

비타민 D 결핍이 동반된 다발성 연속적 골단판 손상

김병국 • 김용근 • 이호재 • 최대성 • 단진명[✉]

CHA 의과대학고 구미차병원 정형외과학교실

Multiple Sequential Physeal Injuries with Vitamin D Deficiency

Byoung-Kook Kim, M.D., Yong-Gun Kim, M.D., Ho-Jae Lee, M.D., Dae-Sung Choi, M.D., and Jinmyoung Dan, M.D.[✉]

Department of Orthopaedic Surgery, CHA Gumi Medical Center, CHA University, Gumi, Korea

Vitamin D plays a major role in bone metabolism, and its deficiency has an impact on fracture risk and healing. Low vitamin D levels are a cause of poor bone mineralization and have been associated with a significantly higher risk of physeal injury in children. This paper presents a case of a 13-year-old boy with a vitamin D deficiency, who sustained multiple sequential epiphyseal injuries at various areas. This report suggests that vitamin D deficiency is not only a significant cause of the clinical disease itself, but also an important factor affecting the successful recovery of injuries.

Key words: vitamin D deficiency, multiple, sequential, physeal injury

소아, 청소년기의 성장판 주위 골절은 일반적으로 낙상과 사소한 외상으로 발생하며, 신체 활동 부족 같은 환경적 요소와 골대사에 필요한 영양 부족에 의한 불량한 뼈 건강과도 연관되어 있다. 골대사에 필요한 비타민 D는 위장관에서 칼슘 흡수를 조절하는 호르몬의 전구 물질로, 칼슘 항상성, 골의 재형성 및 발달에 필수적이다. 비타민 D 결핍에 의한 구루병은 지난 세기, 영양 실조로 고통받는 어린이들에게 흰 다리와 변형 등의 다양한 임상증상을 가진 질병이었으나 최근에는 낙후된 국가와 지역을 제외한 대다수의 국가에서는 소아, 청소년에 대한 영양의 적절한 공급이 이루어져 구루병의 발병률이 크게 감소되어 많은 정형외과 의사들은 소아의 반복되는 다발성 골절과 골절의 회복에 중요한 인자로 비타민 D 결핍증을 고려하지 않는 경향이 있다. 하지만 최근 여러 역학조사에서 저비타민증 D (hypovitaminosis D)에 대한 유병률이 증가하고, 여러 신체 기관에 비타민 D의 다양한 역할이 규명되어 임상적 중요성이 부각되면서 정형외과 영역에서도 구루

병의 전형적인 증상보다 골절 위험 및 치유에 대한 비타민 D 결핍의 영향에 대해 많은 관심을 가지게 되었다.¹⁾

증례보고

1. 여러 부위에 발생한 골단판 손상 병력과 치료력

활동적이고 건강한 13세 남자 환아가 2013년 8월 넘어지면서 왼쪽 팔꿈치에 식탁에 부딪힌 후 발생한 관절의 통증과 부종, 운동 장애로 응급실에 내원하였다. 신체 검사와 방사선적 평가로 좌측 주관절의 주두 돌기에 제1형 성장판 손상을 확인하였다. 주두골의 작은 근위 골편은 삼각건과 같이 주두 돌기에서 견열되어 골절 부위를 개방하여 정복한 후 긴장대 강선으로 고정하였다(Fig. 1). 수술 후 3주간 고정한 후 팔꿈치 관절 운동을 실시하였고, 관절 운동의 회복 및 통증의 소실의 임상적 골유합과 추시한 방사선 사진에서의 골유합을 확인 후 술 후 12주째 긴장대 강선을 제거하였다. 2014년 1월에 낙상에 의해 다시 발생한 동측 주관절의 원위부의 새로운 골절로 관혈적 정복술 및 내고정술을 실시하였다(Fig. 2). 두 번째 수술 3개월 후, 2014년 3월, 체육활동 중 손목을 신전한 상태에서 넘어져 발생한 요골 원위부의 제2형 성장판 손상으로 도수 정복 및 석고 부목으로 보전적 치료하였다. 하지만 정복된 골절 위치가 반복적으로 소실되어 폐쇄적 정복술 및 K-

Received September 27, 2017 Revised November 22, 2017

Accepted January 10, 2018

[✉]Correspondence to: Jinmyoung Dan, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, CHA Gumi Medical Center, CHA University, 12 Sinsi-ro 10-gil, Gumi 39295, Korea

TEL: +82-54-450-9571 FAX: +82-54-450-9899 E-mail: osjmdan@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7565-6571>

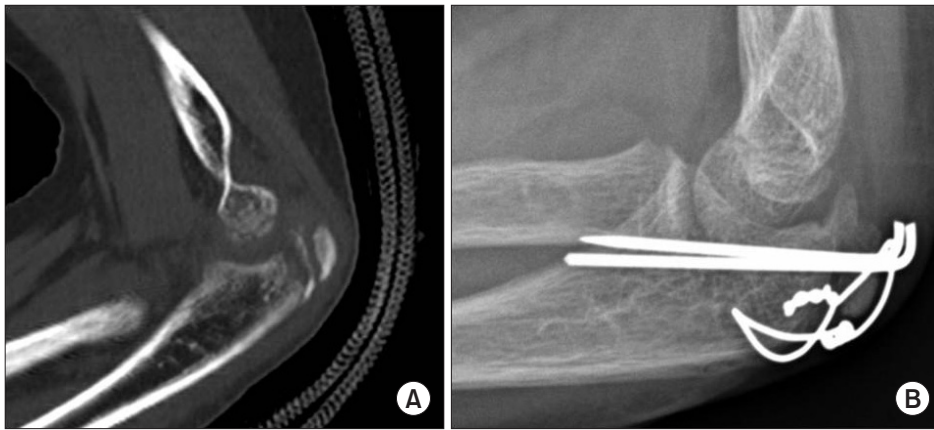


Figure 1. Left olecranon tip avulsion injury by falling on the ground. (A) Preoperation radiograph on August 2013. (B) Post-operation radiograph, 2 months after surgery.

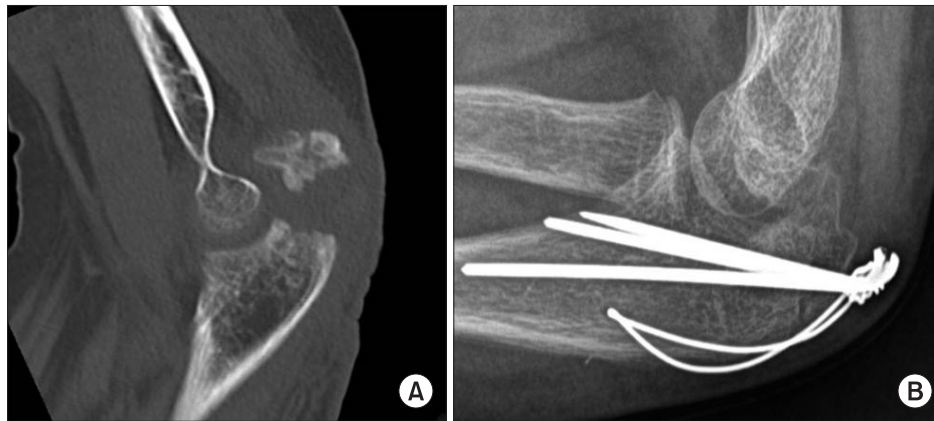


Figure 2. Left olecranon process fracture by falling on the ground. (A) Preoperation radiograph on January 2014. (B) Post-operation radiograph, 2 months after surgery.



Figure 3. Right distal radius displaced fracture by falling on the ground with an outstretched hand. (A) Preoperation radiograph on March 2014. (B) Post-operation radiograph, 2 months after surgery.

강선 고정을 시행하였다(Fig. 3). 2015년 3월, 오른쪽 무릎이 굴곡된 자세로 바닥에 부딪힌 후 발생한 경골 상단의 골단판의 손상과 골편의 근위 전인으로 인해 발생한 전위와 각 형성으로 관혈

적 정복 후 K-강선을 이용한 고정을 실시하고 긴 다리 석고 붕대로 부가적인 고정을 시행하였다(Fig. 4). 2015년 7월, 환자는 팔꿈치를 편 상태로 바닥에 넘어진 후 우측 상완골의 내상과에 1

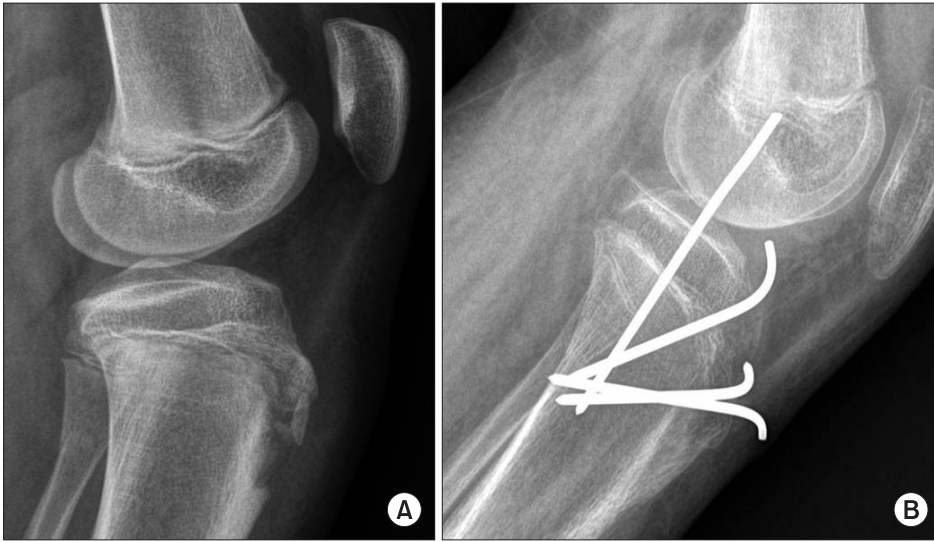


Figure 4. Left proximal tibia fracture by direct impact on the ground. (A) Pre-operation radiograph on March 2015. (B) Postoperation radiograph, 3 months after surgery.



Figure 5. Right medial epicondyle fracture and displacement by falling on the ground with an outstretched hand. (A) Preoperation radiograph on July 2015. (B) Postoperation radiograph, 2 months after surgery.

cm의 전위를 동반한 제1형 성장판 손상으로 수술을 실시하였다 (Fig. 5). 경과 관찰 중 주관절 주위의 연부조직에 정도의 이소성 화골화가 있었지만 관절의 운동장애와 변형 없이 정상적인 기능을 회복하였다.

2. 다발의 재발된 골단판 손상에 대한 후향적 재평가

약 2년 반 동안 5차례의 잦은 연속적 외상에 대하여 각각의 치료는 후유증 및 합병증 없이 치료되었지만 반복된 다발 골절에 대한 원인을 규명하고자, 저자들은 상기 환자의 가족력, 신체 및 정신 활동, 유전질환 혹은 주위 환경을 재조사하고 확인하였다.

예방 접종 등을 위한 내원 시의 주기적인 검진기록과 소아 청소년과의 협진에 정상적인 신체, 사회적 발육 상태로 신체 지수

의 백분위는 신장 백분위 수 24% (신장, 148 cm)였고, 체중 백분위 수는 58% (체중, 51.2 kg), 체질량지수(body mass index, 23.4 kg/m²) 백분위수는 81.6%였다. 체온 및 활력 징후는 안정되고 근력과 신경 반사는 정상이며 기존의 외상 부위에 심각하지 않은 외상의 흔적은 보이나 두개골과 척추, 기타 사지의 기형과 흉곽의 변형은 없었다.

정신과 의뢰 및 검진에서 잦은 외상을 초래할 수 있는 주의력 결핍 과잉행동장애와 인지장애는 없었고 가족과 학교 등 사회적 환경에서 정신적, 육체적 학대도 없었다. 신경학적 검사에서도 보행과 소뇌 기능 검사를 포함한 상하지 운동 신경과 감각 검사는 정상으로 잦은 낙상과 외상을 초래할 질환은 없었다.

환아는 가족 중 두 번째 아들로, 그와 부모 형제, 가까운 친인척

에는 선천적, 유전적 골격계 질환은 없었다. 전신적인 골격 조사를 위해 촬영한 두개골, 척추, 골반 및 장골의 방사선 사진에는 척추 측만증, 장골의 변형과 양성 혹은 악성 종양에 의한 골격의 변형과 파괴는 없었다. 또한 비교적 드물지만 콜라겐 이상으로 결합 조직에 영향을 주어 다발성 골절을 일으키는 유전 질환인 골형성 부전증을 확인하기 위해 실시한 안과, 이비인후과, 치과 검진에는 청색 공막, 청력 감소, 치아형성 부전 등의 골형성 부전증의 소견은 없었다.

호르몬(갑상선, 성장 호르몬, 성선 호르몬 등) 및 항체 검사를 포함한 혈액 검사에는 혈청 칼슘 8.9 mg/dl (8.4-10.2 mg/dl), 혈청 인 3.2 mg/dl (2.5-5.6 mg/dl), 알칼리성 인산가수분해효소 547 IU/L (104-350 IU/L), 혈청 비타민 D (25-hydroxycholecalciferol) 16.88 ng/ml (> 30 ng/ml), 부갑상선 호르몬 90 pg/ml (15-65 pg/ml)였다. 그 외 혈액 검사와 소변 검사는 모두 정상이었다. 환자의 혈중 비타민 D 농도는 비타민 D 결핍 기준인 20 ng/ml 이하로 확인되었고, 2주 후의 재검사에도 혈청 비타민 D의 농도는 14.34 ng/ml로 지속적인 결핍 상태였다.

3. 비타민 D의 결핍에 대한 영양 보충제 복용과 평가

상기 환자의 다발의 재발된 소아 골단판의 손상에 대한 후향적 재평가 후 저자들은 환자의 비타민 D의 결핍을 발견하였고, 이에 대하여 매일 2,000 IU의 비타민 D 보충제를 6주 동안 투약하였고 햇빛 조사량을 늘리기 위해 야외 활동과 비타민 D가 풍부한 식이를 권장하였다.

비타민 D 보충제 투여 8주 후 시행한 혈액 검사상 혈청 비타민 D는 26.75 ng/ml로 상승하였다. 상기 환아는 마지막 외상 후 18개월째의 방문에서 외상의 후유증에 의한 변형이나 기능장애는 없었고 일상 생활과 사회 생활은 정상이며 추가적인 골절은 없었다.

고 찰

골단판의 골절은 전체 소아, 청소년기의 골절의 약 15%를 차지하며, 대부분은 일상생활이나 스포츠 참여 도중에 발생한다. 성장기의 골단판의 연골은 주위 구조물에 비해 전단력과 장력에 취약하여 사지에 외력이 가해지면 약한 골단판을 통해 골절 같은 해부학적 구조의 파괴가 일어나기 쉽다.²⁾ 골단판 손상은 성장세포에 비가역적 손상을 일으켜 뼈의 성장장애를 일으킬 수 있고, 특히 성장속도가 가장 빠른 사춘기 동안 취약하며 이 시기에 골절 발생률이 증가한다.²⁾

비록 증례의 환아가 성장 급등기인 청소년기의 시기에 있지만 이처럼 비교적 짧은 기간에 발생한 다섯 번의 연속적인 골절은 흔치 않다. 환자의 연속되는 다발성 골절의 원인으로 뼈의 항상성과 뼈의 회전을 위한 내분비적 검사를 하였는데, 두 차례의

낮은 비타민 D 수치(16.88 ng/ml, 14.34 ng/ml)를 제외한 모든 검사 결과는 정상 범위에 있었다.

비타민 D는 1970년대 후반까지도 뼈 발육과 성장, 건강한 골격 유지에 필수적인 지용성 비타민 정도로만 알려졌지만 최근에는 신체의 다양한 조직과 세포에서 비타민 D 수용체가 발견되어 근육병증, 혈관, 심장에 대한 작용과 당 대사와 당뇨병, 면역조절작용과 자가면역질환, 감염, 세포증식 등에 대한 다양한 기능과 역할을 보고하고 있다. 또한 외국의 여러 기관의 저비타민증 D 역학조사는 현대인의 심각한 비타민 D의 결핍을 보고하고, 국내 Lee 등³⁾의 연구에도 조사대상 80%-90%의 소아 및 청소년에서 비타민 D의 부족과 결핍을 확인하였다. 이 결과는 비록 다양한 질환에서 선택적으로 실시한 검사로서 조사 대상 선정의 오류로 생각할 수 있지만 국내의 경우에도 일반적인 예상보다 심각한 비타민 D 부족과 결핍 상태임을 추측할 수 있다. 저자들이 최근 실시 중인 2015년 이후 외상 및 수술을 목적으로 내원한 18세 이하의 소아 청소년 환자의 혈중 비타민 D를 측정할 결과, 비타민 D 부족이 30%였고 비타민 D 결핍이 약 13%로 많은 환자에서 저비타민증 D 상태를 보이고 있다. 저자들은 향후 저비타민증 D와 소아 청소년기의 골절의 연관성을 규명하기 위한 대규모 역학조사가 필요할 것으로 생각한다.

정형외과 영역에서는 비타민 D의 혈중 농도 감소에 대한 과거의 주된 관심사가 소아의 구루병의 예방이었지만 최근 자외선 차단제의 사용, 야외활동의 감소, 부족한 비타민 D 섭취가 소아의 골절 발생 증가 및 정형외과적 수술 후의 불유합의 가능한 원인으로 생각되고 있다. Ryan 등⁴⁾의 역학조사에는 소아인구에서 비타민 D 결핍은 골절 발생률을 증가시키고 골절과 정형외과 수술 후의 골 치유에 영향을 준다고 보고하고,¹⁾ Parry 등⁵⁾은 정형외과 수술을 받기 위해 입원한 어린이의 90%가 비타민 D 수치가 불충분하다는 것을 발견했고, 비타민 D 부족에 따른 소아의 정형외과 수술 후 뼈 회복 지연에 대하여 강조하였다. Davies 등⁶⁾은 지역을 기반으로 실시한 역학조사에서 비타민 D 결핍이나 불충분으로 인해 연구 대상 어린이 중 40%가 골절 후 회복이 지연될 위험이 있어 수술 전에 비타민 D 부족에 대한 검사를 권고하였다. 성인 인구에 대한 연구에서도 Stoker 등⁷⁾은 척추체 유합술을 받을 예정인 환자 중 비타민 D 결핍과 부족 환자는 각각 27%와 65%였다. 또한 비타민 D 수치가 낮은 그룹에서 통증 점수가 높고 뼈의 미세밀도가 낮으며 신경학적 결손 빈도가 높아 비타민 D의 중요한 역할을 강조하였다. Ravindra 등⁸⁾은 후방 척추 유합술 시 수술 전 비타민 D 결핍이 척추 유합의 지연 불유합과 관련이 있고, 비타민 D가 적절한 혈중 농도에 도달하지 않으면 정형외과 수술의 결과가 좋지 않다고 보고했다. 최근 Harb와 Malhi⁹⁾는 비타민 D 결핍이 동반된 14세 운동선수의 양측 근위 경골의 동시에 발생한 전열 골절을 보고하였고, Clarke와 Page¹⁾는 비타민 D 결핍이 골절 발생의 원인이며 비타민 D 보충이 뼈에 대한 수술 후 환자의 회

복에 중요한 역할을 한다고 보고하였다.^{7,8,10)}

본 증례의 환아는 비타민 D 결핍이 비록 늦게 진단되었지만 비타민 D 보충제의 투여와 일광 노출 시간을 늘이는 치료를 받은 후 추가적인 골절의 발생은 없었다.

저자들은 2년 반 동안 여러 부위의 골단판 손상을 주소로 내원한 환아에서 병력 청취, 가족력 파악, 이학적 검사 및 혈액학적, 방사선적 소견을 토대로 비타민 D 결핍이 다발 연쇄적인 골절 발생의 가능한 원인으로 확인하였으며, 소아 외상 환자의 치료에 비타민 D 결핍이 골절 발생의 원인일 수 있어 치료 시 혈중 비타민 D의 측정의 필요성과 치료 후 골절의 재발 방지와 성공적인 회복을 위한 비타민 D 투여의 중요성을 강조하고자 한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Clarke NM, Page JE. Vitamin D deficiency: a paediatric orthopaedic perspective. *Curr Opin Pediatr*. 2012;24:46-9.
2. Flachsman R, Broom ND, Hardy AE, Moltschaniwskyj G. Why is the adolescent joint particularly susceptible to osteochondral shear fracture? *Clin Orthop Relat Res*. 2000;381:212-21.
3. Lee A, Kim SH, Nam CM, Kim YJ, Joo SH, Lee KR. Prevalence of vitamin D deficiency and insufficiency in Korean children and adolescents and associated factors. *Lab Med Online*. 2016;6:70-8.
4. Ryan LM, Brandoli C, Freishtat RJ, Wright JL, Tosi L, Chamberlain JM. Prevalence of vitamin D insufficiency in African American children with forearm fractures: a preliminary study. *J Pediatr Orthop*. 2010;30:106-9.
5. Parry J, Sullivan E, Scott AC. Vitamin D sufficiency screening in preoperative pediatric orthopaedic patients. *J Pediatr Orthop*. 2011;31:331-3.
6. Davies JH, Reed JM, Blake E, Priesemann M, Jackson AA, Clarke NM. Epidemiology of vitamin D deficiency in children presenting to a pediatric orthopaedic service in the UK. *J Pediatr Orthop*. 2011;31:798-802.
7. Stoker GE, Buchowski JM, Bridwell KH, Lenke LG, Riew KD, Zebala LP. Preoperative vitamin D status of adults undergoing surgical spinal fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38:507-15.
8. Ravindra VM, Godzik J, Guan J, et al. Prevalence of vitamin D deficiency in patients undergoing elective spine surgery: a cross-sectional analysis. *World Neurosurg*. 2015;83:1114-9.
9. Harb Z, Malhi A. Bilateral simultaneous avulsion fractures of the proximal tibia in a 14-year-old athlete with vitamin-D deficiency. *Case Rep Orthop*. 2015;2015:783046.
10. Lips P, Bouillon R, van Schoor NM, et al. Reducing fracture risk with calcium and vitamin D. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2010;73:277-85.

비타민 D 결핍이 동반된 다발성 연속적 골단판 손상

김병국 • 김용근 • 이호재 • 최대성 • 단진명[✉]

CHA 의과대학 구미차병원 정형외과학교실

최근 신체의 다양한 조직과 세포에서 면역과 증식, 분화를 조절하는 기능이 알려진 비타민 D는 정형외과 영역에서는 칼슘과 인 대사에 관여하여 뼈 발육과 성장, 건강한 골격 유지에 필수적인 역할을 하며, 특히 청소년기 비타민 D의 부족은 뼈의 무기질화에 영향을 주어 구조적인 결함을 야기하여 골절의 위험의 증가와 골절 치유에 부정적인 영향을 미친다. 저자들은 여러 부위의 성장판에 연쇄적인 골절이 발생한 13세 소아 환자에서 비타민 D 결핍이 다발 부위의 연쇄적 골절의 가능한 원인으로 확인하였다. 비타민 D 결핍이 골절 발생에 중요한 원인이므로 비타민 D의 투여가 부상에서 성공적으로 회복하고 추가적인 골절을 방지하는 데 중요함을 보고한다.

색인단어: 비타민 D 결핍, 다발, 연속, 골단판 손상

접수일 2017년 9월 27일 수정일 2017년 11월 22일 게재확정일 2018년 1월 10일

[✉]책임저자 단진명

39295, 구미시 신사로 10길 12, CHA 의과대학 구미차병원 정형외과학교실

TEL 054-450-9571, FAX 054-450-9899, E-mail osjmdan@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7565-6571>