

Korean Fracture Society

비전형 대퇴골 골절의 수술적 치료 결과

최정환 · 유용진 · 박기철[✉]

한양대학교 구리병원 정형외과

Surgical Outcomes of Atypical Femoral Fracture

Jung Hwan Choi, M.D., Yong Jin You, M.D., and Ki-Chul Park, M.D., Ph.D.[✉]

Department of Orthopaedic Surgery, Hanyang University Guri Hospital, Guri, Korea

An intramedullary nail is the standard surgical treatment for atypical femoral fractures. On the other hand, atypical femoral fractures usually have severe bowing of the femur and a narrow intramedullary canal, making surgery difficult. Although the bone union rate is relatively high at 85%–98%, the healing period is longer than typical femoral fractures. Atypical femoral fracture has higher functional recovery after surgery than proximal femoral fragility fractures because it occurs in a relatively active elderly population. Recently, periprosthetic atypical femoral fractures have also been reported, but the outcomes of surgical treatment are yet to be satisfactory. Complications after surgery include nonunion, peri-implant fractures, and contralateral atypical femoral fractures. To prevent these complications, a stable implant should be used to fix the entire length from the femoral head to the lower part of the femur, accurate fracture reduction should be obtained, and the correction of lower extremity alignment can be helpful if there is severe anterolateral bowing. In addition, periodic follow-up is necessary to consider the possibility of contralateral atypical femoral fracture. The authors of this paper aim to analyze the results, complications, and reoperations after the surgical treatment of atypical femoral fractures based on previously published studies.

Key words: atypical, femur, fracture, surgery, outcome

서론

비전형 대퇴골 골절에 대한 수술적 치료 결과는 일반적으로 골절 정복이 만족스럽고 견고한 고정력을 얻은 경우 비교적 좋은 결과가 보고되고 있다. Koh 등¹⁾은 77개의 논문을 분석한 리뷰 논문에서 약 85%의 골 유합률을 보이고 있으며, 금속정을 사용한 경우보다 금속판을 사용한 경우에서 추후 금속판 주위 골절 발생으로 인해 재수술율이 높게 발생하였다고 보고한 바 있어, 현재는 금속정 고정술이 표준 수술적 치료법으로 사용되고 있다. 그러나 대퇴골의 만곡(bowing)이 심하거나 골수강이 좁은 경우에는

금속정 삽입이 어려울 수 있으며, 장기간 비스포스포네이트 사용한 경우와 심한 대퇴골 만곡이 교정되지 않은 경우 등 병적인 상태가 지속된다면 추가적인 비전형 대퇴골 골절 등의 합병증이 발생할 수 있어 좋은 결과를 기대하기 어려울 수 있다.^{2,3)}

최근 들어 고령층 인구가 급속하게 증가하고 있고 이에 따라 치료하기 까다로운 비전형 대퇴골 골절 발생의 빈도도 높아지고 있는데 이는 추후 경제적, 사회적 보건 문제로도 이어질 수 있다. 따라서 비전형 대퇴골 골절의 수술적 치료 결과들을 잘 분석하고 최상의 치료 방법을 제시하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

이에 본 종설에서는 그간 발표된 논문을 토대로 비전형 대퇴골 골절의 수술적 치료의 임상적 및 방사선학적 결과와 합병증, 그리고 인공 관절 주변부에 발생한 비전형 대퇴골 골절의 치료 결과 등에 대해 비교 분석하여 보고하고자 한다.

Received February 16, 2023 Revised March 5, 2023 Accepted March 16, 2023

✉Correspondence to: Ki-Chul Park, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Hanyang University Guri Hospital, 153 Gyeongchun-ro, Guri 11923, Korea

TEL: +82-31-560-2187 FAX: +82-31-557-8781 E-mail: kcpark@hanyang.ac.kr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0938-8040>

본 론

1. 내고정물(implant)에 따른 치료 결과

금속판 고정술과 금속정 고정술을 비교하여 어떤 술식이 더 우월한지에 대해 대조군을 통해 비교한 연구는 부족하나, 연골내 골화 과정을 유도하며 빠른 체중부하를 가능하게 하고 내고정물 주위 골절(peri-implant fracture) 발생 우려가 적은 금속정 고정술이 비전형 대퇴골 골절의 일차적인 치료법으로 추천된다.^{4,5)} 대퇴 전자하부의 비전형 골절에서는 재건 금속정(reconstruction nail)을 주로 사용하고 있으나 대퇴 간부의 비전형 골절에서는 술자의 선호도에 따라 표준 금속정(standard nail) 또는 재건 금속정을 선택하고 있다. 그러나 표준 금속정의 경우 근위 교합나사가 대퇴골두 및 경부를 포함하여 고정하지 않으므로 이론적으로는 추후 낙상 등의 저에너지 손상으로도 고정되지 않은 부위에 취약 골절(fragility fracture)이 발생할 가능성이 높다. Patton 등⁶⁾의 보고에 의하면 표준 금속정 고정 후 고관절 주위 골절 발생률은 2.7%로 보고하였으며, Oh 등⁷⁾은 표준 금속정 고정군 25예, 재건 금속정 고정군 26예를 비교한 연구에서 합병증은 모두 표준 금속정 고정군에서만 발생하였고, 새롭게 발생한 대퇴 전자하부 비전형 골절 4예, 내고정물 주위의 대퇴 경부 골절 2예, 불유합 2예가 발생하여 재건 금속정 고정술의 결과가 더 만족스러웠다고 보고하였다.

일반적으로 비전형 대퇴골 골절 환자는 골다공증으로 인한 취약 골절 환자 군에 비교하여 보다 활동적이고 보다 젊은 연령인 경우가 많으므로 여생이 많이 남아 있는 것을 고려하면 추후 발생할 수 있는 근위 대퇴골 취약 골절에 대비하여 비전형 대퇴골 골절 발생 부위와 관계없이 모든 경우에서 재건 금속정 사용이 권장된다.

2. 기능적, 임상적 결과

비전형 대퇴골 골절은 대부분 대퇴골 외측의 반복적인 장력으로 인한 피로골절이며,^{8,9)} 일반적으로 신체활동이 많고 일상적인 활동이 가능한 비교적 건강한 인구에서 발생하게 된다.⁹⁾ 그렇기에 기능적 결과도 일반적인 골다공증 근위 대퇴골 취약 골절 환자에 비해 좋은 경향이 있다.

최근 발표된 연구 결과들에 따르면 비전형 대퇴골 골절에서 약 66%~75%에서 수술 전과 같은 보행 능력과 기능적 상태로 회복되는 것으로 보고되고 있다.^{10,11)} 정확한 비교는 힘들지만 고령의 환자에서 발생한 전자하, 전자하 골절로 수술 후 일상 능력을 회복하는 경우가 45%~48% 정도인 것과 비교하였을 때 비전형 대퇴골 골절 환자의 수술 후 기능적 결과는 일반 고령의 근위 대퇴골 골절보다 좋은 것으로 보인다.¹²⁾ 또한 비전형 대퇴골 골절과 다른 고령에서 발생한 대퇴 간부 골절 후 사망률을 비교하였을 때 4년간 추시 관찰 시 비전형 대퇴골 골절 후 사망률은 23%였

던 반면 고령에서 발생한 일반적인 대퇴골 간부 골절 후 사망률은 62%였다는 점 또한 이 결과를 뒷받침한다.¹³⁾

3. 골 유합률과 유합 기간

불완전 비전형 대퇴골 골절의 수술적 치료시 골 유합률은 95-100%로 알려져 비교적 예후가 좋은 것으로 알려져 있다.^{14,15)} 완전 비전형 대퇴골 골절의 수술적 치료 후 골 유합률은 초기에는 매우 낮은 것으로 알려져 2011년 Weil 등¹⁶⁾은 54%로 보고하였으나 대상 환자가 15명으로 적었고 그 당시에는 비전형 골절에 대한 이해도가 낮아 치료 결과가 안 좋았던 것으로 생각된다. 이후 연구들을 살펴보면, 2014년 Egol 등¹⁰⁾이 98%, 2017년 Koh 등¹⁾은 85%, 2017년 Lee 등¹⁷⁾은 95.7%의 수술 후 골 유합률을 보고하고 있어, 일반적인 대퇴골 간부 골절에서 수술 후 유합률인 86%~99%와 큰 차이를 보이지는 않는다.^{18,19)} 이는 비전형 대퇴골 골절에 대한 이해도가 높아지고 수술 기술의 향상 등에 기인한 것으로 보인다. 하지만 2017년 Cho 등²⁰⁾의 발표에 따르면 48예의 대퇴 전자하부에 발생한 비전형 대퇴골 골절에 대한 수술적 고정 후 골 유합률은 여전히 68.7%로 낮은 수치로 보고되어 여전히 치료하기 어려운 골절로 알려져 있다.

비전형 대퇴골 골절의 평균 유합 기간은 약 5.0개월~10.7개월 정도로 골 유합까지 3개월~6개월 가량 걸리는 일반적인 대퇴골 골절보다 유합 기간이 오래 걸리는 것으로 알려져 있다.^{1,20-23)} 비전형 대퇴골 골절은 22%~30%에서의 지연유합이 발생하는 것으로 보고되며, 전자하에서 발생한 비전형 골절의 경우 골유합까지 평균 10.7개월이 걸리는 것으로 알려져 있다.^{20,22,24)}

비전형 대퇴골 골절이 일반적인 대퇴골 골절보다 골 유합이 오래 걸리는 이유는 다양한 요인이 복합적으로 작용하기 때문이다. 먼저 비스포스포네이트의 오랜 기간 사용으로 인해 억제된 골 대사 활동이 유합 기간이 오래 걸리는 하나의 이유로 알려져 있다.⁸⁾ 또한 동반된 대퇴골의 전외측 만곡으로 인해 직선형인 금속정을 사용시 발생하게 되는 골절 내측의 간격(medial gap)도 골 유합 기간이 길어지는 원인이다. Spinelli 등²⁵⁾은 비전형 대퇴골 골절 환자들의 대퇴골은 외측 만곡(lateral bowing)이 일반인들보다 크며, 이러한 골절에서 금속정을 사용할 경우 내측 골절 간격을 벌어지게 할 수 있고 이 벌어진 골절 간격으로 인해 골 유합 기간이 길어진다고 보고하였다. 하지만 Yoon 등¹⁴⁾은 대퇴골 만곡이 심한 불완전 비전형 대퇴골 골절에서 인위적으로 교정 절골술을 시행한 후 금속정 고정술 혹은 금속정 고정 및 금속판 보강술을 시행하였을 때 내측 골절 간격이 벌어짐에도 불구하고 95%의 골 유합률과 6개월 가량의 골 유합 기간을 보고한 바 있어, 내측 간격이 골 유합에 미치는 영향에 대해서는 향후 보다 많은 증례를 통한 비교 연구가 필요할 것으로 보인다.

Lim 등²⁴⁾은 골 유합에 영향을 미치는 인자들을 교정 불가능한 인자와 교정 가능한 인자로 나뉘어 보고하였다. 교정 불가능한

인자로는 전자하부에 발생한 골절, 관상면에서 10도 이상의 대퇴골 만곡(femoral bowing), 외/내측 피질골 두께 비율이 1.4 이상으로 외측 피질골이 두꺼운 경우 등이며, 교정 가능한 인자로는 골수정 삽입 시 발생한 골절 부위의 의인성 피질골 단열(breakage), 골절부 전/외측 부위에서 피질골 두께(cortical thickness) 대비 골절 간격(remaining gap)이 0.2배 이상으로 벌어진 경우 등으로 보고하였다.

골절의 불량한 정복 또한 골유합을 저해하는 중요한 인자 중 하나이다. Cho 등²⁰⁾은 전자하부에 발생한 비전형 대퇴골 골절에서 수술에 영향을 미치는 인자를 분석하였을 때 대퇴골 경부-간부 각도가 125.6도 이하일 경우, 그리고 반대측과 비교하여 대퇴골 경부-간부 각도가 4.4도 이상 내반된 경우 치료 성공률이 떨어진다 보고하였다.

종합하면 대퇴 전자하부와 대퇴 간부 외측 만곡(lateral bowing) 정점 부위에서는 인장응력(tensile stress)이 집중되어 비전형 대퇴골 골절이 잘 발생하고, 아울러 이 부위의 높은 응력(strain)으로 인해 골 유합에 불리한 환경이 될 수 밖에 없다. 따라서 금속정 삽입 시 골절부를 정확하게 정복하고, 골절 간격(fracture gap)을 줄이기 위해 골절부를 최대한 압박하여 견고하게 고정하는 것이 매우 중요하며, 심한 대퇴골 만곡이 동반된 경우에는 하지 정렬을 바르게 교정하는 것이 도움이 될 것으로 생각된다.

4. 합병증

수술 치료 후 발생하는 합병증으로는 불유합, 내고정물 주위 골절, 반대측 비전형 대퇴골 골절 등이 흔히 발생하는데,^{7,26)} 각각의 합병증에 대해서는 아래와 같이 세분하여 기술하도록 하겠다.

1) 불유합

예전의 보고들에 의하면 지연유합 및 불유합률 발생율이 20%~40% 사이로 나타났지만, 최근 들어 골절 정복 기법의 향상으로

인해 정확한 정복을 하면서부터는 약 12% 대의 불유합률이 보고되고 있으며, Jeong 등²⁶⁾은 147예, 평균 추시 기간 70.2개월로 비교적 많은 증례의 중장기 추시 결과에서 불유합률은 8.8%로 발생하여 보다 향상된 결과를 보였다.²⁷⁾

장기간 비스포스포네이트 사용으로 인한 골 교체율(bone turnover)의 저하로 골 유합이 지연되어 있는 만큼, 골 유합이 될 때까지 오래 견딜 수 있도록 견고한 내고정을 해야 내고정물 실패 및 불유합을 예방할 수 있겠다. 또한 금속정의 원위 교합나사는 역동 형태(dynamic mode) 보다는 골절 부위를 최대한 압박한 후 정적 형태(static mode)로 고정하는 것이 바람직하며, 앞서 언급한 금속정 고정 시 유의할 점들을 잘 고려하여 수술해야 할 것이다.

불유합을 치료할 때는 먼저 불유합이 발생하게 된 원인을 정확하게 파악해야 하는데, 비감염성 불유합의 경우에는 골절부의 생물학적 활동(biological activity) 결여, 골절부의 기계적 안정성(mechanical stability) 부족, 대퇴골 내반 부정정렬(malalignment) 등의 유무를 확인하고 이에 대한 교정이 이루어져야만 좋은 결과를 기대할 수 있겠다. 특히, 칼날 금속판(blade plate)은 절골술을 통해 상당한 각변형을 교정할 수 있는 이점이 있기에 각교정이 필요한 경우 고려할 수 있는 선택지 중 하나이며, Kim 등²⁸⁾은 전자하에 발생한 비전형 대퇴골 골절 불유합에서 칼날 금속판을 이용하여 85.7%의 유합률을 얻었다고 보고한 바 있다.

2) 내고정물 주위 골절

내고정물 주위 골절 또한 비교적 흔한 합병증 중 하나이다. Jeong 등²⁶⁾은 3년 이상 중장기 추시 관찰하였을 때 8.8%에서 내고정물 주위 골절이 발생하였다고 하였으며, 대퇴골 전장이 아닌 일부만을 고정하였을 때 발생한 경우만 따지면 약 30%에서 내고정물 주위 골절이 발생하여 금속판 내고정을 한 경우와 수술 후 대퇴골 전외측 만곡이 큰 경우에서 발생 빈도가 높았다고 보고하



Figure 1. (A, B) A 72-year-old female patient underwent fixation using an intramedullary (IM) nail for a right atypical femoral fracture and obtained union. (C) A fracture through the proximal interlocking screw occurred after six months. (D) Reoperation was performed using a longer IM nail, and the entire femoral length was fixed from the femoral head to the distal condyle using a reconstruction-type blade. Nevertheless, the complete union did not appear 18 months after reoperation.

였다. 대퇴골을 일부만 고정했을 경우 내고정물 주위 골절의 위험성이 높아지고 절반 이상이 5년 이후에 발생하는 것으로 알려져 있기 때문에 가능한 대퇴골 전장을 고정하는 것이 추천되며 대퇴골 일부만 고정한 경우에는 증장기적으로 면밀한 추시 관찰이 필요하다.

대퇴골 골절로 수술 후 새로이 발생한 내고정물 주위 비전형 대퇴골 골절 또한 발생할 수 있는 합병증 중 하나이다. Kim 등²⁹⁾은 대퇴골 골절 수술 후 내고정물 주변부에 1) 새로이 발생한, 2) 외상력이 없는 3) 비전형 대퇴골 골절과 비슷한 모양을 보이면서 4) 이전 골절부위의 유합을 얻은 증례들을 보고하였다. 저자들은 모든 새로이 발생한 비전형 대퇴골 역시 인장응력(tensile stress)이 집중되는 부위에서 발생하였고 특히 부하(load)가 많은 표준 금속성의 근위 교합 나사 구멍(hole) 부위가 응력집중점(stress riser)으로 작용하여 발생한 것으로 보고하였으며, 이를 예방하기 위해서는 수술시 동반된 대퇴골 만곡을 교정하여 정렬상태를 개선하고, 부하가 집중되는 부위에 나사 구멍을 만드는 것을 피하기 위해 표준 금속성 보단 재진 금속성 사용을 권장하였다(Fig. 1, 2).²⁹⁾

3) 반대측 비전형 대퇴골 골절

반대측 비전형 대퇴골 골절 발생 여부 또한 고려해야 할 중요한 요소이다. 골절로 인하여 건측에 체중 부하를 더 주게 되고 이것이 골절 반대측 대퇴골 비전형 골절의 발생 또는 불완전 골절에서 완전 골절로 진행하게 되는 요인이 될 수 있다. Kaiser Permanente 그룹의 연구에 따르면 비전형 대퇴골 골절 환자의 40%에서 반대측 대퇴골에 스트레스 반응(stress reaction)이 발생하였다고 했고,¹⁸⁾ 또 다른 연구에서는 28%의 환자에서 반대측 비전형 대퇴골 골절이 발생하였다고 보고하였다.¹⁹⁾ Jeong 등²⁶⁾은 3년 이상 중장기 추시 결과를 보았을 때 147명 중 79명(53%)에서 반대측 골절이 발생하였으며 절반 이상이 첫 골절 진단 3년 이후에 발생하였고 비스포스포네이트의 사용이 위험인자로

보고하였다. 따라서 반대측 하지를 관찰하였을 때 외측 피질골의 국소적인 골막의 비후가 있거나 방사선 투과선 선이 있는 경우 무증상이더라도 추후 완전 골절로 진행될 가능성이 높으므로 더욱 면밀한 추시 관찰이 필요할 것이다.³⁰⁾ 아울러 비스포스포네이트 등 골흡수 억제제 사용을 중단하고, 칼슘과 비타민 D (1,000–2,000 IU)를 충분히 복용시키며, 부갑상선 호르몬과 같은 골형성 촉진제의 투약을 권장한다.

불완전 비전형 대퇴골 골절은 단순 방사선 사진 상 국소적인 대퇴골 외측 피질골 골막의 비후가 있으며 방사선 투과성 골절 선이 관찰된다.⁸⁾ 불완전 비전형 대퇴골 골절이 완전 골절로 진행된다면 수술이 어려워지고 임상적으로도 불량한 결과를 보인다고 알려져 있으며,^{16,31-33)} 예방적으로 금속성 고정술 시 완전 골절로 진행 후 수술한 것 보다 입원 기간이 짧은 것으로 보고되고 있다.^{15,33)} 그러므로 보존적 치료에도 통증 호전이 없거나 완전 골절로 진행될 위험성이 클 경우 고정술을 미리 시행하여 완전 골절로 진행하는 것을 예방하는 것이 추천되는 방법이라 할 수 있다.

불완전 비전형 대퇴골 골절이 완전 골절로 진행되는 것을 예측하는 것은 매우 어렵다. Min 등³⁴⁾은 골절 부위, 통증 강도, 반대측 골절여부, 방사선 투과 선의 상태를 각각의 상태에 따라 점수로 산정하여 불완전 비전형 대퇴골 골절이 완전 대퇴골 골절로 발전한 위험성을 예측하는 점수화 방법을 발표하였는데, 8점이 넘을 경우 양성 예측도 100%, 민감도 75%의 확률로 불완전 골절의 완전 골절로의 발전 가능성을 보였다. 이 점수화 시스템을 이용할 경우 임박 골절을 예측하고 불완전 대퇴골 골절의 수술적 치료를 결정하는데 도움이 될 것으로 보인다.

5. 인공관절 주위 비전형 대퇴골 골절

미국 골대사학회의 진단 기준에선 제외되었지만 인공 관절 주위 골절 중 비전형 대퇴골 골절과 비교하여 비슷한 양상의 방사선학적인 소견과 전구 증상, 비슷한 치료 효과를 보이는 골절들이 꾸준히

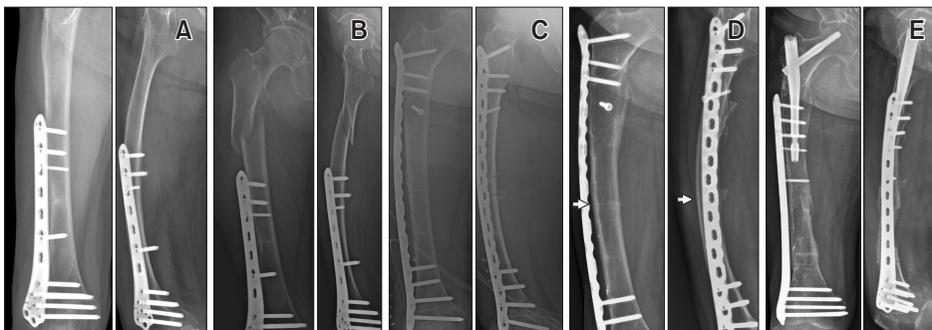


Figure 2. (A) A 73-year-old female patient with an atypical fracture of the right femoral shaft underwent fixation using a plate due to severe femoral bowing and obtained bone union. (B) One year later, a fracture occurred in the proximal part of the plate as the patient fell, and (C) it was fixed with a lag screw and a longer plate. (D) After five years, another atypical femoral fracture occurred in the femoral shaft without associated plate failure (arrows). (E) During a reconstruction with a longer intramedullary (IM) nail, a distal femur fracture occurred due to severe anterior femoral bowing. Therefore, a shorter IM nail and a distal plate fixed along the whole length of the femur were used, and union was obtained.



Figure 3. (A) A 65-year-old male patient with an atypical periprosthetic femoral fracture four years after primary total hip replacement who took denosumab for five years. (B) The fracture was reduced anatomically and fixed internally using a dual plate and locking attachment plate.

준히 보고되었다(Fig. 3).^{35,36)} Lee 등³⁶⁾은 밴쿠버 분류 B형의 인공관절 주변부 골절 중 약 10.4%가 인공관절 주위 비전형 대퇴골 골절로 진단되었다고 보고한 바 있다.

인공관절 주위 비전형 대퇴골 골절은 보고된 증거가 많지 않아 수술 후 결과에 대한 자료가 많지 않다. 2021년 De Cicco 등³⁷⁾은 비전형 인공관절 주위 비전형 대퇴골 골절에 대한 12개의 논문을 분석한 리뷰 논문에서 총 17예(17명) 중 완전 골절이 7예였으며, 불완전 골절에서 완전 골절로 바뀐 6예를 포함 총 13예에서 내고정술을 하였는데 그 중 5예에서 불유합으로 추가 수술이 필요하였던 바 인공관절 주위에서 발생한 비전형 대퇴골 골절은 예후가 좋지 않은 것으로 보인다.

결론

일반적인 대퇴골 골절에 비해 비전형 대퇴골 골절은 수술적 치료 후 지연유합, 불유합 등의 합병증 발생 빈도가 높으므로 수술 시 골절부를 정확하게 정복한 후 견고하게 내고정하는 것이 필수적이다. 또한 내고정물 주위 골절을 예방하기 위해 수술 시 대퇴골 전장을 고정할 수 있는 재건 금속정의 사용이 권장되고, 심한 대퇴골 전외측 만곡이 동반된 경우에는 하지 정렬을 바르게 교정하는 것이 도움이 될 수 있으며, 반대측 비전형 대퇴골 골절의 발생 가능성이 높으므로 이에 대한 대비를 하는 것이 필요하겠다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

ORCID

Jung Hwan Choi, <https://orcid.org/0000-0003-4653-2961>

Yong Jin You, <https://orcid.org/0000-0003-0533-0941>

Ki-Chul Park, <https://orcid.org/0000-0003-0938-8040>

REFERENCES

1. Koh A, Guerado E, Giannoudis PV. Atypical femoral fractures related to bisphosphonate treatment: issues and controversies related to their surgical management. *Bone Joint J.* 2017;99-B:295-302.
2. Nagy MT, Pydisetty G, Kwaees TA, Saldanha K. Outcome of revision surgery for bisphosphonate related subtrochanteric fracture non-union following failed intramedullary nailing. *Injury.* 2021;52:582-8.
3. Robinson Jde D, Leighton RK, Trask K, Bogdan Y, Tornetta P 3rd. Periprosthetic atypical femoral fractures in patients on long-term bisphosphonates: a multicenter retrospective review. *J Orthop Trauma.* 2016;30:170-6.
4. Pearce O, Edwards T, Al-Hourani K, Kelly M, Riddick A. Evaluation and management of atypical femoral fractures: an update of current knowledge. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2021;31:825-40.
5. 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.* 2010;25:2267-94.
6. Patton JT, Cook RE, Adams CI, Robinson CM. Late fracture of the hip after reamed intramedullary nailing of the femur. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:967-71.
7. Oh CW, Kim JW, Park KH, Oh JK, Yoon YC, Chung SH. The importance of reconstruction nailing for diaphyseal atypical femoral fractures: a comparative study with standard nailing. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022;142:2677-83.
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.* 2014;29:1-23.
9. Martelli S, Pivonka P, Ebeling PR. Femoral shaft strains

- during daily activities: implications for atypical femoral fractures. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2014;29:869-76.
10. Egol KA, Park JH, Rosenberg ZS, Peck V, Tejwani NC. Healing delayed but generally reliable after bisphosphonate-associated complete femur fractures treated with IM nails. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472:2728-34.
 11. Mishra D, Mohanty T, Nanda SN, et al. Functional and radiological outcome in atypical subtrochanteric femur fracture after surgical fixation: a retrospective observational study. *Cureus*. 2022;14:e29201.
 12. Aguado HJ, Castellón-Bernal P, Ventura-Wichner PS, et al. Impact of subtrochanteric fractures in the geriatric population: better pre-fracture condition but poorer outcome than pertrochanteric fractures: evidence from the Spanish Hip Fracture Registry. *J Orthop Traumatol*. 2022;23:17.
 13. Kharazmi M, Hallberg P, Schilcher J, Aspenberg P, Michaësson K. Mortality after atypical femoral fractures: a cohort study. *J Bone Miner Res*. 2016;31:491-7.
 14. Yoon YC, Oh CW, Oh JK, Kim JW, Park KH, Song HK. Incomplete diaphyseal atypical femoral fracture due to increased anterolateral bowing: treatment with corrective osteotomy and intramedullary nailing with augmented plate fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 2022;104:2059-67.
 15. Egol KA, Park JH, Prensky C, Rosenberg ZS, Peck V, Tejwani NC. Surgical treatment improves clinical and functional outcomes for patients who sustain incomplete bisphosphonate-related femur fractures. *J Orthop Trauma*. 2013;27:331-5.
 16. Weil YA, Rivkin G, Safran O, Liebergall M, Foldes AJ. The outcome of surgically treated femur fractures associated with long-term bisphosphonate use. *J Trauma*. 2011;71:186-90.
 17. Lee KJ, Yoo JJ, Oh KJ, et al. Surgical outcome of intramedullary nailing in patients with complete atypical femoral fracture: a multicenter retrospective study. *Injury*. 2017;48:941-5.
 18. 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;4:113-21.
 19. Pihlajamäki HK, Salminen ST, Böstman OM. The treatment of nonunions following intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma*. 2002;16:394-402.
 20. Cho JW, Oh CW, Leung F, et al. Healing of atypical subtrochanteric femur fractures after cephalomedullary nailing: which factors predict union? *J Orthop Trauma*. 2017;31:138-45.
 21. Leighton RK, de Dios Robinson J, Giannoudis PV. Non-unions of bisphosphonate fractures of the femur: presentation, etiopathogenesis, diagnosis, and operative treatment. *J Orthop Trauma*. 2019;33 Suppl 8:S14-20.
 22. Bogdan Y, Tornetta P 3rd, Einhorn TA, et al. Healing time and complications in operatively treated atypical femur fractures associated with bisphosphonate use: a multicenter retrospective cohort. *J Orthop Trauma*. 2016;30:177-81.
 23. Choi JY, Sung YB, Yoo JH, Chung SJ. Factors affecting time to bony union of femoral subtrochanteric fractures treated with intramedullary devices. *Hip Pelvis*. 2014;26:107-14.
 24. 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*. 2016;98:1978-87.
 25. Spinelli MS, Marini E, Daolio PA, Piccioli A. Atypical diaphyseal femoral fractures: considerations on surgical technique. *Injury*. 2019;50 Suppl 2:S65-9.
 26. Jeong SY, Hwang KT, Oh CW, et al. Mid-term outcomes after the surgical treatment of atypical femoral fractures: minimum three-year follow-up. *Bone Joint J*. 2021;103-B:1648-55.
 27. Tornetta P 3rd, Ricci WM, Ostrum RF, McQueen MM, McKee MD, Court-Brown CM. *Rockwood and Green's fractures in adults*. 9th ed. Wolters Kluwer; 2020. 2351.
 28. Kim SM, Rhyu KH, Lim SJ. Salvage of failed osteosynthesis for an atypical subtrochanteric femoral fracture associated with long-term bisphosphonate treatment using a 95° angled blade plate. *Bone Joint J*. 2018;100-B:1511-7.
 29. Kim JW, Oh CW, Park KH, Oh JK, Yoon YC, Kim JK. Peri-implant atypical femoral fracture after nail or plate osteosynthesis. *J Orthop Sci*. 2022;27:866-75.
 30. Lee KJ, Min BW, Bae KC, Cho CH, Lee SW, Kim BS. Progression of asymptomatic contralateral femur in patients with complete atypical femoral fracture, according to initial radiographic findings. *J Bone Joint Surg Am*. 2021;103:123-30.
 31. Teo BJ, Koh JS, Goh SK, Png MA, Chua DT, Howe TS. Post-operative outcomes of atypical femoral subtrochanteric fracture in patients on bisphosphonate therapy. *Bone Joint J*. 2014;96-B:658-64.
 32. Prasarn ML, Ahn J, Helfet DL, Lane JM, Lorich DG. Bisphosphonate-associated femur fractures have high complication rates with operative fixation. *Clin Orthop Relat Res*.

- 2012;470:2295-301.
33. Banffy MB, Vrahas MS, Ready JE, Abraham JA. Nonoperative versus prophylactic treatment of bisphosphonate-associated femoral stress fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469:2028-34.
34. Min BW, Koo KH, Park YS, et al. Scoring system for identifying impending complete fractures in incomplete atypical femoral fractures. *J Clin Endocrinol Metab.* 2017;102:545-50.
35. Leclerc JT, Michou L, Vaillancourt F, Pelet S, Simonyan D, Belzile EL. Prevalence and characteristics of atypical periprosthetic femoral fractures. *J Bone Miner Res.* 2019;34:83-92.
36. Lee YK, Park CH, Kim KC, Hong SH, Ha YC, Koo KH. Frequency and associated factor of atypical periprosthetic femoral fracture after hip arthroplasty. *Injury.* 2018;49:2264-8.
37. De Cicco A, Toro G, Oliva F, Tarantino U, Schiavone Panni A, Maffulli N. Atypical periprosthetic femoral fractures of the hip: a PRISMA compliant systematic review. *Injury.* 2021;52:2407-14.

대한골절학회

비전형 대퇴골 골절의 수술적 치료 결과

최정환 · 유용진 · 박기철[✉]

한양대학교 구리병원 정형외과

비전형 대퇴골 골절에 대해 금속성 고정술이 표준 수술적 치료법으로 사용되고 있다. 하지만 비전형 대퇴골 골절은 대개 대퇴골의 만곡이 심하며 골수강이 좁아 수술이 어려운 경우가 많고, 골 유합률은 85%~98%로 비교적 높은 치료 성공률을 보이거나 일반 대퇴골 골절보다 치유기간이 길다는 사실이 널리 알려져 있다. 또한 근위 대퇴골 취약 골절에 비해 상대적으로 활동적인 노인에서 발생하여 수술 후 기능 회복은 좋은 것으로 알려져 있다. 최근에는 인공 관절 주변부에 발생한 비전형 대퇴골 골절 또한 보고되고 있으며 이의 수술적 치료 결과는 아직 만족스럽지 못한 것으로 보고되고 있다. 수술 후 합병증으로는 주로 불유합과 내고정물 주위 골절, 반대측 비전형 대퇴골 골절 등이 발생할 수 있으며, 이를 예방하기 위해선 수술 시 가능한 대퇴골 골두부터 하부까지 전장을 고정하는 견고한 내고정물을 사용해야 하고, 정확한 골절 정복을 얻어야 하며 심한 대퇴 전외측 만곡이 동반된 경우에는 하지 정렬을 바르게 교정하는 것이 도움이 될 수 있다. 또한 반대측 비전형 대퇴골 골절의 가능성을 항상 염두하고 주기적인 추시 관찰이 필요하다. 본 논문의 저자들은 그간 발표된 논문을 토대로 비전형 대퇴골 골절의 수술적 치료 후의 결과, 합병증 및 재수술 등에 대해 분석하고자 한다.

색인단어: 비전형, 대퇴골, 골절, 수술, 결과

접수일 2023년 2월 16일 수정일 2023년 3월 5일 게재확정일 2023년 3월 16일

✉책임저자 박기철

11923, 구리시 경춘로 153, 한양대학교 구리병원 정형외과

TEL 031-560-2187, FAX 031-557-8781, E-mail kcpark@hanyang.ac.kr, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0938-8040>