항회전 대퇴 골수강정을 이용한 전자간 골절의 치료에서 수술 중 골절 부위 압박의 효과에 대한 후향적 비교 연구

김세진 · 조홍만*[✉] · 박지연* · 안기용* · 정영우* · 신우진*

성가롤로병원 정형외과, 광주보훈병원 정형외과*

Retrospective Comparative Study of the Intraoperative Fracture Gap Compression in the Treatment of Intertrochanteric Fracture Using Proximal Femoral Nail Antirotation

Se Jin Kim, M.D., Hong Man Cho, M.D.*[✉], Jiyeon Park, M.D.*,
 Ki Yong An, M.D.*, Young Woo Chung, M.D.*, Woojin Shin, M.D.*

Department of Orthopedic Surgery, St. Carollo Hospital, Suncheon,
 Department of Orthopedic Surgery, Gwangju Veterans Hospital*, Gwangju, Korea

Received April 21, 2020
 Revised May 27, 2020
 Accepted August 10, 2020

✉Correspondence to:

Hong Man Cho, M.D.
 Department of Orthopedic Surgery,
 Gwangju Veterans Hospital, 99
 Cheomdanwolbong-ro, Gwangsan-
 gu, Gwangju 62284, Korea
 Tel: +82-62-602-6162
 Fax: +82-62-602-6936
 E-mail: chm1228@hanmail.net

Financial support: None.

Conflict of interests: None.

Purpose: Intertrochanteric fractures can be treated using proximal femoral nail antirotation (PFNA). This study examined the clinical and radiological results of the intraoperative fracture compression.

Materials and Methods: Ninety-four patients underwent intraoperative compression (Group I), and 88 patients underwent natural sliding only (Group II). The patients were followed-up for more than two years. All patients met the following seven conditions: (1) AO/OTA 31-A1, A2 type intertrochanteric fracture, (2) availability of compression of more than one cortical bone in the anterior or medial region of the fracture site under the preoperative imaging test, (3) Singh index grade ≥ 3 , (4) blade position: center-center, center-inferior, (5) tip-apex distance < 25 mm, (6) reduction status of good or very good, and (7) positive or neutral medial cortical support position with slightly valgus reduction.

Results: A slight tendency toward significant differences in acute phase pain between the two groups was observed at six weeks postoperatively ($p=0.073$). Twenty-four months after surgery, lateral extension of the PFNA helical blade between the two groups showed significant differences ($p=0.017$). Fracture gaps measured immediately after surgery showed significant differences ($p=0.001$), and a clear tendency for a significant difference in the average fracture union time was found ($p=0.065$).

Conclusion: Intraoperative fracture compression, intraoperative fracture compression appears beneficial to achieve a successful union of trochanteric fractures provided that all conditions are met to apply the method safely.

Key Words: Femur, Proximal femoral fracture, Proximal femoral nail antirotation

서론

대퇴골 전자간 골절의 치료에 있어 골두에 고정된 고나사

의 활강으로 이루어지는 골절 부위의 압박은 역동학적인 골
 절 유합(dynamic osteosynthesis)의 한 과정으로, 고정물의
 전단 응력을 감소시켜 조기 체중부하 운동을 가능하게 하고,

대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 광주보훈병원의 임상시험심사위원회(institutional review board) 승인하에 연구를 진행하였으며(GJVH_IRB No. 2019-11-1), 서면동의서는 면제받았다. 2015년 1월부터 2017년 12월까지 광주보훈병원에서 전자간 골절에 대하여 PFNA를 이용하여 수술을 시행한 환자에 대하여, 수술 중 압박이 수술 후 합병증을 일으키지 않고 안전하게 시행되어야 하므로 다음의 조건, (1) AO/OTA 31-A1, A2형 전자간 골절,⁶⁾ (2) 수술 전 영상 검사를 통해 골절 부위의 전방이나 내측 중 한 군데 이상의 피질골의 압박이 가능, (3) Singh index⁷⁾ grade 3 이상, (4) 나선검의 위치가 중심-중심, 중심-하부, (5) tip apex distance (TAD)⁸⁾가 25 mm 이내, (6) 정복 상태⁹⁾가 우수 혹은 매우 우수, (7) 중립위 혹은 외골수강 형태 이면서 경도의 외반 정복 상태에 모두 해당하는 경우를 수술 중 골절 부위 압박의 대상으로 하였다. 이때 수술 중 TAD⁸⁾는 영상 증폭기하에서 골두에 사용되는 확공기(5 mm)와 나선검의 직경(10 mm)을 감안하여 전후면상에 가상의 선을 그려 단계별로 측정하였다(Fig. 1). 목표한 위치까지 확공을 시행하고 삽입될 나선검의 길이를 측정한 후, 측정한 길이보다 짧은 길이의 나선검이 외측 연장이 더 적을 것으로 판단되면 TAD와 압박될 골절 부위의 간격을 감안하여 측정한 길이보다 작은 길이의 나선검을 삽입하였다.

393명(407 고관절)의 환자가 연구 기간 내에 전자간 골절

Fig. 1. (A, B) True reamer head and blade diameter was measured in two ways using a ruler and calipers. The tip apex distance (TAD) was calculated using the intraoperative image intensifier films. The measured anteroposterior (AP) and lateral radiograph distances were combined to calculate the measured TAD. (C) Intraoperative image intensifier shows AP and lateral radiograph after reaming. To calculate the TAD, XAP is the distance from the tip of the reamer to the apex of the femoral head in the AP image, and XLAT is the distance in the translateral image. (D) Intraoperative image intensifier shows AP and lateral radiographs of the inserted blade before locking. The TAD was calculated using the same method. (E) Radiographs show the AP and lateral images of the inserted blade after locking. The TAD was calculated using the same method. (F) Radiograph shows an AP image after locking the blade and removing the impactor. The image shows that the lateral extension of the blade is small.

로 내원하였다. 이 중 318명(322 고관절)의 환자가 관혈적 정복 및 내고정을 시행 받았는데, 이 중 PFNA를 이용하여 치료한 경우는 133명(134 고관절)이었다. 이 가운데 39명(40 고관절)의 환자가 제외되었는데, (1) AO/OTA 31-A3형 골절, (2) 전자하 골절, (3) 수상 전 보행이 불가능 하였던 환자, (4) 병적 골절, 다발성 골절, 개방성 골절, (5) 양측 및 고관절 골절의 과거력이 있는 경우였다. 최종 94예(94 고관절)의 환자가 연구대상이 되었다(Group I, 수술 중 골절 부위 압박 및 수술 후 자연 활강). 저자들은 2015년 1월 이전에는 수술 중 압박을 시행하지 않았기 때문에 2012년 1월부터 2014년 12월까지, Group I의 수술 중 압박을 시행하였던 7가지의 모든 조건에 합당하였으나 수술 중 압박을 시행하지 않았던 환자를 조사하여 동일한 제외 기준을 두어 88예(88 고관절)의 환자를 비교군(Group II, 수술 후 자연활강)으로 정하였다. Group II에서는 골절 부위의 자연 활강을 고려하여, 측정된 길이보다 짧은 길이의 나선검을 사용하지는 않았다. 두 Group 환자들의 의무 기록과 영상자료를 후향적으로 분석하여 비교하였는데, 대퇴 골 근위부의 Singh index⁷⁾에 대한 평가는 Group I, II 모두 수술을 집도하였던 집도의에 의해서 판단되었다.

2. 임상적 평가

환자의 의무 기록을 통하여 수술 시간과 C-형 투시기 사용 시간, 그리고 출혈량과 수혈에 대하여 알아보았고, 수술 중이나 수술 직후 발생한 합병증에 대하여 조사하였다. 수술 시간은 절개의 시작과 피부 봉합의 종료로, 출혈량은 수술 중 사용한 세척액을 제외한 배액관에 배액된 양과 수술 전후로 무게를 측정한 거즈와 수술 후 측정된 배액의 총량을 더하여 계산하였다. C-형 투시기 사용 시간은 수술 종료 후 기계에 저장된 조사 시간으로 하였다. 총 입원 기간을 알아보았으며, 수술 후 정기적인 추시를 하면서 방문 시기마다 임상적 평가를 시행하였다(수술 후 2주, 6주, 3개월, 6개월, 12개월, 이후 1년 간격). 임상적 평가로, 통증은 급성 통증과 만성 통증으로 나누어 평가하였다. 급성 통증은 골절 및 수술과 연관된 통증으로, 수술 후 3개월까지 visual analogue scale (VAS, 0-100)을 이용하여 평가하였고, 수술 후 6개월부터는 만성 통증으로 4단계로 나누어 평가하였다(Grade I, low disability-low intensity; Grade II, low disability-high intensity; Grade III, high disability-moderately limiting; Grade IV, high disability-severely limiting).¹⁰⁾ 추가로 Group I, II의 전 체중부하 보행이 가능하였던 시기를 알아보았으며, 기능

적인 회복을 평가하기 위해 Harris hip score (HHS)¹¹⁾를 이용하였으며, 최종 추시까지 합병증과 재수술의 여부를 알아보았다.

3. 영상의학적 평가

추시 기간에 촬영한 일반 전후면 및 측면 영상 사진을 이용하여 평가하였다. 영상 사진을 촬영할 때는 양하지를 고정하는 틀에 하퇴부를 고정하여, 매 촬영마다 같은 자세에서 촬영되도록 하였다. 이외에도 고관절의 회전이나 영상물의 축소 확대에 대하여, 영상물의 나선검 전체 길이와 나선부분을 측정하여 실제 나선검의 길이와 비교하여 이를 교정인자로 삼아 측정하였다. PACS system (Picture Archiving and Communication System [PACS]; Maroview Marotech, Seoul, Korea)을 이용하여 내고정물의 위치 변화와 고정 및 골절의 정복 상태를 측정하였다. 내고정물 위치 변화와 관련하여 TAD,⁸⁾ 나선검의 외측 연장(lateral extension distance)¹²⁾을 알아보았는데, 수술 직후 촬영한 사진과 추시 때 촬영한 사진에서 길이를 측정하여 교정인자를 적용하여 계산하였다. TAD는 전후면 및 측면 영상의 대퇴 골두의 첨부와 나선검의 끝 부분으로 측정하였고, 나선검의 외측 연장은 나선검의 외측 끝과 골수정의 나선검 삽입 부분의 외측면 간의 거리로 측정하였다.¹²⁾ 골절부 전내측 피질골 간의 골절 간격을 측정하였는데, 전후면이나 측면 영상에서 가장 큰 간격으로 측정하였다. 골절의 유합은 최소한 두 개 이상의 피질골의 bridging callus가 연결되거나 피질골의 연속성이 회복된 경우로 정하였다.¹³⁾ 이외 합병증의 발생과 재수술에 대하여 추가로 알아보았다. 영상의학적 평가는 수술과 무관한 2명의 연구원에 의해 시행되었고, 두 관찰자의 관찰자 내(K1) 및 관찰자 간(K2) 신뢰도는 각 항목별로 모두 신뢰할 수 있는 수준이었다(K1=0.88, K2=0.81).

4. 통계적 방법

통계적인 분석은 PASW Statistics (ver. 18.0; IBM, Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하여 연속형 변수에 대해 Student's t-test, 범주형 변수에 대해 χ^2 검정을 사용하였다. 모든 분석의 통계적 유의 수준은 p값이 0.05 미만인 경우로 하였다. 두 관찰자의 관찰자 내(K1) 및 관찰자 간(K2) 신뢰도 측정을 위하여 kappa coefficient test를 적용하였다.

결 과

Group I의 나이는 77.6 ± 8.2 세, Group II는 77.1 ± 7.8 세였고($p=0.308$), 이외 두 군 간에 성별($p=0.493$), 체질량지수($p=0.649$), 그리고 골절 위치($p=0.373$) 및 골절의 형태($p=0.363$) (Group I: AO/OTA6) 31-A1 48명, 31-A2 46명; Group II: AO/OTA6) 31-A1 39명, 31-A2 49명)의 유의한 차이는 없었다. 이외에도 반대편 고관절을 이용하여 측정한 골밀도와 Singh index,⁷⁾ 마취 형태, PFNA의 제원(길이, 직경,

원위 나사 고정 형태) 등에도 유의한 차이는 없었다(Table 1).

1. 수술기 주위 결과

수술 시간은 Group I이 68 ± 28 분, Group II가 71 ± 20 분($p=0.521$), 수술 중 출혈량은 Group I이 755 ± 76 ml, Group II가 770 ± 81 ml였고($p=0.715$), Group I에서 31예, Group II에서 24예에서 수술 후 수혈이 시행되었는데($p=0.402$), 수혈량(packed RBC)은 Group I이 2.8 ± 1.3 , Group II가 2.9 ± 1.7 로 수술 시간, 수혈과 수혈량에 두 군 간 유의한 차이는 없었다. C-형 투시기 사용 시간(Group I: 2.8 ± 0.32 분, Group II: 2.6 ± 0.46 분; $p=0.631$), 총 입원 기간도 유의한 차이는 없었다(Group I: 18.58 ± 0.93 일, Group II: 19.65 ± 0.95 일; $p=0.526$). Group I에서 한 명의 환자가 혈종으로 재수술이 시행되었다. 섬망이 발생하여 수술 당일 저녁에 배액관을 자가로 제거하였던 경우로, 제거 후 수술 부위의 통증을 동반한 종창이 심해져 3일 후 절개 및 혈종 제거술과 광범위한 세척을 시행하고 배액관을 재삽입한 후 호전되었다. Group II에서 한 명의 환자가 수술 중 급속정 고정이 헐거워지며 유도 장치를 통해 원위 고정 나사가 제 위치에 삽입되지 않아, C-형 투시기하에 free hand technique으로 삽입하였다(Table 2).

2. 임상적 결과

전 체중부하 보행 시작 시기는 두 군 간에 유의한 차이가 없었다(Group I: 43.0 ± 1.6 일, Group II: 43.7 ± 1.2 일; $p=0.211$). VAS를 이용하여 평가한 수술 후 3개월까지 급성기 통증은, 수술 후 2주에 Group I은 57.1, Group II는 60.1

Table 1. Demographic Data of Group I and Group II

Variable	Group I	Group II	p-value
No. of cases	94	88	
Age (yr)	77.6 ± 8.2	77.1 ± 7.8	0.308
Sex			0.493
Female	64	64	
Male	30	24	
Fracture side			0.373
Left	50	41	
Right	44	47	
Fracture type			0.363
AO/OTA31-A1	48	39	
AO/OTA31-A2	46	49	
Singh index			0.994
3	15	15	
4	31	28	
5	29	28	
6	19	17	
BMD (T-score)	-2.8 ± 1.4	-2.7 ± 1.2	0.517
Anesthesia			0.751
Spinal	83	79	
General	11	9	
BMI (kg/m^2)	21.4 ± 1.4	22.2 ± 3.9	0.649
Nail diameter (mm)			0.993
9	17	15	
10	71	69	
11	4	3	
12	2	1	
Nail length (mm)			0.727
170	84	80	
200	10	8	
Distal screw			>0.999
Static	94	88	
Dynamic	0	0	

Values are presented as number only or mean $\pm$ standard deviation. Group I: intraoperative compression, Group II: natural sliding only, BMD: bone mineral density, BMI: body mass index.

Table 2. Perioperative Results and Complications in Group I and Group II

Variable	Group I (n=94)	Group II (n=88)	p-value
Operation time (min)	68 ± 28	71 ± 20	0.521
Bleeding (ml)	755 ± 76	770 ± 81	0.715
Fluoroscopy time (min)	2.8 ± 0.32	2.6 ± 0.46	0.631
Transfusion (n)	31	24	0.402
Transfusion volume (packed RBC)	2.8 ± 1.3	2.9 ± 1.7	0.885
Postoperative complication			
Screw malposition	0	1	0.300
Hematoma	1	0	0.332
Total hospital periods (d)	18.58 ± 0.93	19.65 ± 0.95	0.526

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation or number only. Group I: intraoperative compression, Group II: natural sliding only, RBC: red blood cell.

로($p=0.526$) 두 군 간에 유의한 차이가 없었지만, 6주에는 Group I은 35.5, Group II는 37.6으로($p=0.073$) 유의수준에 근접하였다(slight tendency toward significance). 4단계로 나누어 평가한 만성기 통증¹⁰⁾은 수술 후 6개월에는 Group I에서 3단계가 6예, 4단계가 1예, Group II에서는 3단계가 7예, 4단계가 2예였고($p=0.842$), 수술 후 24개월에는 Group I에서 3단계가 4예, 4단계가 2예, Group II에서는 3단계가 7예, 4단계가 3예로($p=0.354$) 두 군 간에 유의한 차이는 없었다. HHS¹¹⁾를 이용하여 평가한 기능 평가는 골절의 유합으로 완전 보행이 이루어져야 의미가 있을 것으로 생각하여 수술 후 6개월부터 평가하였는데, 수술 후 6개월에는 Group I에서 82.9 ± 14.5 , Group II에서 81.4 ± 14.4 였고($p=0.824$), 수술 후 24개월에는 Group I에서 84.3 ± 17.2 , Group II에서 85.5 ± 15.6

으로($p=0.545$) 두 군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 3).

3. 영상의학적 결과

TAD⁸⁾는 수술 직후 Group I에서 22.5 ± 2.1 mm, Group II에서 22.3 ± 1.1 mm였고, 24개월에는 Group I에서 23.7 ± 0.5 mm, Group II에서 23.4 ± 0.9 mm로 수술 중 골절 부위 압박 시행 여부와 상관 없이 두 군 간에 유의한 차이는 없었다. 수술 직후 영상과 비교한 나선검의 외측 연장¹²⁾은 3개월에는 Group I에서 3.3 ± 1.3 mm, Group II에서 5.1 ± 2.1 mm 증가하여 유의 수준에 가까웠고(borderline significant trend) ($p=0.092$), 수술 후 24개월에는 Group I에서 3.6 ± 3.1 mm, Group II에서 7.8 ± 3.7 mm 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p=0.017$). 수술실에서 촬영한 C-형 투시기 영상을 PACS system에 전송하여 측정한 Group I의 수술 중 압박 전 골절 간격은 2.5 ± 1.1 mm, Group II의 봉합 직전 골절 간격은 2.4 ± 1.7 mm로 두 군 간에 유의한 차이가 없었으나($p=0.922$), 수술 직후 촬영한 영상 검사에서 골절 간격은 수술 중 골절 압박을 시행한 Group I은 1.8 ± 0.6 mm, 수술 중 압박 없이 오직 수술 후 자연 활강만 시도한 Group II는 2.6 ± 1.9 mm로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p=0.001$). 골절의 유합은 Group I에서 16.7 ± 2.4 주, Group II에서 19.7 ± 2.1 주로, 유의 수준에 가까운($p=0.065$, clear tendency to significance) 결과를 보였다(Table 4, Fig. 2, 3).

Table 3. Clinical Results in Group I and Group II

Variable	Group I (n=94)	Group II (n=88)	p-value
Full weight bearing (postoperative day)	43.0 ± 1.6	43.7 ± 1.2	0.211
Acute phase pain (VAS 0-100)			
2 wk	57.1 (59-89)	60.1 (55-87)	0.526
6 wk	35.5 (15-47)	37.6 (11-47)	0.073
3 mo	21.7 (7-35)	19.2 (6-38)	0.436
Chronic phase pain			
6 mo			0.842
Grade I	69	65	
Grade II	18	14	
Grade III	6	7	
Grade IV	1	2	
12 mo			0.624
Grade I	71	59	
Grade II	17	21	
Grade III	5	6	
Grade IV	1	2	
24 mo			0.354
Grade I	73	58	
Grade II	15	20	
Grade III	4	7	
Grade IV	2	3	
Harris hip score			
6 mo	82.9 ± 14.5	81.4 ± 14.4	0.824
12 mo	83.6 ± 16.1	84.9 ± 22.5	0.671
24 mo	84.3 ± 17.2	85.5 ± 15.6	0.545

Values are presented as mean±standard deviation, mean (range), or number only. Group I: intraoperative compression, Group II: natural sliding only, VAS: visual analogue scale.

Table 4. Radiological Results and Complications in Group I and Group II

Variable	Group I (n=94)	Group II (n=88)	p-value
Fx union (wk)	16.7 ± 2.4	19.7 ± 2.1	0.065
TAD (mm)			
Postoperative	22.5 ± 2.1	22.3 ± 1.1	0.684
3 mo	23.5 ± 1.4	23.1 ± 1.7	0.762
24 mo	23.7 ± 0.5	23.4 ± 0.9	0.634
LED (mm)			
3 mo	3.3 ± 1.3	5.1 ± 2.1	0.092
24 mo	3.6 ± 3.1	7.8 ± 3.7	0.017
Fx gap (mm)			
Before IOFC	2.5 ± 1.1	2.4 ± 1.7	0.922
Postoperative radiograph	1.8 ± 0.6	2.6 ± 1.9	0.001
Complication			
Periprosthetic Fx	0	1	0.300

Values are presented as mean±standard deviation or number only. Group I: intraoperative compression, Group II: natural sliding only, Fx: fracture, TAD: tip apex distance, LED: lateral extension distance, IOFC: intraoperative fracture compression.

Fig. 2. Radiographs of a 73-year-old female patient with AO/OTA 31-A2 trochanteric fracture treated with proximal femoral nail antirotation. (A) Preoperative hip anteroposterior and translateral radiographs suggesting a right trochanteric femoral fracture AO/OTA 31-A2. (B) Intraoperative radiograph under fluoroscopy before intraoperative fracture compression. (C) After intraoperative fracture compression, intraoperative radiograph under fluoroscopy, showing a reduction of the fracture gap.

Fig. 3. (A) Immediate postoperative hip anteroposterior (AP) and translateral (Lat) radiographs showing a good reduction state. The blade position was within the center-inferior tip apex distance of 25 mm. (B) Complete union was achieved in the follow-up hip AP and Lat radiographs four months after the operation.

Fig. 4. Radiograph of a 70-year-old male patient with AO/OTA 31-A2 trochanteric fracture treated with proximal femoral nail antirotation. (A) Preoperative hip anteroposterior (AP) and translateral (Lat) radiographs, suggesting a left trochanteric femoral fracture AO/OTA 31-A2. (B) Immediate postoperative hip AP and Lat radiographs showing a good reduction state. (C) Non-displaced fracture was found around the distal screw at five months after the operation due to falling from a ladder.

Fig. 5. (A) Immediate postoperative hip anteroposterior and lateral radiographs after revision with a longer nail showing a good reduction state. (B) Complete union was achieved in the follow-up radiograph at four months after revision surgery.

4. 합병증

Group II에서 한 명의 환자가 수술 후 5개월에 사다리에서 추락하며 대퇴골 원위 고정 나사 주변에 골절이 발생하였다. 기존 금속정을 제거하고 긴 금속정으로 교체하여 치료하였고, 특별한 합병증의 발생 없이 재수술 후 4개월에 완전 유합을 얻을 수 있었다(Table 4, Fig. 4, 5).

고 찰

최근 두 개의 나사를 이용하여 수술 중 골절부 압박이 가능한 골수정(TRIGEN™ INTERTAN nail, InterTAN; Smith & Nephew, Memphis, TN, USA)이 사용되면서, PFNA와 치료 결과를 비교한 연구가 활발하게 이루어지고 있는데, 연구 중 INTERTAN nail이 우수하다는 보고들^{3,4)}이 있다. 그리고 그 이유 중 하나로 PFNA와 다르게 골절면을 수술 중 강하게 압박하여 우수한 피질골 접촉을 얻을 수 있기 때문이라고 하였다.⁴⁾ PFNA도 수술 중 골절부 압박이 가능함에도 불구하고 아직까지는 PFNA의 수술 중 압박과 자연 활강에 대하여 그 결과를 알아본 연구가 없고, 술자에게 수술 중 압박을 적용하는 기준이 정해져 있지 않다. 이에 저자들은 전자간 골절의 수술 후 실패 요인을 감안하고¹⁴⁾ 수술 중 압박을 시행하였을 때 나타날 수 있는 합병증을 고려하여 7가지 조건을 정하고, 해당하는 환자에 대하여 수술 중 압박을 시행하고 그 결과를 비교하여 알아보려고 하였다.

조건 (1)과 (2)는 골절 형태에 대한 조건으로, 역사상 골절이나 전내측 피질골의 접촉이 불가하여 압박을 시행할 수 없는 경우는 압박의 방식과 무관하게 정복의 소실이나 고관절 길이의 단축 등의 합병증 가능성이 있어 제외하였다. 조건

(3)은 나선점이 고정되는 대퇴 골두의 골강도가 수술 중 압박에 영향을 줄 수 있다고 생각하여 정하였는데, 골두 내에 고나사의 단단한 고정이 두경부의 안정적인 활강과 내고정물 자체의 안정성에 영향을 준다고¹⁵⁾ 알려져 있기 때문이다. 저자들은 골소주(trabecula)를 고려하여 기준을 정하였다. 하지만 저자들이 정한 Singh index⁷⁾는 관찰자 간에 신뢰도가 낮을 수 있으므로, 향후 더 많은 증례를 대상으로 한 연구에서는 고나사가 고정되는 대퇴 골두의 기준점을 정하고 골 강도를 객관화하여 기준을 정하는 보완이 필요할 것으로 생각하였다. 조건 (4)와 (5)는 골두 내 나선점의 깊이와 위치에 대한 사항인데, 먼저 TAD는 정복 평가 중 가장 흔히 사용되는 기준 중 하나로⁸⁾ 이상적인 거리는 25 mm 이하로 알려져 있는데, 이 범위 안에서 고나사의 cut out 위험성이 가장 적다고 알려져 있기 때문이다. 나선점의 위치에 대하여 다양한 의견이 있지만 가장 안전하다고 알려진 중심-중심과 중심-하부^{16,17)}에 위치시킨 경우로 정하였다. 저자들이 정한 나선점의 깊이와 위치에 대한 조건은 수술 중 압박을 시행한 Group에서 나선점의 고정 소실로 인한 해리, cut out, 과도한 활강 등의 합병증이 발생하지 않아 수술 중 압박을 시행하기에 적절한 기준으로 생각되었다. 마지막으로 조건 (6)과 (7)은 정복에 대한 사항인데, Kaufer¹⁸⁾는 전자간 골절의 치료에 중요한 다섯 가지 요인을 골절, 골절 형태, 내고정물의 종류, 정복의 상태, 고정물의 위치라고 하였고, 내고정물이 고정된 후에는 정복의 질이 골절의 안정성에 가장 중요한 역할을 한다고 하였다. 정복의 질 평가에 대하여 Lenich 등⁹⁾은 전후면과 측면에서 골두와 골간부가 이루는 각도(Garden alignment angle, GAA)에 따라 구분하였는데, 이와 함께 경도의 외반 정복 상태가¹⁹⁾ 정복 소실 위험이 적다고 보고된 바 있어, 저자들도 경도의 외반 상태이면서 우수 이상의 정복 상태를 조건으로 정

하였다. 정복에 있어서 전내측 피질골의 지지를 얻을 수 있는 외골수강 형태의 정복이, 전자간 골절의 수술 후 활강에 있어 가장 안정적인 정복 방법이라고 보고한 연구들이 있다.^{20,21)} 골절된 두 개의 골편 사이에서 피질골이 접촉이 일어나기까지, 골절면 이하의 대퇴골 전내측 피질골이 두경부 골편의 외측 활강에 대한 지지대 역할을 하여 수술 후 이차적인 안정성 형성에 기여하기 때문이다.²¹⁾ 하지만 모든 경우에 완벽한 외골수강 형태의 정복을 얻기는 현실적으로 어려웠기 때문에 중립위 형태의 정복^{20,22)} 환자도 수술 중 압박의 대상에 포함하였는데, 압박의 대상이 된 중립위는 골절면 상하부 내측 피질골의 골수강 쪽 연결선으로 평가하였고 연결한 선이 위에서 아래로 진행하며 외측으로 진행하지 않는 경우에 압박의 대상으로 정하였다. 하지만 활강의 방향이 외측인 것을 감안하면 전방 피질골보다는 내측 피질골이 더욱 강력한 지지대라는 연구 결과도 있으므로¹⁶⁾ 수술 중 압박을 시행할 때에는 내측 피질골을 우선 확인하는 것이 중요할 것으로 생각되었다.

저자들의 연구에서 최종 추시까지 Group I의 나선검 외측 연장은 Group II보다 적었고, TAD 차이가 없어 자연 활강만 시도한 경우보다 수술 중 압박을 시행한 경우에 나선검의 외측 돌출이 덜한 효과가 있었다. 그리고 골절이 완전히 유합된 시기부터 최종 추시까지 기능 회복이나 통증에 대한 호소 등에 유의한 차이는 없었다. 하지만 완전 유합이 일어나기 전까지인 수술 후 3개월의 통증에 대한 평가에서 Group II에서 통증 호소가 더 많았는데, 이는 나선검 고정 소실과 연관한 합병증 발생이 없었다는 점과 골절의 유합이 Group II에서 유의하게 늦었던 것을 감안하면 나선검이 활강되며 골절 간격이 압박되는 과정이 영향을 주었을 것으로 추정하였다. 그리고 6개월부터 최종 추시까지 통계적으로 유의한 차이는 없었지만, Group II에서 2명의 환자가 나선검의 외측 돌출로 인하여 옆으로 눕는 것이 심하게 불편하다고 방문할 때마다 호소환자가 있었다. 이는 장경인대의 자극과 마찰에 의한 증상으로, 대부분의 경우에는 일상 생활에 심각한 영향을 끼치지 않는다고 알려져 있다.^{23,24)} 이처럼 저자들의 두 환자도 옆으로 눕는 자세 이외에 다른 일상 생활에 심각한 영향을 주지는 않았다. 하지만 침대가 아닌 바닥에서 생활하는 습관, 특히 바닥에 누워 자는 아시아인의 생활 습관과 날씬한 체형 등을 감안하면 되도록 나선검의 외측 돌출이 덜 하도록, 수술 중 활강을 고려한 적절한 길이의 나선검 선택과 함께 수술 중 압박이 가능하다고 판단되는 경우에는 시행하는 것이 나을 것으로 생각하였다. 하지만 나선검의 과도한 활강은 다

양한 원인에 의해 발생할 수 있고, 이로 인한 심각한 합병증이 발생할 위험성이 있으므로²³⁻²⁶⁾ 저자들의 예와 같이 나선검 삽입 후 저명한 골절 간격이 확인되고, 수술 중 압박이 압박 조건에 합당하여 가능하다고 판단되는 경우 시행해야 할 것이다.

저자들의 연구는 다음과 같은 제한점을 가진다. 본 연구는 후향적 연구이며, 대상자의 수가 적고 추시 기간이 24개월로 짧은다는 점이다. 전자간 골절이 주로 고령의 환자에게 발생하며, 수술 후 거동 능력의 감소와 높은 사망률로 추시가 어려웠던 점이 원인으로 생각되었다. 이외에도 수술 중 압박이 가능한 골수정과 활강이 가능하지 않은 골수정 등 다양한 개념을 가진 골수정과 비교 연구가 필요하다고 생각하였다. 그리고 이러한 제한점을 극복하기 위하여 향후 다기관 규모의 전향적인 연구가 필요하다고 생각한다.

결론

대퇴골 전자간 골절에 대한 PFNA를 이용한 수술적 치료에서, 수술 중 골절 부위의 압박이 안전하게 시행될 수 있는 조건이라면 초기 통증이나 나선검의 외측 돌출, 그리고 골절의 유합에 더 나은 결과를 줄 수 있다.

요약

목적: 항 회전 대퇴 골수강정을 이용한 전자간 골절의 치료에서 수술 중 골절 부위 압박 시행에 따른 결과를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 전자간 골절로, 골절 부위의 전방이나 내측 중 한 군데 이상의 피질골의 압박이 가능하며, Singh index grade 3 이상, 나선검의 위치가 중심-중심이나, 중심-하부, TAD가 25 mm 이내, 정복 상태가 우수 혹은 매우 우수, 중립위 혹은 외골수강 형태이면서 경도의 외반 정복 상태에 모두 해당하여 수술 중 압박을 시행한 환자 94명(Group I)과 자연 활강만 시행한 환자 88명(Group II)을 2년 이상 추시하였다.

결과: 통증은 수술 후 6주에 유의한 수준에 근접하였고($p=0.073$) 나선검의 외측 연장은 수술 후 24개월에 유의한 차이를 보였다($p=0.017$). 수술 직후 측정된 골절 간격은 유의한 차이를 보였고($p=0.001$), 골절의 유합은 유의한 차이에 근접하였다($p=0.065$).

결론: 전자간 골절의 조기 유합과 회복 기간의 통증이 적고 골절 치유 후 나선검의 활강에 의한 돌출이 적은 장점을 고려

하면, 안전하게 수술 중 압박을 시행할 수 있는 모든 조건에 합당한 경우에는 수술 중 압박을 시행하는 것이 치료에 도움이 될 것으로 생각된다.

색인 단어: 대퇴골, 근위부 골절, 항 회전 근위 대퇴정

ORCID

김세진, <https://orcid.org/0000-0001-9311-862X>

조홍만, <https://orcid.org/0000-0001-5160-2640>

박지연, <https://orcid.org/0000-0001-5639-7877>

안기용, <https://orcid.org/0000-0003-3583-6425>

정영우, <https://orcid.org/0000-0001-9929-6769>

신우진, <https://orcid.org/0000-0001-5606-8635>

References

- Langlais F, Burdin P, Bourgin T, Sassi N, Levasseur M, Chagneau F: Weight-bearing early after osteosynthesis of the femoral neck by nail-plate (100 cases). *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 73: 624-636, 1987.
- Wirtz C, Abbassi F, Evangelopoulos DS, Kohl S, Siebenrock KA, Krüger A: High failure rate of trochanteric fracture osteosynthesis with proximal femoral locking compression plate. *Injury*, 44: 751-756, 2013.
- Zhang S, Zhang K, Jia Y, Yu B, Feng W: InterTan nail versus Proximal Femoral Nail Antirotation-Asia in the treatment of unstable trochanteric fractures. *Orthopedics*, 36: e288-e294, 2013.
- Gavaskar AS, Tummala NC, Srinivasan P, Gopalan H, Karthik B, S S: Helical blade or the integrated lag screws: a matched pair analysis of 100 patients with unstable trochanteric fractures. *J Orthop Trauma*, 32: 274-277, 2018.
- Goldhahn J, Suhm N, Goldhahn S, Blauth M, Hanson B: Influence of osteoporosis on fracture fixation—a systematic literature review. *Osteoporos Int*, 19: 761-772, 2008.
- Marsh JL, Slongo TF, Agel J, et al: Fracture and dislocation classification compendium – 2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma*, 21(10 Suppl): S1-S133, 2007.
- Singh M, Nagrath AR, Maini PS: Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis. *J Bone Joint Surg Am*, 52: 457-467, 1970.
- Baumgaertner MR, Curtin SL, Lindskog DM, Keggi JM: The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg Am*, 77: 1058-1064, 1995.
- Lenich A, Mayr E, Rüter A, Möckl Ch, Füchtmeier B: First results with the trochanter fixation nail (TFN): a report on 120 cases. *Arch Orthop Trauma Surg*, 126: 706-712, 2006.
- Von Korff M, Ormel J, Keefe FJ, Dworkin SF: Grading the severity of chronic pain. *Pain*, 50: 133-149, 1992.
- Harris WH: Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am*, 51: 737-755, 1969.
- Seyhan M, Turkmen I, Unay K, Ozkut AT: Do PFNA devices and Intertan nails both have the same effects in the treatment of trochanteric fractures? A prospective clinical study. *J Orthop Sci*, 20: 1053-1061, 2015.
- Audigé L, Hanson B, Swionkowski MF: Implant-related complications in the treatment of unstable intertrochanteric fractures: meta-analysis of dynamic screw-plate versus dynamic screw-intramedullary nail devices. *Int Orthop*, 27: 197-203, 2003.
- Haidukewych GJ: Intertrochanteric fractures: ten tips to improve results. *J Bone Joint Surg Am*, 91: 712-719, 2009.
- Loch DA, Kyle RF, Bechtold JE, Kane M, Anderson K, Sherman RE: Forces required to initiate sliding in second-generation intramedullary nails. *J Bone Joint Surg Am*, 80: 1626-1631, 1998.
- Davis TR, Sher JL, Horsman A, Simpson M, Porter BB, Checketts RG: Intertrochanteric femoral fractures. Mechanical failure after internal fixation. *J Bone Joint Surg Br*, 72: 26-31, 1990.
- Liu W, Zhou D, Liu F, Weaver MJ, Vrahas MS: Mechanical complications of intertrochanteric hip fractures treated with trochanteric femoral nails. *J Trauma Acute Care Surg*, 75: 304-310, 2013.
- Kaufer H: Mechanics of the treatment of hip injuries. *Clin Orthop Relat Res*, (146): 53-61, 1980.
- Jung EY, Oh IT, Shim SY, Yoon BH, Sung YB: The effect of valgus reduction on the position of the blade of the proximal femoral nail antirotation in intertrochanteric hip fractures. *Clin Orthop Surg*, 11: 36-42, 2019.
- Cho MR, Lee JH, Kwon JB, Do JS, Chae SB, Choi WK: The effect of positive medial cortical support in reduction of pertrochanteric fractures with posteromedial wall defect using a dynamic hip screw. *Clin Orthop Surg*, 10: 292-298, 2018.
- Tsukada S, Okumura G, Matsueda M: Postoperative stability on lateral radiographs in the surgical treatment of pertrochanteric hip fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*, 132: 839-846, 2012.
- Chang SM, Zhang YQ, Du SC, et al: Anteromedial cortical support reduction in unstable pertrochanteric fractures: a comparison of intra-operative fluoroscopy and post-operative three dimensional computerised tomography reconstruction. *Int Orthop*, 42: 183-189, 2018.
- Wild M, Jungbluth P, Thelen S, et al: The dynamics of proximal femoral nails: a clinical comparison between PFNA and Targon PF. *Orthopedics*, 33: 2010. doi: 10.3928/01477447-20100625-

- 04.
24. Xu Y, Geng D, Yang H, Wang X, Zhu G: Treatment of unstable proximal femoral fractures: comparison of the proximal femoral nail antirotation and gamma nail 3. *Orthopedics*, 33: 473, 2010.
25. Soucanye de Landevoisin E, Bertani A, Candoni P, Charpail C, Demortiere E: Proximal femoral nail antirotation (PFN-ATM) fixation of extra-capsular proximal femoral fractures in the elderly: retrospective study in 102 patients. *Orthop Traumatol Surg Res*, 98: 288–295, 2012.
26. Park BJ, Cho HM, Kim JH, Sin WJ: Excessive sliding of the helical blade and the femoral neck fracture after insertion of proximal femoral nail anti-rotation for type A2 intertrochanteric fractures: a case report. *J Korean Fract Soc*, 26: 151–155, 2013.