비전형적 대퇴골 골절의 골유합에 영향을 미치는 영상의학적 및 혈청학적 요인에 대한 분석

권석현[✉] · 유병민

원광대학교병원 정형외과

Radiologic and Serologic Factors Associated with Bone Union at Femoral Atypical Fracture

Suc Hyun Kweon, M.D., Ph.D.[✉], Byung Min Yoo, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Wonkwang University Hospital, Iksan, Korea

Received August 9, 2018
Revised (1st) September 11, 2018
(2nd) September 19, 2018
(3rd) November 5, 2018
Accepted December 28, 2018

✉Correspondence to:

Suc Hyun Kweon, M.D., Ph.D.
Department of Orthopedic Surgery,
Wonkwang University Hospital, 895
Muwang-ro, Iksan 54538, Korea
Tel: +82-63-859-1360
Fax: +82-63-852-9329
E-mail: osksh@wonkwang.ac.kr

Financial support: This research was supported by grant from Wonkwang University, 2018.

Conflict of interests: None.

Purpose: The purpose of this study was to investigate the radiologic and serologic factors related to postoperative union using intramedullary (IM) internal fixation in atypical femoral fractures (AFF), which are closely related to bisphosphonates (BPs) for osteoporosis.

Materials and Methods: From February 2008 to December 2016, 65 patients (71 cases) who had undergone IM nail fixation after diagnosis of AFF were enrolled in this study. Patients were divided into group A, who experienced union within 6 months and group B, who did not experience union within 6 months. They were evaluated for duration of BPs use, radiologic factors and serological factors.

Results: The mean duration of BPs use was 6.17 years in group A and 8.24 years in group B ($p=0.039$). In the subtrochanteric area, there were 14 cases (27.5%) in group A and 14 cases (70.0%) in group B. In the femoral shaft, there were 37 cases (72.5%) in group A and 6 cases (30.0%) in group B ($p=0.001$). On the preoperative, the flexion in the coronal plane was 5.9° (2.1° - 9.2°) in group A and 8.0° (3.1° - 12.1°) in group B ($p=0.041$). On the postoperative, conversion to valgus was 15 cases (29.4%), 8 cases (40.0%); conversion to neutral was 34 cases (66.7%) and 8 cases (40.0%); conversion to varus was 2 cases (3.9%) and 4 cases (20.0%), each ($p=0.037$). The fracture site gap was 1.5 mm (0-2.9 mm) on the front side and 1.2 mm (0-2.2 mm) on lateral side and 2.2 mm (0.9-4.7 mm) and 1.9 mm (0.5-3.5 mm), each ($p=0.042$, $p=0.049$). Among serological factors, there was no significant difference between the two groups.

Conclusion: Factors adversely affecting the union should be recognized before surgery, such as long-term BPs use or a severe degree of bending of the femur in the coronal plane. During surgery, proper reduction and spacing of the fracture site on the coronal plane should allow adequate reduction of the anterior and posterior surfaces. Obtaining anatomic reduction would be most beneficial for union, but if that is not possible, obtaining congenital valgus rather than varus on the coronal plane may be helpful for union.

Key Words: Femoral fractures, Atypical fracture, Osteoporosis

서론

골다공증성 골절의 발생률이 증가하고 있으며,^{1,2)} 이에 대한 예방을 위해 비스포스포네이트 계열 약물이 주로 쓰이고 있다.^{3,4)} 그러나 최근 장기간 비스포네이트 복용한 환자에서 대퇴골 전자 하부 또는 간부에 비전형적 골절이 발생한다고 보고되고 있다.⁵⁻⁸⁾ 비전형 골절은 주로 전자하부 또는 간부에 발생하게 되며 수평 또는 짧은 사선 양상, 분쇄상이 없는 단순 골절 양상 등 전형적 골절과는 다른 몇 가지 특징을 갖고 있다.⁸⁾ 비전형성 골절의 치유에 대해 골유합에 문제가 없다는 보고가 있기도 하지만 많은 저자들이 비스포스포네이트에 의한 비전형 골절에서 높은 치료 실패율과 재수술이 필요할 수 있다고 보고했다.⁹⁻¹¹⁾ 다른 골절과 마찬가지로 대퇴골의 골절에 대한 수술적 치료 후 지연 유합, 불유합, 금속 실패 등의 합병증은 예후에 큰 영향을 미치는 요소이며, 이와 같은 합병증을 줄이는 것이 중요하다. 최근의 연구에서 비전형 골절의 수술법, 합병증, 치료 등에 대해 보고가 되고 있지만 이에 영향을 미치는 인자들에 대한 연구는 부족한 상황이다.

이에 본 저자들은 대퇴골의 비전형골절 환자에서 수술 전 및 수술적 치료 이후 유합에 대한 영상의학적 지표를 측정하였으며, 골다공증 진단에 이용하는 혈청학적 지표를 조사하여 골절 치유와의 연관성에 대하여 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2008년 2월부터 2016년 12월까지 원광대학교병원에 내원하여 비전형 골절로 진단 후 골수강내 금속정을 통한 고정 수술을 받은 71예(65명)를 대상으로 하여 후향적 분석을 시행하였다. 수술 후 6개월 이내에 골유합을 얻은 군(A군)과 6개월까지 골유합을 얻지 못한 군(B군)으로 나누었다. 비전형 골절에 대한 정의는 미국 골대사학회의 정의를 따라 1) 소전자 직하부에서부터 과상부 직상부까지 부위에 2) 외상이 없거나 경미한 외상으로 3) 수평 혹은 짧은 사선 골절의 형태로 4) 분쇄 골편 없이 5) 완전 또는 불완전 골절(외측 피질골만 침범)이 된 경우로 정의하였다.⁸⁾ 다발성 손상, 고 에너지 손상, 악성 종양의 과거력 및 대퇴 삽입물 주위 골절은 제외하였다. 전자하부 골절에는 항회전 근위 대퇴 골수정(proximal femoral nail antirotation; AO Synthes, Paoli, PA, USA), 감마 골수정(long Gamma intramedullary nail; Stryker®, Ka-

lamazoo, MI, USA), Zimmer natural nail (ZNN, Cephalomedullary Asia; Zimmer, Warsaw, IN, USA)을 주로 이용하였으며, 간부의 골절에는 주로 비확공성 골수강내 금속정(unreamed femoral nail, UFN; AO Synthes, Solothurn, Switzerland)을 이용하였다. 본 연구는 원광대학교병원의 의학연구 윤리심의위원회의 승인을 받아 진행되었다(IRB No: WKUH 2019-01-011).

2. 영상의학적 평가 및 혈액학적 지표

모든 환자의 자료는 후향적으로 평가하였으며, 평가 항목은 성별, 나이, 체질량 지수, 비스포스포네이트 복용력, 영상의학적 지표에 대한 평가, 골밀도검사(대퇴골 경부), 혈액학적 수치 등이 포함되었다(Table 1). 영상의학적 평가 시 3명의 정형외과 의사가 임상 정보를 맹검 처리한 후 각 값을 측정하여 평균값을 구하였으며, 골유합에 관해서는 3명의 의사 중 2명 이상이 동의한 경우 유합으로 인정하였다. 골유합 여부는 골절 부위의 전후면 및 측면 방사선 촬영을 시행하여 3 또는 4 군데의 피질 골에 가골(osseous bridging)이 관찰될 시에 골유합으로 판단하였다.¹²⁾ 골유합까지의 기간이 6개월 이상인 경우 지연 유합으로 정의하였고, 유합의 진행 소견이 보이지 않을 경우 불유합으로 정의하였다.^{13,14)}

Table 1. Baseline Patients Characteristics

Characteristic	Group A (n=51)	Group B (n=20)	p-value
Age (yr)	76.7±5.3	77.2±7.4	0.876
Sex (female:male)	50:1	19:1	0.487
Mean BMI (kg/m ²)	19.9	20.1	0.242
Mean BMD (T-score)	-3.1	-3.4	0.725
Comorbidity			
HTN	17 (33.3)	6 (30.0)	0.787
DM	15 (29.4)	4 (20.0)	0.420
RA	7 (13.7)	3 (15.0)	1.000
Cardiovascular Dz.	9 (17.6)	3 (15.0)	1.000
Cerebrovascular Dz.	3 (5.9)	2 (10.0)	0.616
Smoking	1 (2.0)	1 (5.0)	0.487
ASA grade			0.616
I or II	48 (94.1)	18 (90.0)	
III or IV	3 (5.9)	2 (10.0)	

Values are presented as mean±standard deviation, number only, or number (%). Group A experienced union within 6 months of surgery. Group B did not experience union within 6 months. BMI: body mass index, BMD: bone mineral density, HTN: hypertension, DM: diabetes mellitus, RA: rheumatoid arthritis, Dz.: disease, ASA: American Society of Anesthesiologists.

대퇴경부-간부 각도, 관상면과 시상면에서의 대퇴골의 휨(bowing) 정도, 대퇴 피질골의 두께를 측정하였다. 대퇴골 휨의 정도는 전후면에서 측정한 각도를 A, 측면에서 측정한 각도를 B로 하여, 근위부와 원위부에서 간부를 향해 그은 두 직선이 만나는 각도로 설정하였다(Fig. 1).

대퇴 피질골의 두께는 소전자 중심으로부터 5 cm 하방의 전자 하부 영역 및 힙부에서 전 후면과 측면에서 네 개의 면(내측, 외측, 전방면, 후방면)에서 측정하였다.

수술 후 평가한 영상의학적 항목에는 관상면에서 외반, 중립, 내반, 시상면에서 굴곡, 중립, 신전으로 나누어 평가하였다. 관상면에서 건측을 기준으로 환측의 골절선과 동일한 선상에서 근위부 골편과 원위부 골편이 이루는 각 C와 환측의 골절부위를 기준으로 근위부 골편과 원위부 골편이 이루는 각 D로 설정하여 C-D 값이 -1° 에서 $+1^{\circ}$ 사이면 중립, -1° 미만인 경우 외반, $+1^{\circ}$ 이상인 경우 내반으로 하였다(Fig. 2). 시상면에서도 동일하게 건측 부위의 값을 E로 하고, 환측의 값을 F로 하여 E-F의 값이 1° 에서 $+1^{\circ}$ 사이면 중립, -1° 미만인 경우 굴곡, $+1^{\circ}$ 이상인 경우 신전으로 평가하였다(Fig. 3).

골밀도 수치는 대퇴 경부 T-score를 측정하였으며, 혈청학적 수치는 모든 환자에서 수술 후 6일째에 검사하였으며 insulin-like growth factor (IGF)-1, 부갑상선호르몬 수치, Ca, Ca^{2+} , 25(OH) vitamin D, bone alkaline phosphatase (ALP)를 평가하였다.

두 군 간의 연속변수에 대해서 Mann-Whitney test를 이용하였으며, 범주형 변수에 대해서는 Fisher exact test 또는 chi-square test를 이용하여 비교분석하였다. 통계 분석은 상용화된 SPSS 소프트웨어 PASW for Windows release ver.

18.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하였고, $p < 0.05$ 일 때 유의한 것으로 정의하였다.

결 과

최종 추시까지 가능하였던 71예(65명) 중 51예(71.8%)에서 6개월 이내에 골유합을 얻을 수 있었으며, 나머지 20예 중에서도 16예에서는 자연 골유합을 얻었고, 유합까지의 평균 기간은 약 11.2개월이었다. 나머지 4예에서는 빈영양형(atrophic) 불유합을 보였으며, 2예에서는 재수술을 시행 받았고,

Fig. 2. In the coronal plane, the angle that the proximal and distal fragments make on the same line as the fracture line based on the unaffected side (letter 'C'). The angle that the distal and proximal fragments make on the basis of the fracture site of the affected side (letter 'D'). If C-D is 0: neutral, (-): valgus, (+): varus.

Fig. 1. (A) Coronal view of the angle formed by two straight lines that pass the center of the proximal and distal parts, parallel to each other (letter 'A'). (B) Lateral view of the same two lines (letter 'B').

나머지 2예에서는 수술을 거부하여 경과 관찰하였다.

비스포스포네이트 복용 기간은 A군에서 6.17년(0-8.66년), B군에서 8.24년(4.66-11.66년) ($p=0.039$)으로 지연 유합군에서 유의하게 길었으며, 골절 부위는 A군에서 전자 하부가 14예(27.5%), 간부가 37예(72.5%), B군에서 전자하부가 14예(70.0%), 6예(30.0%) ($p=0.001$)로 간부에 비해 전자 하부에서 지연 유합이 유의하게 많이 나타났다(Table 2).

수술 전 영상의학적 검사상 관상면에서 휜 정도가 A군에서 5.9° (2.1° - 9.2°), B군에서 8.0° (3.1° - 12.1°) ($p=0.041$)로 유의한 차이를 보였다. 반면 대퇴경부-간부 각도, 시상면 상에서의 휜 정도, 대퇴 피질골 두께에서는 양 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다. 수술 후 영상의학적 검사상 관상면에서 외반으로 정복된 것이 A군에서 15예(29.4%) B군에서 8예(40.0%), 중립으로 정복된 것이 A군에서 34예(66.7%), B군에서 8예(40.0%), 내반으로 정복된 것이 A군에서 2예(3.9%), B군에서 4예(20.0%) ($p=0.037$)로 유의한 차이를 보였다. 정복 후 남아있는 골절 부위 간격은 앞면이 A에서 1.5 mm (0-2.9 mm), B군에서 2.2 mm (0.9-4.7 mm) ($p=0.042$), 외측면 간

격이 A군에서 1.2 mm (0-2.2 mm), B군에서 1.9 mm (0.5-3.5 mm) ($p=0.049$)로 유의한 차이를 나타냈다(Table 3).

수술 후 내외반 교정 각도에 따른 지연 유합의 발생률을 확인하였으며, 중립이거나 10° 이하의 외반으로 교정된 경우에는 비교적 낮은 지연 유합 비율을 보였으나 1° 이상의 내반의 경우 또는 10° 이상 외반 교정된 경우에 지연 유합 발생 가능성이 급격하게 높게 나타났다(Fig. 4A). 또한 교정 후 남아있는 골절 부위의 전측, 후측, 내측, 외측 간격의 합에 따른 지연 유합의 발생률을 확인하였으며, 골절 부위 간격의 합이 10 mm 이상인 경우 지연 유합의 발생률이 급격히 높아지는 양상을 보였다(Fig. 4B).

혈청학적 지표에서는 IGF 측정치가 A군에서 100.89 mg/ml (80.12-157.58 mg/ml), B군에서는 113.6 mg/ml (72.15-157.22 mg/ml) ($p=0.551$), 부갑상선호르몬 측정치가 A군에서는 45.13 pg/ml (21.78-69.25 pg/ml), B군에서는 58.34 pg/ml (19.75-81.35 pg/ml) ($p=0.241$), 25(OH) vitamin D는 A군에서 24.34 ng/ml (11.71-39.22 ng/ml), B군에서 20.78 ng/ml (10.85-35.54 ng/ml) ($p=0.158$), bone ALP는 A군에

Fig. 3. (A) The angle that the proximal and distal fragments make based on the fracture site in the coronal plane (letter 'E'). (B) The value of the unaffected site on the basis of the affected site (letter 'F'). If E-F is 0: neutral, (+): flexion, (-): extension.

Table 2. Fracture Site and Bisphosphonate Administration History

Variable	Group A (n=51)	Group B (n=20)	p-value
Fracture site			0.001
Subtrochanteric	14 (27.5)	14 (70.0)	
Shaft	37 (72.5)	6 (30.0)	
Bisphosphonate history	50 (98.0)	20 (100)	
Administration period (yr)	6.17±2.04 (0-8.66)	8.24±1.74 (4.66-11.66)	0.039
Time to operation from onset (d)	3.8±1.0 (1-5)	3.9±1.2 (1-6)	0.814

Values are presented as number (%) or mean±standard deviation (range). Group A experienced union within 6 months of surgery. Group B did not experience union within 6 months.

Table 3. Radiographic Characteristics

Variable	Group A (n=51)	Group B (n=20)	p-value
Preoperative			
Neck-shaft angle (°)	131.2±6.1 (128-133)	131.1±4.8 (128-132)	0.578
Coronal bowing (°)	5.9±1.1 (2.1-9.2)	8.0±1.5 (3.1-12.1)	0.041
Sagittal bowing (°)	7.0±1.6 (3.0-10.1)	4.2±1.3 (2.0-8.0)	0.240
Cortical thickness (subtrochanteric, mm)			
Anterior	4.2±1.5 (3.1-5.2)	4.6±1.2 (2.9-5.1)	0.660
Posterior	4.1±1.3 (3.9-4.9)	5.6±1.6 (4.0-6.1)	0.451
Medial	6.4±1.6 (4.8-7.9)	6.4±1.3 (5.1-7.9)	0.658
Lateral	6.0±1.8 (5.1-7.2)	6.8±2.0 (5.3-7.5)	0.513
Cortical thickness (isthmus, mm)			
Anterior	5.7±1.1 (4.2-7.1)	5.8±1.3 (4.3-7.2)	0.451
Posterior	5.2±1.3 (3.9-6.9)	6.0±1.1 (4.0-7.9)	0.667
Medial	6.8±1.8 (5.1-7.5)	7.2±1.7 (5.5-7.9)	0.512
Lateral	7.0±1.3 (6.1-8.9)	7.2±1.5 (6.2-8.9)	0.476
Postoperative			
Coronal plane			0.037
Valgus	15 (29.4)	8 (40.0)	
Neutral	34 (66.7)	8 (40.0)	
Varus	2 (3.9)	4 (20.0)	
Sagittal plane			0.690
Flexion	3 (5.9)	2 (10.0)	
Neutral	35 (68.6)	12 (60.0)	
Extension	13 (25.5)	6 (30.0)	
Fracture site gap (mm)			
Anterior	1.5±1.6 (0-2.9)	2.2±1.2 (0.9-4.7)	0.042
Posterior	1.7±1.3 (0-2.2)	1.9±1.5 (0.5-3.5)	0.246
Medial	2.1±1.5 (0-2.9)	2.2±1.6 (1.0-3.5)	0.461
Lateral	1.2±0.7 (0-2.2)	1.9±0.8 (0.5-3.5)	0.049

Values are presented as mean±standard deviation (range) or number (%). Group A experienced union within 6 months of surgery. Group B did not experience union within 6 months.

Fig. 4. (A) Incidence of delayed union according to the correction angle in the coronal plane. (B) Incidence of delayed union according to the sum of the remaining anterior, posterior, medial and lateral gap sizes obtained from anteroposterior and lateral radiographs. Group A experienced union within 6 months of surgery. Group B did not experience union within 6 months.

Table 4. Serologic Characteristics

Serologic marker	Group A (n=51)	Group B (n=20)	p-value
IGF-1 (ng/ml)	100.89±23.7 (80.12-157.58)	113.6±35.7 (72.15-157.22)	0.551
PTH (pg/ml)	45.13±15.7 (21.78-69.25)	58.34±23.6 (19.75-81.35)	0.241
Ca (mg/dl)	8.76±3.65 (5.72-15.87)	9.1±7.62 (2.59-31.22)	0.495
Ca ²⁺ (mg/dl)	4.58±2.64 (2.23-11.67)	4.72±3.12 (1.99-15.28)	0.471
25(OH) vitamin D (ng/ml)	24.34±11.62 (11.71-39.22)	20.78±12.01 (10.85-35.54)	0.158
Uric acid (mg/dl)	3.17±1.28 (1.22-10.25)	4.73±1.64 (1.19-8.25)	0.224
Bone ALP (IU/L)	8.21±2.65 (2.45-22.71)	6.72 ± 2.52 (3.12-17.74)	0.246

Values are presented as mean±standard deviation (range). Group A experienced union within 6 months of surgery. Group B did not experience union within 6 months. IGF-1: insulin-like growth factor, PTH: parathyroid hormone, ALP: alkaline phosphatase.

서 8.21 IU/L (2.45-22.71 IU/L), B군에서 6.72 IU/L (3.12-17.74 IU/L (p=0.246)로 두 군 간의 유의한 차이가 나타나지는 않았다(Table 4).

고 찰

대퇴골의 비전형 골절이 발생하는 병태생리에 대해서는 아직 정확하게 밝혀진 것이 없다.^{8,15,16)} 다만 비스포스포네이트를 장기간 사용한 환자에서 골교체율(bone turnover)이 심하게 저하되어 있고, 골형성이 저하되어 있는 점이 비전형적 골절 발생의 주요한 원인으로 생각되고 있다.^{17,18)} 비전형 골절의 수술적 치료 시에는 환자의 골교체율이 심하게 저하되어 있으며 골형성 또한 낮은 상태임을 고려하여 정확한 해부학적 정복과 안정된 고정이 필수적이다.

본 연구에서 71예의 골절에서 51예(71.8%)는 수술 후 6개월 이내에 골유합 소견을 보였으며, 나머지 20예(28.2%)에서는 지연 유합 또는 불유합의 결과를 보였다. 전체 71예 중에서 67예(94.4%)에서 최종 추시까지 골유합을 얻을 수 있었다.

대퇴골 간부 골절은 비수술적 치료 시에 불유합의 빈도가 약 31%에 이른다는 보고가 있으며, 골수내정으로 치료한 경우들에서 약 1%-20%에 이르는 것으로 알려져 있다.¹⁹⁻²⁴⁾ 대퇴골 전자 하부 골절은 외반력과 피질골의 혈류 부족으로 고정 실패 및 불유합의 빈도가 약 7%-20%로 보고되고 있다.²⁵⁻²⁷⁾ 본 연구에서 전자 하부에서 발생한 비전형 대퇴골 골절에서 불유합의 빈도가 간부에 발생한 비전형 골절보다 유의하게 높았다. 이는 전자 하부 골절 시에 근위 골편에는 둔근(외전)과 요근(굴곡 및 외회전)의 강력한 작용과 원위 골편에는 햄스트링과 내전근의 작용에 영향을 받는 것으로 보이며,²⁸⁾ 골수정 삽입 후 간부에 비해서 전자 하부가 회전 불안

정성에 더 취약하다는 보고¹³⁾가 있는 것과 같은 결과일 수 있다.

골밀도가 낮을수록 일반적으로 피질골의 두께가 얇은 것으로 알려져 있으며, 본 연구에서 수술 전 전자 하부와 협부에서 측정된 피질골의 두께 및 골밀도 수치는 두 군에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

본 연구에서 성공적인 유합을 보인 군과 그렇지 못한 군에서 비스포스포네이트 제재 복용 기간에서 유의미한 차이를 보였다. 비스포스포네이트 제재 복용기간이 길수록 유합 등에 악영향을 미친다는 보고¹³⁾가 있으며, 본 연구에서도 이와 같은 결과를 보였다. 이는 비스포스포네이트를 장기간 복용한 환자에서 골교체율이 현저하게 저하된 점, 골형성이 저하된 점 등에 의한 것으로 보인다.

해부학적 정복은 골간 접촉면이 넓어 골절면에 안정성을 얻을 수 있으며, 금속정에 가해지는 인장응력을 감소시켜 술 후 내고정 실패를 줄일 수 있는 장점이 있다. Fogagnolo 등²⁹⁾은 술 후 정복의 정도는 전후면상 정상 대퇴 경각간 또는 약간 외반, 측면상에서 전위 정도가 20° 이내여야 한다고 하였다. 정복 후 평가한 영상의학적 사진상, 골절 부위의 전방과 외측의 골절 간격이 양 군 간에서 유의미한 차이를 보였다. Lim 등¹³⁾도 지연 유합이나 불유합은 전방 또는 외측에서 발생한다고 보고하고 있다. 이는 골절 부위 정복 시 외반 또는 중립으로 정복을 하는 것이 외측의 골절 간격이 줄일 수 있는 방법이며, 수술 시 전방과 외측의 골절부위 간격이 벌어지지 않게 정복 후 고정하는 것이 중요할 것으로 생각된다. 견측과 비교하여 해부학적 정복을 얻는 것이 가장 이상적이나 그렇지 못할 경우에는 관상면에서 내반보다는 외반을 이루도록 정복을 하여야 하는 것이 바람직하다. 또한 수술 후 방사선 사진에서 전후방 및 내외측의 4측면의 간격의 합이 10 mm 이상이거나, 내반으로 교정된 경우, 10° 이상으로 외반으로

교정된 경우는 자연 유합 가능성을 염두에 두어야 한다.

비타민 D와 칼슘의 감소는 골강도 저하 및 근력 감소로 인하여 고관절 골절과의 관련성이 보고되었고, 부갑상선호르몬, IGF-1 등이 골대사와 관련이 있다고 알려져 있다. 또한 25(OH) vitamin D가 감소될수록 대퇴 근위부의 골절이 높다는 보고³⁰⁾가 있으며, 골절 치유 과정에서 bone ALP, osteocalcin과 같은 골형성 지표들이 증가한다는 보고^{31,32)}가 있으나 그 변화 양상에 대해서는 이론의 여지가 있다. Lee 등³¹⁾은 골절 치유 과정에서 혈청 내 ALP와 osteocalcin은 수상 후 점차로 증가하여 4주 및 8주경에 각각 높게 발현된다고 하였다. 본 연구에서는 술 후 6일째의 혈청학적 지표들은 두 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다.

본 연구의 한계점으로는 대상이 된 환자군의 숫자가 부족하다는 것이고, 방사선 사진에서 촬영 각도 및 측정자에 따른 오차가 있을 수 있는 점, 환자에게 수상 전 전구증상의 유무 등을 조사하지 못한 점, 혈청학적 지표들의 변화 양상에 대한 추시 연구가 없었다는 점이다.

결론

결과적으로 비전형 대퇴골 골절 환자 중에서 28%는 6개월 이내에 유합을 얻지 못하였고, 이는 오랜 기간 동안의 비스포스포네이트 복용력, 수술 전 관상면에서 대퇴골의 휨, 수술 후 관상면에서의 적절한 정복 정도, 그리고 골절 부위에서의 앞면과 외측면의 간격이 통계적으로 유의하게 관련이 있음을 알 수 있었다. 그러므로 장기간의 비스포스포네이트 복용력이 있거나 관상면에서 대퇴골이 심한 환자에게서는 미리 충분한 고지 및 수술 시 각별한 유의가 필요하며, 수술 중에는 관상면에서 적절한 정복 및 골절 부위의 앞면과 외측면에서의 골절 간격을 최소화할 수 있게 시행해야 한다.

요약

목적: 골다공증에 대한 치료 제제인 비스포스포네이트와 밀접한 관련을 가진 대퇴골 비전형 골절에서 골수 내정을 이용한 수술 후 유합에 관련된 영상 의학적 요인과 혈청학적 요인을 알아보려고 한다.

대상 및 방법: 2008년 2월부터 2016년 12월까지 대퇴골의 비전형 골절로 진단 후 골수강내 금속을 통한 고정수술을 받은 65명(71예)을 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 수술 후 6개월 이내에 골유합을 얻은 군(A군)과 6개월까지 골유합을

얻지 못한 군(B군)으로 나누었다. 각 군에서 체질량 지수, 골밀도, 비스포스포네이트 복용 기간 및 영상의학적 인자, 혈청학적 인자 등으로 나누어서 평가하였다.

결과: 비스포스포네이트 평균 복용 기간이 A군에서 6.17년, B군에서 8.24년($p=0.039$), 골절 부위는 A군에서 전자 하부가 14예(27.5%), 간부가 37예(72.5%), B군에서 전자 하부가 14예(70.0%), 간부가 6예(30.0%) ($p=0.001$), 수술 전 영상의학적 검사상 관상면에서 휨이 A군에서 5.9° ($2.1^\circ-9.2^\circ$), B군에서 8.0° ($3.1^\circ-12.1^\circ$) ($p=0.041$), 수술 후 영상의학적 검사상 A군과 B군에서 관상면에서 외반으로 정복된 것이 15예(29.4%), 8예(40.0%), 중립으로 정복된 것이 34예(66.7%), 8예(40.0%), 내반으로 정복된 것이 2예(3.9%), 4예(20.0%) ($p=0.037$)였다. 골절 부위 간격은 A군과 B군에서 앞면이 1.5 mm ($0-2.9$ mm), 2.2 mm ($0.9-4.7$ mm) ($p=0.042$), 외측면 간격에서는 1.2 mm ($0-2.2$ mm), 1.9 mm ($0.5-3.5$ mm) ($p=0.049$)였다. 혈청학적 인자 두 군 간의 유의한 차이를 확인할 수 없었다.

결론: 비스포스포네이트의 복용력이 길거나 관상면에서 대퇴골의 휨 정도가 심할 경우에 유합에 악영향을 미치는 인자임을 수술 전에 미리 인지하여야 하며, 수술 중에는 관상면에서 적절한 정복 및 골절 부위 간격이 앞면과 뒷면에서 적절한 정복을 얻을 수 있게 해야 한다. 해부학적인 정복을 얻는 것이 가장 골유합에 유리하겠지만 그렇지 못할 경우에는 관상면에서 내반보다는 외반이 되도록 정복을 얻는 것이 골유합에 도움이 될 것으로 생각된다.

색인 단어: 대퇴골 골절, 비전형 골절, 골다공증

ORCID

권석현, <https://orcid.org/0000-0003-1939-2676>

유병민, <https://orcid.org/0000-0002-8719-2783>

References

1. Johnell O, Kanis JA: An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporos Int*, 17: 1726-1733, 2006.
2. Schousboe JT, Taylor BC, Fink HA, et al: Cost-effectiveness of bone densitometry followed by treatment of osteoporosis in older men. *JAMA*, 298: 629-637, 2007.
3. Elliot-Gibson V, Bogoch ER, Jamal SA, Beaton DE: Practice patterns in the diagnosis and treatment of osteoporosis after a fragility fracture: a systematic review. *Osteoporos Int*, 15: 767-

- 778, 2004.
4. Colón-Emeric CS: Ten vs five years of bisphosphonate treatment for postmenopausal osteoporosis: enough of a good thing. *JAMA*, 296: 2968–2969, 2006.
5. Ha YC, Kim KW, Kim SH, Park YG: Bone biopsy of atypical subtrochanteric fracture in patient with prolonged bisphosphonate therapy: a case report. *Korean J Bone Metab*, 18: 131–135, 2011.
6. Shane E, Burr D, Ebeling PR, et al: Atypical subtrochanteric and diaphyseal femoral fractures: report of a task force of the American Society for Bone and Mineral Research. *J Bone Miner Res*, 25: 2267–2294, 2010.
7. Koh A, Guerado E, Giannoudis PV: Atypical femoral fractures related to bisphosphonate treatment: issues and controversies related to their surgical management. *Bone Joint J*, 99: 295–302, 2017.
8. Shane E, Burr D, Abrahamsen B, et al: Atypical subtrochanteric and diaphyseal femoral fractures: second report of a task force of the American Society for Bone and Mineral Research. *J Bone Miner Res*, 29: 1–23, 2014.
9. Lee YK, Yoon BH, Koo KH: Epidemiology and clinical features of atypical femoral fractures. *J Korean Orthop Assoc*, 48: 175–179, 2013.
10. Schilcher J: High revision rate but good healing capacity of atypical femoral fractures. A comparison with common shaft fractures. *Injury*, 46: 2468–2473, 2015.
11. Prasarn ML, Ahn J, Helfet DL, Lane JM, Lorch DG: Bisphosphonate-associated femur fractures have high complication rates with operative fixation. *Clin Orthop Relat Res*, 470: 2295–2301, 2012.
12. Whelan DB, Bhandari M, McKee MD, et al: Interobserver and intraobserver variation in the assessment of the healing of tibial fractures after intramedullary fixation. *J Bone Joint Surg Br*, 84: 15–18, 2002.
13. Lim HS, Kim CK, Park YS, Moon YW, Lim SJ, Kim SM: Factors associated with increased healing time in complete femoral fractures after long-term bisphosphonate therapy. *J Bone Joint Surg Am*, 98: 1978–1987, 2016.
14. Gómez-Barrena E, Rosset P, Lozano D, Stanovici J, Ermtaller C, Gerbhard F: Bone fracture healing: cell therapy in delayed unions and nonunions. *Bone*, 70: 93–101, 2015.
15. Abrahamsen B, Eiken P, Eastell R, et al: Cumulative alendronate dose and the long-term absolute risk of subtrochanteric and diaphyseal femur fractures: a register-based national cohort analysis. *J Clin Endocrinol Metab*, 95: 5258–5265, 2010.
16. Abrahamsen B, Einhorn TA: Beyond a reasonable doubt? Bisphosphonates and atypical femur fractures. *Bone*, 50: 1196–1200, 2012.
17. Odvina CV, Zerwekh JE, Rao DS, Maalouf N, Gottschalk FA, Pak CY: Severely suppressed bone turnover: a potential complication of alendronate therapy. *J Clin Endocrinol Metab*, 90: 1294–1301, 2005.
18. Neviaser AS, Lane JM, Lenart BA, Edobor-Osula F, Lorch DG: Low-energy femoral shaft fractures associated with alendronate use. *J Orthop Trauma*, 22: 346–350, 2008.
19. Winquist 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.
20. Kempf I, Grosse A, Rigaut P: The treatment of noninfected pseudarthrosis of the femur and tibia with locked intramedullary nailing. *Clin Orthop Relat Res*, (212): 142–154, 1986.
21. Webb LX, Winquist RA, Hansen ST: Intramedullary nailing and reaming for delayed union or nonunion of the femoral shaft. A report of 105 consecutive cases. *Clin Orthop Relat Res*, (212): 133–141, 1986.
22. Wu CC, Chen WJ: Treatment of femoral shaft aseptic nonunions: comparison between closed and open bone-grafting techniques. *J Trauma*, 43: 112–116, 1997.
23. Canadian Orthopaedic Trauma Society: Nonunion following intramedullary nailing of the femur with and without reaming. Results of a multicenter randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am*, 85: 2093–2096, 2003.
24. Wolinsky PR, McCarty E, Shyr Y, Johnson K: Reamed intramedullary nailing of the femur: 551 cases. *J Trauma*, 46: 392–399, 1999.
25. Sims SH: Subtrochanteric femur fractures. *Orthop Clin North Am*, 33: 113–126, viii, 2002.
26. Vanderschot P, Vanderspeeten K, Verheyen L, Broos P: A review on 161 subtrochanteric fractures: risk factors influencing outcome: age, fracture pattern and fracture level. *Unfallchirurg*, 98: 265–271, 1995.
27. Garland DE, Rieser TV, Singer DI: Treatment of femoral shaft fractures associated with acute spinal cord injuries. *Clin Orthop Relat Res*, (197): 191–195, 1985.
28. Teo BJ, Koh JS, Goh SK, Png MA, Chua DT, Howe TS: Postoperative outcomes of atypical femoral subtrochanteric fracture in patients on bisphosphonate therapy. *Bone Joint J*, 96: 658–664, 2014.
29. Fogagnolo F, Kfuri M Jr, Paccola CA: Intramedullary fixation of pertrochanteric hip fractures with the short AO-ASIF proximal femoral nail. *Arch Orthop Trauma Surg*, 124: 31–37, 2004.
30. Kwon BT, Kwon SH: Prediction of type of proximal femur fracture by analysis of serum markers. *Osteoporosis*, 13: 31–35, 2015.
31. Lee HS, Lee CS, Jang JS, Lee JD, Um SM: Changes of serum alkaline phosphatase and osteocalcin during fracture healing. *J Korean Orthop Assoc*, 37: 411–415, 2002.
32. Leung KS, Fung KP, Sher AH, Li CK, Lee KM: Plasma bone-specific alkaline phosphatase as an indicator of osteoblastic activity. *J Bone Joint Surg Br*, 75: 288–292, 1993.