

대퇴 간부 골절의 골수강내 금속정 삽입 치료 - 이상와 및 전자 삽입점에 따른 비교 -

윤현국 · 손욱진 · 한동성

영남대학교의료원 정형외과학교실

목 적: 대퇴 간부 골절의 골수정 치료 시 삽입점의 차이에 따른 치료 결과를 비교하고자 하였다.

대상 및 방법: 2004년 2월에서 2007년 2월 사이에 37명 중 전자군 17명, 이상와군 20명을 대상으로 양 군의 임상적 및 방사선학적 결과를 조사하였다.

결 과: 양 군에서 기능점수, 운동범위, 유합기간은 유사하였으며 정렬은 양 군이 유사하였으나 근위부 1/3에서 이상와군에서 더 다양한 정렬을 보였다. 절개 크기는 이상와군 8.7 cm, 전자군 5.8 cm였고 ($p < 0.05$), 체중에 따른 절개 크기 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 수술 시간은 정상 체중군에서는 차이가 없었으나 과체중군에서 이상와군 125분, 전자군 90분으로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 출혈량은 이상와군 313 cc, 전자군 268 cc로 유사하였고 과체중군에서 전자군이 더 적었다 ($p < 0.05$). 이상와군에서 근위부 골절에 5.7° 내반 각형성 1예, 양 군 모두에서 불유합이 각각 2예 관찰되었다.

결 론: 전자부 삽입군이 이상와군과 유사하게 만족할 만한 골유합과 낮은 합병률을 보였으며 특히 전자부 삽입 골수정은 근위부 대퇴간부 골절 및 과체중 환자에 있어서 우선적인 대안이 될 수 있을 것이다.

색인 단어: 전자부, 이상와부, 대퇴 간부 골절, 금속정

The Treatment of IM Nailing of Femoral Shaft Fracture - Piriformis Fossa versus Trochanteric Entry Portal -

Hyun Kook Youn, M.D., Oog Jin Shon, M.D., Dong Sung Han, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yeungnam University Medical Center, Daegu, Korea

Purpose: To compare the results of IM nailing of femur shaft fractures using trochanteric and piriformis fossa entry portal.

Materials and Methods: 37 patients were treated with IM nail using Trochanteric (Trochanter group: TG, n=17) and piriformis fossa entry portal (piriformis group: PG, n=20) and were followed from February 2004 to 2007. The outcomes were assessed based on the clinical and radiographic findings.

Results: The functional result, ROM and union time were similar in both groups. The alignment was similar in both groups but PG showed variable alignment in proximal 1/3. Incision was larger in PG (PG=8.7 cm, TG=5.8 cm, $p < 0.05$) and there was a difference between overweight and normal weight group. Operative time was 95 minutes in PG, 87 minutes in TG ($p > 0.05$), there was statistically significant difference in overweight groups (PG=125 minutes, TG=90 minutes, $p < 0.05$). Blood loss was 313 cc in PG, 268 cc in TG and less in TG in overweight patients ($p < 0.05$). There was 5.7° of varus angulation in PG, 2 nonunion cases in both groups.

Conclusion: The femoral nail specially designed for trochanteric insertion resulted in high union rates, low complication rates similar to conventional nail and the trochanteric nail can be the alternative choice especially in proximal femur fracture and overweight patients.

Key Words: Trochanteric, Piriformis fossa, Femur shaft fracture, Intramedullary nail

통신저자 : 손 욱 진

대구광역시 남구 대명동 317-1

영남대학교의료원 정형외과

Tel : 053-620-3640 • Fax : 053-628-4020

E-mail : ossoj@med.yu.ac.kr

Address reprint requests to : Oog Jin Shon, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yeungnam University Medical Center, 317-1, Demyung-dong, Nam-gu, Daegu 705-717, Korea

Tel : 82-53-620-3640 • Fax : 82-53-628-4020

E-mail : ossoj@med.yu.ac.kr

*본 논문의 요지는 2008년도 대한골절학회 춘계학술대회에서 발표되었음.

*본 논문은 2008년도 재단법인 천마의학연구재단의 지원을 받아 이루어졌음.

서 론

대퇴골 간부 골절의 치료는 금속판, 연성 골수정, 골수정, 외고정장치 등 다양한 방법이 소개되고 있다. 이들 중 금속정 고정은 1940년 Küntscher¹¹⁾가 골수강내 금속정을 발표한 이래 1972년 Klemm과 Schellmann¹⁰⁾, 1984년 Winquist 등²⁴⁾이 나사못 맞물림법을 이용한 골수강내 금속정 고정방법을 개선하여 520예에서 99.1%의 골유합률을 보고하면서 이상와로의 삽입이 최근까지 가장 보편적인 방법으로 인식되어 왔다. 그러나, 이상와 삽입 교합성 금속정은 형상이 직선형이고 양와위상에서 비만 환자들을 대상으로 할 경우 삽입 부위의 축지가 어렵고, 피부 절개가 크며 술 후 부정정렬 등의 합병증이 발생한다는 문제점이 대두되었다^{13,16,24)}. 그래서 대전자 삽입점을 이용하는 금속정이 고안되었다. 이 금속정들은 대퇴골의 정상 해부학에 준하여 굴곡 형상을 이루어 기존 금속정이 지니고 있는 단점을 보완해 줄 수 있을 것으로 고려되었으며, 그 종류로는 Sirus[®] femoral nail (Zimmer), TAN[®] (Trigen system, Smith & Nephew) 등이 소개되고 있다. 이들 금속정은 대퇴전자 삽입점이 이상와 삽입점보다 골수정 삽입 시 연부 조직 및 혈관 손상을 더 줄일 수 있다고 보고되고 있으며, 그 결과 또한 이상와로의 삽입과 유사한 좋은 결과를 보고하고 있다^{14,17~20)}. 그러나 대퇴간부 골절 치료에 있어서 이상와 삽입점과 전자 삽입점 사이의 각각의 임상결과의 보고는 있지만 두 삽입점 간의 비교에 관한 보고는 거의 없어 저자들은 전향적으로 양 군을 임상결과 및 합병증을 비교 분석하여 전자 삽입점의 금속정 시 적절한 적응증을 살펴보고자 하였다.

대상 및 방법

2004년 2월부터 2007년 2월까지 대퇴골 간부 골절로 진단하여 골수강내 금속정 고정술로 치료받았던 37예를 대상으로 하였으며 전자 삽입점은 Sirus[®] femoral nail (Zimmer) 17예, 이상와 삽입점은 Cannulated femoral nail (AO syntheses) 20예였다. 평균연령은 41세 (16~81)였으며,

Table 1. Summary of cases

Variables	PF*	TC [†]
Cases (M : F)	20 (17 : 3)	17 (11 : 6)
Mean age (yrs)	41.1	41.5
Mean BMI [‡]	23.1	23.9

*PF: Piriformis group, [†]TC: Trochanter group, [‡]BMI: Body mass index.

양 군의 성비, 나이, 체중 등은 비교적 유사하게 선정하여 전향적으로 조사하였다 (Table 1). 손상 기전은 자동차 사고가 이상와군 17예, 전자군 14예로 대부분을 차지하였고 (Table 2), 12명 (32%)에서 동반손상이 관찰되었으며, 상지 골절이 2예, 하지 골절이 4예, 안면골 골절이 1예, 두부손상이 2예, 척추손상이 3예 있었다. 골절된 양상은 Winquist-Hansen 분류를 이용하였으며 4형 골절이 이상와군 7예, 전자군 6예로 가장 많았고 그 분포는 양 군이 비교적 유사하였다. 골절의 위치는 근위부 1/3, 중간부 1/3, 원위부 1/3으로 나누었으며, 중간부 골절이 이상와군 15예, 전자군 11예로 가장 많았다 (Table 3). 체중에 따라서는 BMI 25를 기준으로 과체중 및 정상체중을 분리하였으며, 과체중군은 전자군 6예, 이상와군 6예, 정상 체중군은 전자군 11예, 이상와군 14예였다.

수술 방법은 모든 환자에서 골절 테이블을 이용하여 양와위 위치에서 반대측 다리는 쇄석위 (lithotomy position)로 하였고, 환측의 다리는 방사선 투시기가 투과할 수 있도록 하였다. 형광 투시경으로 확인하여 유도자 (guide pin)를 대퇴골의 이상와 혹은 대퇴 전자부에 위치시키고, 삽입부를 적절한 굵기만큼 넓히고, 확공을 시행한 후 골수정을 삽입하여 폐쇄적 정복을 시행하였다.

또한 Sirus[®] femoral nail의 경우 특징적인 해부학적 굴곡이 있어서 삽입 시 근위부를 통과한 후 90도 회전한 후 원위부로 삽입하였다. 술 후 처치로는 2~3일째 대퇴 사두

Table 2. Cause of injury

Cause of injury	Cases of PF*	Cases of TC [†]
Traffic accident	17	14
Fall down	3	3

*PF: Piriformis group, [†]TC: Trochanter group.

Table 3. Relationships of associated injury level, fracture type and entry point

	Proximal 1/3		Middle 1/3		Distal 1/3	
	PF*	TC [†]	PF	TC	PF	TC
	(cases)		(cases)		(cases)	
W-H [‡] type 1	0	0	2	3	1	1
W-H type 2	1	2	4	1	0	1
W-H type 3	2	1	3	2	0	0
W-H type 4	0	1	5	5	2	0

*PF: Piriformis group, [†]TC: Trochanter group, [‡]W-H: Winquist-Hansen.

근의 등장성 운동과 관절 운동을 시행하였고, 체중 부하는 조기 체중 부하를 위하여 정면 혹은 측면 방사선 사진상 가골 형성 시 부분 체중 부하를, 정면과 측면 모두 가골 형성 시 전 체중 부하를 원칙으로 하였다.

골유합 시기는 Kempf 등⁸⁾의 기준에 따라 임상적으로 단단한 무통성의 가골 형성, 고관절 및 슬관절의 정상 운동, 그리고 목발 없이 전 체중 부하 보행이 가능하고, 방사선 학적으로 가골이 골절 부위를 통과하는 가교가 보이는 경우로 판정하였다. 환자의 객관적 및 주관적인 만족도를 측정하기 위하여 술 후 경과 관찰 중에 발생하는 통증 44점, 보행 기능 11점, 보조적 지지 여부 11점, 보행 거리 11점, 계단 오르내리기 4점, 신발 신기 4점, 앉기 5점, 대중 교통 이용 1점, 변형 여부 4점, 관절 운동 범위 5점 등을 기준으로 하여 총점 100점으로 하는 Harris 고관절 점수를 이용하였다. 그 외 수술시간, 출혈량, 피부절개, 합병증, 술 후 정렬 등도 비교하였다. 수술 시간은 최초 절개 시작 시점에서 골수정 삽입, 고정까지의 시간을 측정하였고, 술 중 총 출혈량은 배액 흡입관에 모아진 양과 gauze의 무게를 합한 양으로 측정하였다.

양 군 간의 통계 처리는 SPSS 10.0 프로그램을 이용하여 독립표본 T 검정을 사용하여 분석하고 p값이 0.05 이하인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 평가하였다.

Table 4. Comparison of postoperative and intraoperative data between piriformis nail and trochanter nail group

	PF*	TC [†]	p-value
Function score (point)			
Total	75.2	76.5	>0.05
Normal weight	75.8	76.6	>0.05
Overweight	73.8	76.2	>0.05
Bone union (wks)			
Total	21.2	19.4	>0.05
Normal weight	20.7	18.2	>0.05
Overweight	22.3	21.7	>0.05
Skin incision (cm)			
Total	8.7	5.8	<0.05
Normal weight	8.4	5.4	<0.05
Overweight	9.3	6.5	<0.05
Blood loss (cc)			
Total	313	268	>0.05
Normal weight	264	250	>0.05
Overweight	425	300	<0.05
Operative time (min)			
Total	95	87	>0.05
Normal weight	83	86	>0.05
Overweight	125	90	<0.05

*PF: Piriformis group, [†]TC: Trochanter group.

결 과

기능 점수는 이상와군 75.2점, 전자군 76.5점으로 양 군이 통계학적인 차이가 없었으며 체중에 따른 기능 점수도 정상 체중군 75.8점, 76.6점, 과체중군 73.8점, 76.2점으로 또한 차이가 없었다 (Table 4).

고관절 운동 범위는 이상와군에서 굴곡 117°±6.6, 신전 13°±2.6, 외전 31°±6.9, 내전 17°±4.9, 내회전 17°±5.9, 외회전 23°±5.7였고 전자군에서 굴곡 119°±6.9, 신전 11°±3.8, 외전 31°±6.4, 내전 18°±4.9, 내회전 18°±4.4, 외회전 29°±7.5였으며 양 군 간에 통계학적인 차이가 없었으며, 슬관절 운동 범위도 이상와군에서 굴곡 124°±7.5, 굴곡구축 2.4°±2.5, 전자군에서 굴곡 125°±6.2, 굴곡구축 2.2°±2.4로 양 군 간에 통계학적인 차이가 없었다 (Table 5).

Kempf 등⁸⁾의 기준에 의한 골유합 기간은 이상와군 21.3주, 전자군 19.4주였고, 체중에 따른 유합도 정상 체중군 20.7주, 18.2주, 과체중에서 22.3주, 17.2주로 양 군에서 통계학적인 차이가 없었으며 과체중군과 정상 체중군 사이에도 차이가 없었다.

술 후 정렬은 근위부 1/3에서 이상와군이 내반 0.4°±2.93, 전자군이 내반 0.1°±1.25였고, 중관부 1/3에서 이상와군이 외반 1.2°±2.43, 전자군이 외반 2.3°±2.69, 원위부 1/3에서 이상와군이 외반 0.3°±2.52, 전자군이 외반 0.1°±2.13였다. 양 군에서 술 후 정렬의 차이는 없었으나 근위부 1/3에서 이상와군이 전자군에 비하여 내반 정렬의 다양성이 관찰되었다.

Table 5. Comparison of postoperative range of motion and alignment between piriformis nail and Trochanter nail group

	PF*	TC [†]
Hip ROM (°)±SD		
Flexion	117°±6.6	119°±6.9
Extension	13°±2.6	11°±3.8
Abduction	31°±6.9	31°±6.4
Adduction	17°±4.9	18°±4.9
Internal rotation	17°±5.9	18°±4.4
External rotation	23°±5.7	29°±7.5
Knee ROM (°)±SD		
Flexion	124°±7.5	125°±6.2
Extension lag	2.4°±2.5	2.2°±2.4
Alignment (°)±SD		
Proximal 1/3	varus0.4°±2.93	varus0.1°±1.25
Middle 1/3	valgus1.2°±2.43	valgus2.3°±2.69
Distal 1/3	valgus0.3°±2.52	valgus0.1°±2.13

*PF: Piriformis group, [†]TC: Trochanter group.

절개 크기는 이상와군 8.7 cm, 전자군 5.8 cm, 정상 체중군에서 각각 8.4 cm, 5.4 cm, 과체중군에서 9.3 cm, 6.5 cm로 전체 평균, 정상 체중, 과체중에서 모두 유의하게 전자군에서 적었으며, 정상 체중군보다 과체중군에서 양 군 모두 절개 크기의 증가가 관찰되었다.

출혈량은 이상와군 313 cc, 전자군 268 cc, 정상 체중군에서 264 cc, 250 cc로 차이가 없었으나 과체중에서 425 cc, 300 cc로 유의성 있게 이상와군에서 증가하였다. 또한 정상 체중군에서보다 과체중군에서 역시 출혈량이 증가했음을 관찰할 수 있었다.

수술 시간은 이상와군에서 95분, 전자군에서 87분, 정상 체중에서 83분, 86분, 과체중에서 125분, 90분으로 전체 평균, 정상 체중에서는 차이가 없었으나 과체중에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었으며 이상와군에서 정상 체중군에 비하여 과체중군의 수술 시간이 크게 증가했음을 알 수 있었다.

술 후 합병증으로 이상와군에서 근위부 1/3 골절 중 5.7° 내반 각형성 1예가 있었으며, 2예의 불유합이 있었고, 전자군에서도 2예의 불유합이 있었다.

고 찰

1940년부터 Küntscher는 대퇴골 간부 골절에 대하여 비관혈적 전향성 금속정의 사용을 시작하였으며 곧은 형상인 cloverleaf 금속정을 이용하여 측와위 상에서 대전자 침부에

에 삽입하였다¹¹⁾. 1984년 Böhler는 대전자의 중간 1/3과 후방 1/3 사이 부위로 세분화하였고²⁾ 이는 AO 연구회에 의하여 수정되어 대전자의 침부가 아닌 더 외측부에 삽입하여야 혈관, 관절의 손상을 피할 수 있을 것이라 하였다⁵⁾. 그러나 형상이 곧은 금속정으로 이들의 삽입점을 이용함으로써 대퇴 내측 피질 골절 혹은 근위부 내반 부정 정렬 등의 중대한 문제가 발생하였다^{3,7,12,23)}. 그리하여 1984년 Winquist 등은 대전자 침부에 삽입 시 근위부 골절, 내반 부정 정렬 등에서 근위 골편의 내측 피질골이 더 많이 얇아질 수 있다고 하였으며 측와위에서 골수정을 이상와로 삽입하여 치료하여 520예에서 99.1%의 골유합을 얻음으로써 이후 보편적인 치료법이 되었다^{1,4,14,18)}. 그러나 양와위 상에서 이상와 삽입점은 여전히 접근하기 힘들고 특히 비만 환자들에서 더 어려웠다^{13,16)}.

McKee와 Waddell은 비만 환자 7예에 대하여 양와위 상에서 이상와 삽입점을 통한 금속정 고정 시에 접근이 매우 어려웠으며, 2예의 대전자 골절이 있었고, 1예는 대전자 절골술이 필요하였다고 하였다. 또한 3예는 내반 자세에서 삽입하였다고 하였다¹³⁾. 이에 대해 Ostrum은 12예의 비만 환자에 대하여 양와위 상에서 대전자 외측을 삽입점으로 하여 연성 골수정을 삽입하여 만족할 만한 결과를 얻었다고 하였다¹⁶⁾.

이후 대전자 삽입점을 이용하여 치료할 수 있는 Trigen TAN nail, Sirus[®] femoral nail 등의 해부학적으로 굴곡을 가지는 금속정이 개발되었다. Ricci 등은 근위부에 외측 굴

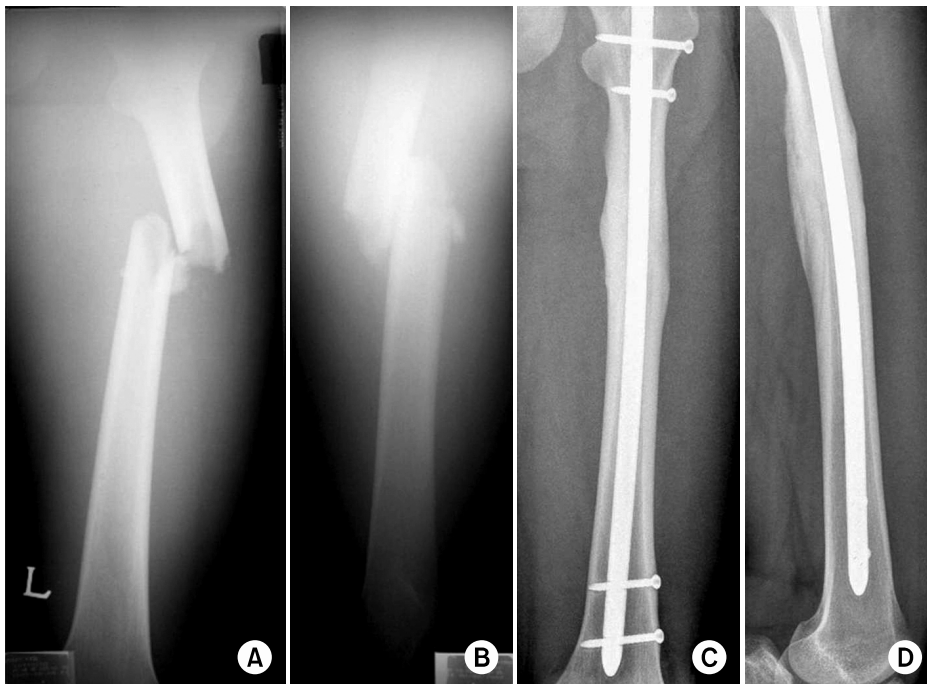


Fig. 1. (A, B) Anteroposterior and lateral radiograph of 25-years-old male injured by car injury, resulting a proximal femur shaft fracture. (C, D) Radiographs taken at 1 year after cannulated femoral nail insertion via piriformis fossa. 4° varus of alignment was noted.



Fig. 2. (A, B) Anteroposterior and lateral radiograph of 72-years-old female injured by fall down, resulting a proximal femur shaft fracture.

(C, D) Radiographs taken at 1 year after Sirus[®] femoral nail insertion via greater trochanter tip.

곡을 가지도록 특별히 고안된 Trigen TAN nail을 이용하여 대전자 삽입점으로 치료하여, 이상와 삽입점을 이용한 Trigen FAN nail 치료 환자와 비교하여 양 군이 골유합, 합병증, 기능 결과에서 차이가 없었으나 비만군에서 TAN 금속정을 이용한 대전자군이 FAN 금속정을 이용한 이상와 군보다 수술 시간이 유의하게 줄었다고 하였다¹⁹⁾.

저자의 증례들에서도 정상 해부학에 준하는 근위부에 전 외측 굴곡을 가진 Sirus[®] femoral nail을 이용하여 삽입 시 이상와군과의 결과와 비교하여 차이가 없이 기능 점수, 관절 운동, 골유합 기간에서 좋은 결과를 보였으며 근위부 골절에서 이상와군과 비교하여 부정정렬이 관찰되지 않았다 (Fig. 1, 2).

삽입점의 설정에서 이상와 삽입점은 축진을 통해서 쉽게 구분할 수 있었으나 Sirus[®] femoral nail을 이용하여 대전자 침부에 삽입 시 해부학적으로 변이가 있을 수 있음을 고려하여 방사선 투시기를 이용하여 전후면과 축성면상 모두에서 중심 부위에 위치할 수 있도록 하여 수술을 시행하였다.

Tucker 등²²⁾은 비만군과 정상 체중군에 대하여 전향적 금속정 치료를 하여 비만군이 유의하게 수술시간이 증가하였다. 골유합률과 합병증은 양 군에서 유사하였고, 저자들의 예에서는 비만 환자는 포함되지 않았으며 과체중군과 정상 체중군을 비교하였으며 전체 환자, 정상 체중군 사이에 차이는 없었으나 과체중군에서 유의하게 수술 시간이

증가하였고 유사한 결과를 보였다.

Johnson⁶⁾은 대퇴골 근위부 1/3 골절에서 끝은 금속정을 사용하여 양와위에서 삽입할 경우 내반 부정 정렬이 생길 수 있으며 159예 중 15예의 내반 부정 정렬이 있었다고 하였다. 저자들의 예에서 골절 테이블에서 양와위에서 치료한 이상와군에서 심한 부정 정렬은 관찰되지 않았으나 근위부 1/3 골절에서 5.7°의 내반 부정 정렬 1예가 관찰되었으며 이상와군이 전자군에 비하여 근위부 1/3 골절에서 다양한 내반 정렬 양상을 보여주었다. 전자군에서는 내반 부정 정렬의 양상이 적었으며 합병증도 관찰되지 않았고 이는 Cannulated femoral nail보다 Sirus[®] femoral nail이 해부학적으로 만들어졌기 때문이라 생각된다.

Starr 등²¹⁾은 이상와 삽입점을 통한 reconstruction nail 군과 전자부 삽입점을 통한 long gamma nail 군을 비교하여 양 군에서 유의한 차이는 없었으나 long gamma nail 군에서 출혈량이 적었으며 수술 시간이 감소하였다. 절개 크기의 평균은 유의한 차이가 없었다. 저자들의 예에서 전체 환자들의 평균에서 양 군에 통계학적 차이는 없었으나, 전자군이 비교적 절개 및 출혈이 적었고, 특히 과체중군 사이에서 Sirus[®] femoral nail을 사용한 전자군이 이상와군에 비하여 통계학적으로 유의하게 출혈량, 수술 시간 및 절개 크기가 작았다.

합병증으로 양 군에서 Winkist-Hansen type 3, 4 골절에서 2예의 불유합이 있었으나 Kim 등⁹⁾과 같이 골이식 및

잠김 압박금속판 고정술로 유합을 얻었다. Oh 등¹⁵⁾은 대퇴골 간부 골절 치료 시 비확공성 골수강내 금속정으로 치료하여 Winkist-Hansen type 4골절에서 통계학적인 의의는 없었으나 불유합이 가장 많았다고 하였으며 저자들의 예에서도 type 4의 골절에서 대부분 불유합이 있었다.

결 론

대퇴골의 정상 해부학에 준하여 골곡 형상을 가지며 전자 침부를 삽입 부위로 하는 Sirius[®] femoral nail은 기존의 골수정과 임상적 및 방사선적으로 유사한 치료 결과를 보여주고 있으며 특히 근위부 대퇴골 골절, 과체중 환자를 대상으로 우선적인 대안으로 고려할 수 있을 것으로 생각되며 이 부분에 대한 추가적인 증례와 추사가 요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Bick EM: The intramedullary nailing of fractures by G. Küntscher. Translation of article in Archiv für Klinische Chirurgie, **200**: 443, 1940. Clin Orthop Relat Res, **60**: 5-12, 1968.
- 2) Böhler L: Medullary nailing of Küntscher. 1st English ed. Baltimore, Williams & Wilkins Co: 1948.
- 3) Browner B, Wiss DA: The Grosse-Kempf locking nail for the femur. In: Browner B, Edwards C eds. The science and practice of intramedullary nailing. 1st ed. Philadelphia, Lea & Febiger: 150-159, 1987.
- 4) Gausepohl T, Pennig D, Koebke J, Harnoss S: Antegrade femoral nailing: an anatomical determination of the correct entry point. Injury, **33**: 701-705, 2002.
- 5) Harper MC, Carson WL: Curvature of the femur and the proximal entry point for an intramedullary rod. Clin Orthop Relat Res, **220**: 155-161, 1987.
- 6) Johnson EE: Letters to the editor. J Orthop Trauma, **15**: 533-534, 2001.
- 7) Johnson KD, Tencer AF, Sherman MC: Biomechanical factors affecting fracture stability and femoral bursting in closed intramedullary nailing of femoral shaft fractures, with illustrative case presentations. J Orthop Trauma, **1**: 1-11, 1987.
- 8) 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.
- 9) Kim SD, Sohn OJ, Kwack BH: The comparison of LC-DCP versus LCP fixation in the plate augmentation for the nonunion of femur shaft fractures after intramedullary nail fixation. J Korean Fracture Soc, **21**: 117-123, 2008.
- 10) Klemm K, Schellmann WD: Dynamic and static locking of the intramedullary nail. Monatsschr Unfallheilkd Versicher Versorg Verkehrsmed, **75**: 568-575, 1972.
- 11) Küntscher G: Die maknaelungon knochen brchen. Langenbecks Archive Klin Chir, **200**: 443-455, 1940.
- 12) Küntscher G: Practice of intramedullary nailing. Translated by Herman H. Rinne. With a foreword by Hugh Smith. 1st ed. Springfield, Charles C Thomas: 1967.
- 13) McKee MD, Waddell JP: Intramedullary nailing of femoral fractures in morbidly obese patients. J Trauma, **36**: 208-210, 1994.
- 14) Moein CM, Verhofstad MH, Bleys RL, van der Werken C: Soft tissue injury related to choice of entry point in antegrade femoral nailing: piriform fossa or greater trochanter tip. Injury, **36**: 1337-1342, 2005.
- 15) Oh CW, Oh JK, Min WK, et al: Comparison of operative methods between retrograde and antegrade nailing for ipsilateral femoral shaft and neck fracture. J Korean Fracture Soc, **20**: 135-140, 2007.
- 16) Ostrum RF: A greater trochanteric insertion site for femoral intramedullary nailing in lipomatous patients. Orthopedics, **19**: 337-340, 1996.
- 17) Ostrum RF, Marcantonio A, Marburger R: A critical analysis of the eccentric starting point for trochanteric intramedullary femoral nailing. J Orthop Trauma, **19**: 681-686, 2005.
- 18) Ricci WM, Devinney S, Haidukewych G, Herscovici D, Sanders R: Trochanteric nail insertion for the treatment of femoral shaft fractures. J Orthop Trauma, **19**: 511-517, 2005.
- 19) Ricci WM, Schwappach J, Tucker M, et al: Trochanteric versus piriformis entry portal for the treatment of femoral shaft fractures. J Orthop Trauma, **20**: 663-667, 2006.
- 20) Robinson CM, Houshian S, Khan LA: Trochanteric-entry long cephalomedullary nailing of subtrochanteric fractures caused by low-energy trauma. J Bone Joint Surg Am, **87**: 2217-2226, 2005.
- 21) Starr AJ, Hay MT, Reinert CM, Borer DS, Christensen KC: Cephalomedullary nails in the treatment of high-energy proximal femur fractures in young patients: a pro-

- spective, randomized comparison of trochanteric versus piriformis fossa entry portal. *J Orthop Trauma*, **20**: 240-246, 2006.
- 22) **Tucker MC, Schwappach JR, Leighton RK, Coupe K, Ricci WM**: Results of femoral intramedullary nailing in patients who are obese versus who are not obese: a prospective multicenter comparison study. *J Orthop Trauma*, **21**: 523-529, 2007.
- 23) **Veith RG, Hansen STJ, Winkquist RA**: Closed Kuntscher nailing of femoral fractures. In: Browner B, Edwards C eds. *The science and practice of intramedullary nailing*. 2nd ed. Baltimore, Williams & Wilkins: 141-160, 1996.
- 24) **Winkquist 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.