘 되었고, 평균 16.7주에 유합되었다. 골절편의 개수에 따른 단순골절, 분쇄골절, 분절골절 세 그룹간의 불유합률에 차이가 없었으나 ($p=0.237$), 골유합 기간은 각각 25.0 ± 15.6 주, 31.2 ± 9.2 주, 34.3 ± 9.6 주로 세 군간의 유의한 차이를 보였다 ($p=0.009$) (Table 6) (Fig. 4).

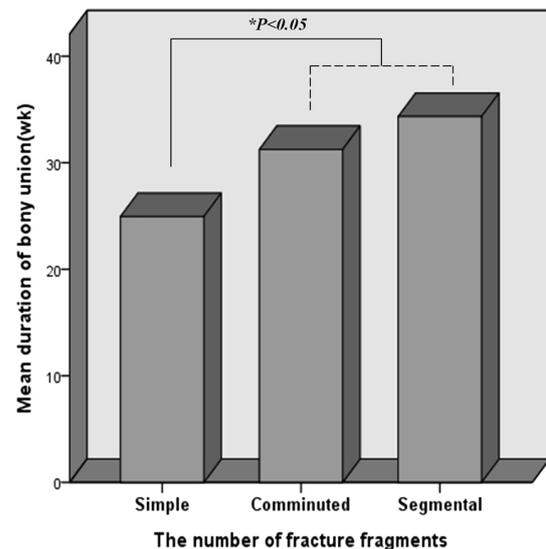


Fig. 4. Graph showing duration of bony union according to the number of Fracture fragments. There were significant differences in the duration of bony union both between the simple and comminuted fracture groups, simple and segmental fracture.

고 찰

본 연구에서는 대퇴골 간부 골절에서 골수내 금속정 고정술 시행 시 수술 방법의 차이가 있는 순행성과 역행성 고정술에서 골유합 기간 및 불유합률에서 차이가 나지 않는다는 결과를 얻었으며 골절의 분쇄 정도와 상하 피질골 접촉 정도에 따른 분류인 Winqvist-Hansen 분류에서 I, II형보다 III, IV형에서 골유합 기간이 보다 길었음을 확인할 수 있었다. 또한 골절편의 개수에 따른 단순 골절보다 분쇄·분절골절에서 골유합 기간이 더 길다는 결과를 얻었으며 대퇴간부 골절 환자에 대해 골절 유합에 영향을 미칠 것으로 보이는 최초 골편의 전위 정도는 골유합 기간에 영향을 미치지 않음을 알았다. 결국 역행성 또는 순행성 골수내 금속정 삽입법과 같은 수술방법의 차이, Winqvist-Hansen 분류방법에 따른 분류, 최초 골편 전위, 골절편의 개수는 불유합률에는 영향을 미치지 않았으나 Winqvist-Hansen 분류와 분쇄 정도를 나타내는 골절편의 개수는 골유합 기간에 영향을 주었다.

불유합과 연관된 개방성 골절 환자에 대한 분석에서 Noumi 등¹⁵⁾은 나이, 성별, Gustilo 분류, AO 분류, 골절의 위치, 골수내 금속정 고정술 방법, 확공여부, 변연절제술 시행시간, 다발성 손상의 유무, floating knee의 유무 중 불유합과 상관관계가 있는 것은 AO 분류라고 보고하였으며 Taitsman 등²⁴⁾의 연구에서는 개방성 골절, 흡연, 지연된 체중부하가 위험인자로 순행성과 역행성의 골수내 금속정의 술식 차이, AO/OTA 골절의 분류, 성별, Injury Severity Score은 불유합의 위험인자가 아니라 하였다. Shon과 Lee²¹⁾는 대퇴골 간부 골절에서 유합 시기에 영향을 주는 예후 인자로 초기 분쇄 정도, 폐쇄적 수술 방법, 대퇴골의 해부학적 위치를 언급하였고 Kim 등⁹⁾은 흡연이 불유합의 원인일 수 있음을 보고하였다. 최근 연구에서 Karadimas 등⁴⁾은 대퇴골 골절 환자에서 AO 분류에 따라 불유합률은 차이가 없으나 합병증 발생은 증가한다고 보고하여 아직 논란이 있는 상태이다.

골수내 고정술은 체중부하를 분산시키는 생역학적 장점과 금속판을 사용하여 내고정 시 발생할 수 있는 문제점인 연부조직의 광범위한 손상으로 인한 혈액 소실, 대퇴사두 고근 회복의 지연 및 감염의 위험성, 지연유합, 불유합, 부정유합, 골이식술 등을 피할 수 있기 때문에 장점이 있는 것으로 평가된다¹¹⁾. 대퇴골 간부 골절에 골수내 금속정 고정술 후 지연 유합과 불유합의 원인으로 개방성 골절, 골절의 분쇄 정도, 부적절한 금속정의 사용, 재활의 실패 등이 보고되었으나 순행성과 역행성의 수술 방법에 따른 결과는 논란이 있었다. 역행성 골수내 금속정 삽입술은 동측 대퇴골 경부 골절이나 전자간 골절, 동측 비구 골절을 동

반한 환자에서 근위부 골절의 치료를 용이하게 하고 동측 경골 골절, 슬개골 골절, 골반 골절, 비만, 다발성 골절이 있는 경우에 사용될 수 있다^{12,19,23)}. 이러한 장점으로 2000년대 이후 역행성 골수내 금속정 고정술에 대한 임상결과와 골유합률에 대한 연구가 많이 보고되고 있다^{8,14,22,23,28)}. Sung 등²³⁾은 역행성 골수내 금속정 고정술이 올바른 적응증 및 숙련된 술자에 의해 시행될 경우 순행성과 비교할 때 골유합 시기 및 불유합에 차이가 없음을 보고하였으며 Tornetta와 Tiburzi²⁵⁾도 대퇴간부 골절에 대해 수술방법에 따른 골수내 금속정 고정술의 골유합 기간은 차이가 나지 않는다고 하였다. Ostrum 등¹⁶⁾은 순행성이 역행성보다 빠른 유합 기간을 보인다고 하였으나 Osteum 등의 연구는 대퇴골 소전자 (lesser trochanter)에서 대퇴골 과상부 (supracondylar)까지의 골절을 대상으로 시행한 연구로 전자하 골절 (subtrochanter fracture)에 대해서 순행성 골수내 금속정 고정술을 대퇴 과상부에 대해서는 역행성 골수내 금속정 고정술을 사용하였는데, 대퇴골 원위부 골절에 비해 근위부 골절이 빠른 골유합을 보일 수 있기 때문에⁹⁾ Osteum 등의 연구는 골절 위치에 따른 골유합 기간의 차이를 고려하지 않은 연구로 생각된다. 반면 본 연구에서는 이와 달리 중간부 1/3에 국한된 순수한 간부 골절 환자의 수술 결과만을 포함하기 때문에, 유합시기 판정에 보다 공정한 평가를 하였다고 판단된다. Tornetta와 Tiburzi이 보고한 순행성과 역행성 수술 방법에서의 유합 기간은 14주와 12주로 본 연구의 26.7주와 27.4주에 비해 차이를 보이는데 일반적으로 3면에서 가골형성을 골유합으로 정의하는데 비해 Tornetta와 Tiburzi의 연구는 골유합을 단순방사선 검사에서 4개 피질골 중 1면에서 피질골 사이를 연결하는 가골이 형성되었을 때 유합으로 판정하여 보통의 골유합 판정시기보다 빠른 골유합 결과를 보인 것으로 여겨진다. 이외 국내 발표된 논문의 유합기간보다 긴 유합기간을 보이는 것은 연구 대상군이 연구자들마다 차이가 있어 골유합 기간이 다를 수 있을 것으로 생각된다.

역행성 골수내 금속정 삽입은 손상받지 않은 슬관절을 개방하여야 하며, 골절부와 슬관절의 연결로 슬관절의 강직 문제가 발생할 수 있다^{13,17,20,25)}. Murray 등¹⁴⁾은 역행성과 순행성 골수내 금속정 고정술을 시행한 후 역행성 삽입술을 시행한 군에서 슬관절 운동 범위에서 의미 있는 감소를 보였다고 하였다. Ostrum 등¹⁶⁾은 순행성 및 역행성 골수내 금속정 고정술의 모든 대상에서 120도 이상의 관절 운동범위를 얻어 관절 운동범위의 제한이 없었다고 하였다. 본 연구에서 술 후 최소 2년 이상의 추시 관찰 결과 역행성과 순행성 골수내 금속정 고정술에서 관절 운동의 제한은 보이지 않았다.

저자들은 대퇴간부 골절에 대해 Winqvist-Hansen 분류

를 적용하여 분류하였으며 불유합률의 차이는 없었다. 하지만 골절의 분쇄 정도와 상하 피질골 접촉 정도에 따른 분류인 Winquist-Hansen 분류에서 I, II형보다 III, IV형에서 골유합 기간이 보다 길었다. 또한 골절편의 수에 따라 단순 골절보다 분쇄·분절골절에서 골유합 기간이 더 길다는 결과를 얻었다. Winquist-Hansen 분류는 피질골의 접촉 정도와 분쇄 정도에 따라 분류하는 방법으로 상하 피질골의 접촉을 50%를 기준으로 II형과 III형으로 분류한다. 저자들의 결과에서 II형과 III형을 기준으로 골유합 기간이 차이가 나는 것으로 볼 때 상하 피질골의 접촉 정도가 골유합 기간에 영향을 미칠 것으로 여겨진다. Lee 등¹⁰⁾은 비감염성 불유합과 골절부의 분쇄 정도는 밀접한 관계가 있으며 이는 강한 외력에 의한 연부조직의 심한 손상과 골편의 혈액 공급 차단에 의한 것으로 보고하였다. 또한 Winquist-Hansen의 골절 분류에 따라 분쇄 정도가 심할수록 유합 기간이 길어짐은 국내에서도 보고 된 바 있다^{3,9,27)}.

Harley 등²⁾은 개방성 장관골 골절을 대상으로 Gustilo 분류에 따라 분류하여 연부조직 손상 정도가 불유합과 연관성이 있다고 보고하였으나 본 연구에서 개방성 골절은 3예로 적었고, 모두 골유합이 잘 되었고, 유합 기간도 짧았기 때문에 이에 대한 분석에 의미를 두지 않았다. 또한 연부조직 손상을 어느 정도 반영할 수 있는 최초의 골편 전위 정도를 통해 분석하였는데, 최초 골편 전위 정도에 따른 불유합률은 유의한 차이를 보이지 않았으나 $p=0.067$ 로 조금의 차이를 보였고 골유합 기간은 두 군 간에 차이가 없었다.

본 연구의 제한점은 후향적 연구로 골유합에 영향을 미치는 재합, 확공여부, 손상의 기전, 골수내정의 크기 등에 대한 분석을 못하였다는 점, 증례의 개수가 적다는 점, 흡연 유무를 확인하지 못하였다는 점이 있다. 또한 수술 방법의 선택에서 환자의 상태나 동반 손상이 영향을 미친 점은 편견으로 작용할 수 있다는 점이다. 하지만 본 연구에서 대상 환자를 간부골절 중 중간 1/3로 제한을 두었으며 환자의 골절의 분쇄 정도나 골절편의 수와 같은 골절의 양상과 연령, 나이, 성별에 따라 수술방법을 선택하지 않아 그 영향은 크지 않을 것으로 생각된다.

결 론

대퇴골 간부 골절 환자에서 골수내 금속정 고정술을 시행할 시 유합기간에 골절편의 수 및 Winquist-Hansen 분류가 영향을 미치며 순행성 및 역행성의 수술 방법과 최초 골편 전위는 유합기간 및 불유합률에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) **Brumback RJ, Uwagie-Ero S, Lakatos RP, Poka A, Bathon GH, Burgess AR:** Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part II: Fracture-healing with static interlocking fixation. *J Bone Joint Surg Am*, **70**: 1453-1462, 1988.
- 2) **Harley BJ, Beaupre LA, Jones CA, Dulai SK, Weber DW:** The effect of time to definitive treatment on the rate of nonunion and infection in open fractures. *J Orthop Trauma*, **16**: 484-490, 2002.
- 3) **Hwang SK, Han JB:** Treatment of femur shaft fracture by intrlocking intramedullary nailing. *J Korean Orthop Assoc*, **30**: 395-402, 1995.
- 4) **Karadimas EJ, Papadimitriou G, Theodoratos G, Papanikolaou A, Maris J:** The effectiveness of the antegrade reamed technique: the experience and complications from 415 traumatic femoral shaft fractures. *Strategies Trauma Limb Reconstr*, 2009.
- 5) **Kempf I, Grosse A, Beck G:** Closed locked intramedullary nailing. Its application to comminuted fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am*, **67**: 709-720, 1985.
- 6) **Kim SS, Sohn SK, Kim CH, Lee MJ, Wang L:** Cause and treatment of the nonunion of femoral shaft fracture after interlocking intramedullary nailing. *J Korean Fract Soc*, **20**: 141-148, 2007.
- 7) **Kuntscher G:** Intramedullary surgical technique and its place in orthopedic surgery. *J Bone Joint Surg Am*, **47**: 809-818, 1965.
- 8) **Lee SH, Lee JY, Ha SH, Sohn HM, Lee KC:** Treatment of Distal Femoral Shaft and Supracondylar Fracture with a Retrograde Intramedullary Nailing. *J Korean Fracture Soc*, **17**: 103-109, 2004.
- 9) **Lee SW, Kwun KW, Kim SK, Choi CH, Chang HS:** Closed interlocking nailing for femoral shaft fracture - comparison of results according to fracture comminution and site. *J Korean Fracture Soc*, **11**: 528-532, 1998.
- 10) **Lee WS, Shin KH, Lim KS:** Nonunion after intramedullary nailing of femoral shaft fracture. *J Korean Fracture Soc*, **12**: 577-583, 1999.
- 11) **Meyer RW, Plaxton NA, Postak PD, Gilmore A, Froimson MI, Greenwald AS:** Mechanical comparison of a distal femoral side plate and a retrograde intramedullary nail. *J Orthop Trauma*, **14**: 398-404, 2000.

- 12) **Moed BR, Watson JT:** Retrograde nailing of the femoral shaft. *J Am Acad Orthop Surg*, **7:** 209-216, 1999.
- 13) **Morgan E, Ostrum RF, DiCicco J, McElroy J, Poka A:** Effects of retrograde femoral intramedullary nailing on the patellofemoral articulation. *J Orthop Trauma*, **13:** 13-16, 1999.
- 14) **Murray P, Bergin P, Labropoulos P, Gunther S:** Retrograde femoral nailing and knee function. *Orthopedics*, **31:** 2008.
- 15) **Noumi T, Yokoyama K, Ohtsuka H, Nakamura K, Itoman M:** Intramedullary nailing for open fractures of the femoral shaft: evaluation of contributing factors on deep infection and nonunion using multivariate analysis. *Injury*, **36:** 1085-1093, 2005.
- 16) **Ostrum RF, Agarwal A, Lakatos R, Poka A:** Prospective comparison of retrograde and antegrade femoral intramedullary nailing. *J Orthop Trauma*, **14:** 496-501, 2000.
- 17) **Pritchett JW:** Supracondylar fractures of the femur. *Clin Orthop Relat Res*, **184:** 173-177, 1984.
- 18) **Ricci WM, Bellabarba C, Evanoff B, Herscovici D, DiPasquale T, Sanders R:** Retrograde versus antegrade nailing of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma*, **15:** 161-169, 2001.
- 19) **Sanders R, Koval KJ, DiPasquale T, Helfet DL, Frankle M:** Retrograde reamed femoral nailing. *J Orthop Trauma*, **7:** 293-302, 1993.
- 20) **Scheerlinck T, Krallis P, Descamps PY, Hardy D, Delincé P:** The femoral supracondylar nail: preliminary experience. *Acta Orthop Belg*, **64:** 385-392, 1998.
- 21) **Shon OJ, Lee WJ:** Analysis of prognostic factors for union time after unreamed femoral nailing. *J Korean Fract Soc*, **17:** 13-18, 2004.
- 22) **Song KW, Lee SY, Shin SI, et al:** Retrograde intramedullary nailing for femoral fracture. *J Korean Fract Soc*, **19:** 314-318, 2006.
- 23) **Sung YB, Park SC, Ahn JK, et al:** Long term results of retrograde nailing in adult femoral shaft Fractures. *J Korean Soc Fract*, **15:** 356-362, 2002.
- 24) **Taitsman LA, Lynch JR, Agel J, Barei DP, Nork SE:** Risk factors for femoral nonunion after femoral shaft fracture. *J Trauma*, **67:** 1389-1392, 2009.
- 25) **Tornetta P 3rd, Tiburzi D:** Antegrade or retrograde reamed femoral nailing. A prospective, randomised trial. *J Bone Joint Surg Br*, **82:** 652-654, 2000.
- 26) **Winqvist RA, Hansen ST Jr, Clawson DK:** Closed intramedullary nailing of femoral fractures. A report of five hundred and twenty cases. *J Bone Joint Surg Am*, **66:** 529-539, 1984.
- 27) **Won CH, Kang SB, Shin K, Jeon KC, Yoo JS, Jang KH:** Treatment of femoral shaft fractures with static interlocking intramedullary Nailing. *J Korean Fracture Soc*, **8:** 533-537, 1995.
- 28) **Yoon JH, Ahn BW, Kim CK, et al:** Retrograde intramedullary nailing or the treatment of segmental femoral shaft fracture including distal part. *J Korean Fract Soc*, **22:** 145-151, 2009.