

정강뼈와 노뼈의 몸통부위에서 관찰된 비전형적 뼈돌출증: 증례 보고

서민우¹, 박현진²

¹세종대학교 인문과학대학 역사학과, ²건국대학교 의과대학 해부학교실

Atypical Midshaft Exostoses of the Tibia and Radius: Case Report

Min Woo Seo¹, Hyun Jin Park²

¹Department of History, College of Liberal Arts, Sejong University

²Department of Anatomy, School of Medicine, Konkuk University

Abstract : Exostosis is generally observed as a benign osseous growth arising from the epiphysis or metaphysis of long bones, and its occurrence in the diaphyseal region of the limbs is rare. This study anatomically reports two atypical cases of exostosis observed in the diaphysis of the tibia and radius. Both cases were found in formalin-fixed cadaveric specimens used for educational purposes. The locations and characteristics of the lesions were analyzed through gross examination and length measurements. The bony projections were located in the mid-to-upper region of the left tibia and the mid-diaphyseal region of both radii. These cases demonstrate the possibility of exostoses occurring in unusual locations and highlight anatomical variability. Therefore, recognition of such anatomical variations may serve as a valuable reference for diagnostic decision-making and surgical planning in clinical practice.

Keywords : Exostosis, Midshaft, Tibia, Radius

서론

뼈돌출증(exostosis)은 뼈막에서 기원하는 양성 뼈병변으로, 일반적으로 긴뼈의 뼈끝(epiphysis)과 뼈몸통끝(metaphysis) 경계에서 주로 관찰된다[1]. 특히 무릎 주위의 넓다리뼈 먼쪽 부위나, 정강뼈 몸쪽, 위팔뼈 몸쪽 등의 부위에서 빈

도가 높으며, 팔다리뼈의 몸통(midshaft)부위에서 발생하는 경우는 드물다[2,3].

이러한 뼈돌출증은 대부분 임상적으로 무증상이지만, 크기가 증가하거나 주변 구조물(신경, 혈관, 힘줄 등)을 압박할 경우 통증이나 기능장애를 유발할 수 있다[2,3]. 영상의학적 검사 및 병리조직학적 소견을 통해 진단되며, 일반적으로 양성 경과를 보인다. 그러나 비전형적인 부위에서 발생한 뼈돌출증은 악성 병변이나 외상 후 뼈막반응(periosteal reaction) 등과 감별이 필요한 경우가 많아, 해부학적 관찰과 문헌적 고찰이 중요하다[2].

본 연구에서는 의과대학 교육용 시신의 해부과정 중 각각 정강뼈와 노뼈의 몸통부위에서 발견된 뼈돌출증 2예를 보고한다. 본 증례는 뼈돌출증이 일반적으로 발생하는 부위와는

이 성과는 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00241269).

저자(들)는 '의학논문 출판윤리 가이드라인'을 준수합니다.

저자(들)는 이 연구와 관련하여 이해관계가 없음을 밝힙니다.

Received: June 4, 2025; **Revised:** June 12, 2025;

Accepted: June 18, 2025

Correspondence to: 박현진 (건국대학교 의과대학 해부학교실)

E-mail: hjpark321@kku.ac.kr



Fig. 1. Left Tibia with a mid-diaphyseal exostosis (white arrowheads) in an 81-year-old male cadaver. (A) Anterior view; (B) Posterior view. The bony protrusion arises from the mid-shaft region of the tibia. A bony fusion was observed bilaterally at the proximal tibiofibular junction (black arrowhead).

다른, 비교적 드문 위치에서 관찰된 사례로서, 뼈돌출증의 해부학적 다양성을 이해하고 향후 임상 진단 및 수술 접근 시의 고려사항을 제시하는 데 의의가 있다.

연구 대상 및 방법

본 연구는 2023년 계명대학교 의과대학 해부학교실, 상지대학교 한의예과에 교육 및 연구 목적으로 기증되어 포르말린으로 고정된, 뼈돌출증을 가진 81세, 69세 남성 시신을 대상으로 하였다.

정강뼈와 노뼈 주변에 있는 연조직을 메스를 이용하여 최대한 제거하고, 향온수조(WBT-45, 정바이오텍, 인천)에 10% 산소계 표백 세제(유한젠®, 유한크로락스, 서울시)를 포함한 물에 완전히 뼈를 담가 90°C로 12시간 삶았다. 이후 뼈를 꺼낸 뒤, 뼈막분리기를 이용하여 남은 연조직을 최대한 제거한 후 에탄올에 24시간 동안 담가 뼈 안쪽에 있는 남은 물기를 제거한 후 자연건조하였다.

결 과

1. 정강뼈

뼈돌출증은 왼쪽 정강뼈의 중간위쪽에서 아래로 돌출된 형태로 관찰되었으며, 오른쪽에서는 발견되지 않았다. 정강뼈의 전체 길이는 왼쪽 345 mm, 오른쪽은 344 mm로 유의미한 양쪽 길이 차이는 없었다. 또한, 왼쪽 몸쪽 정강종아리관절(proximal tibiofibular joint)에서 뼈유합(bony fusion)이 관찰되었다(Fig. 1).

2. 노뼈

노뼈의 뼈돌출증은 왼쪽과 오른쪽 양쪽 모두에서 아래로 돌출된 형태로 관찰되었다. 돌출된 높이는 왼쪽이 오른쪽보다 조금 더 높은 쪽에서 돌출되었고, 오른쪽의 돌출 정도가 더 심하였다(Fig. 2). 노뼈의 전체 길이는 왼쪽 223 mm, 오른쪽 221 mm로 관찰되었다.



Fig. 2. Bilateral radii with mid-diaphyseal exostoses (white arrow-heads) in a 69-year-old male cadaver. The bony protrusions arise from the mid-shaft regions of both the right (Rt) and left (Lt) radii. The exostosis on the right radius is located slightly more distal and exhibits a more prominent protrusion compared to the left.

고 찰

뼈돌출증(exostosis)은 정상적인 뼈의 표면에서 발생하는 국소적인 뼈 돌출로, 대부분 양성 경과를 보이는 병변이다[1,2]. 이 용어는 형태학적 기술에 가까우며, 병리학적 원인이나 조직학적 특성을 반드시 포함하지는 않는다. 가장 흔한 형태는 뼈연골종(osteochondroma)으로, 이는 뼈와 연골로 구성된 양성 종양성 병변으로 정의되며, 주로 긴뼈의 뼈몸통끝 부위에서 발생한다[1].

뼈돌출증은 원인은 크게 세 가지로 정의될 수 있다.

1. 발생학적·유전적 요인(Embryogenetic or Genetic origin)

뼈돌출증으로 알려져 있는 뼈연골종은 뼈끝연골속뼈되기(endochondral ossification in epiphysis) 과정 중 뼈끝판(epiphyseal plate; growth plate)의 이상이 뼈연골종을 유발하며, 특히 긴뼈의 뼈몸통끝에서 발생 가능성이 있다고 알려져 있다[4,5]. 또한 exostosin-1 (EXT1), exostosin-2 (EXT2) 유전자의 변이는 연골세포의 정상적인 분화와 뼈형성을 조

절하는 헤파란황산염(heparan sulfate)의 합성을 방해하여, 뼈형성과 관련된 신호 전달을 교란시키고, 그 결과 연골세포의 비정상적인 증식과 분화를 유도하여 단곳뼈되기(ectopic ossification)를 초래하는 것으로 알려져 있다[6,7].

2. 기계적 스트레스(Mechanical Stress)

지속적이거나 반복적인 기계적 부하(예: 장시간의 압박, 하중)는 뼈막(periosteum)의 국소 반응을 유도하여, 겉질뼈(cortical bone) 바깥에서의 뼈형성(periosteal modeling)을 촉진할 수 있다[7]. 이러한 기전은 관절 주변에서 관찰되는 뼈돌기(bone spur) 모양의 뼈돌출증 발생에 관여하는 것으로 알려져 있으며, 일부 연구에서는 장기적인 기계적 스트레스를 뼈돌출증 발생의 보조적 요인으로 제시하기도 하였다[8-10].

3. 외상 또는 미세외상(Trauma or Microtrauma)

성장기 또는 뼈성숙기 동안의 외상은 뼈돌출증 형성의 유발 인자로 작용할 수 있다. 특히 성장판 손상이나 뼈막손상은 뼈끝연골(epiphyseal cartilage)의 이소성 위치 이동을 초래하고, 이로 따른 국소적인 뼈막 반응이 유도되어 이차성 뼈돌출증(secondary exostosis)이 발생할 수 있다[11,12]. Ogden은 성장판 주변 구조물인 랑비에고랑(groove of Ranvier) 및 연골막뼈고리(perichondrial bony ring)의 손상 시, 연골조직이 뼈막 아래로 탈출되어 뼈돌출증 형성의 병리적 기반이 될 수 있음을 보고하였다[11]. 또한, 정강뼈, 종아리뼈, 자뼈 등 긴뼈에서의 뼈돌출증은 외상 후 뼈몸통끝 부위에 국한되어 발생하는 경향이 있으며, 이는 성장판과 뼈막이 만나는 해부학적 특성과 관련이 있다[13,14].

이번 증례는 비록 시신에서 관찰된 사례이지만, 임상적으로도 주목할 만한 의의를 지닌다. 긴뼈의 몸통부위에 발생한 비전형적인 뼈돌출증은 일반적으로 뼈연골종으로 분류되지만, 드문 부위에 발생하는 경우에는 그 위치적 특성으로 인해 악성종양 감별이 임상적으로 요구될 수 있다[15,16]. 실제로 Maricevic 등은 넓다리뼈 몸통부위에서 발생한 견인성(traction) 뼈돌출증 사례를 보고하였으며, 이러한 비전형적 위치에서의 발생은 신경압박 등의 증상과 함께 감별 진단의 중요성을 강조하고 있다[17]. 이러한 해부학적 변이는 임상에서 병변의 위치와 형태에 따른 평가가 요구되며, 수술적 접근 시에도 고려가 필요하다. 돌출의 크기와 위치는 근육, 신경, 혈관의 구조에 영향을 미칠 수 있으며, 특히 정형외과 및 외상외과 수술 시, 긴뼈에 금속성 삽입술(intramedullary nailing)이나 재건술 등을 시행하는 과정에서 이러한 해부학적 변이

를 인지하는 것이 중요하다[18,19].

본 증례는 정강뼈와 노뼈의 뼈몸통부위에서 관찰된 드문 해부학적 변이인 뼈돌출증을 보고한 사례이다. 이러한 구조적 이상에 대한 인지는 정확한 진단과 적절한 임상적 대응을 위해 필수적이며, 유사한 사례에 대한 추가 보고와 분석을 통해 그 병태생리 및 임상적 함의가 보다 명확히 규명될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- Schmale GA, Conrad EU 3rd, Raskind WH. The natural history of hereditary multiple exostoses. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76:986-92.
- Jäger M, Westhoff B, Portier S, Leube B, Hardt K, Royer-Pokora B, et al. Clinical outcome and genotype in patients with hereditary multiple exostoses. *J Orthop Res.* 2007;25:1541-51.
- Chilvers R, Gallagher JA, Jeffery N, Bond AP. An unusual example of hereditary multiple exostoses: a case report and review of the literature. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021;22:96.
- Shapiro F, Simon S, Glimcher MJ. Hereditary multiple exostoses. Anthropometric, roentgenographic, and clinical aspects. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61:815-24.
- Kumar V, Abbas AK, Fausto N, Mitchell RN. *Robbins Basic Pathology.* 10th Edition. Robbins Pathology. Philadelphia, USA, 2017. pp. 797-834.
- Duncan G, McCormick C, Tufaro F. The link between heparan sulfate and hereditary bone disease: finding a function for the EXT family of putative tumor suppressor proteins. *J Clin Invest.* 2001;108:511-6.
- Tepelenis K, Papatouros G, Kitsouli A, Troupis T, Barbouti A, Vlachos K, et al. Osteochondromas: an updated review of epidemiology, pathogenesis, clinical presentation, radiological features and treatment options. *In Vivo.* 2021;35:681-91.
- Frost HM. Bone mass and the mechanostat: a proposal. *Anat Rec.* 1987;219:1-9.
- Hughes JM, Petit MA. Revisiting Harold Frost's mechanostat theory: a review on the application of mechanobiology to bone adaptation in children and adolescents. *Front Pediatr.* 2010;8:90.
- Frost HM. Bone's mechanostat: A 2003 update. *Anat Rec A.* 2003;275A:1081-101.
- Ogden JA, Hensinger RN, McCollough N. *Skeletal Injury in the Child.* 3rd ed. Springer. London, UK, 2000. pp. 182-4.
- Chung YW, Park GH, Park HW, Jung ST. The alignment and deformity of the upper extremity in hereditary multiple exostoses. *J Korean Bone Joint Tumor Soc.* 2011;17:11-6.
- Fogel GR, McElfresh EC, Peterson HA, Wicklund P. Management of deformities of the forearm in multiple hereditary exostoses. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:670-80.
- Matsubara H, Tsuchiya H, Sakurakichi K, Yamashiro T, Watanabe K, Tomita K. Correction and lengthening for deformities of the forearm in multiple cartilaginous exostoses. *J Orthop Sci.* 2006;11:459-66.
- Murphey MD, Choi JJ, Kransdorf MJ, Flemming DJ, Gannon FH. Imaging of osteochondroma: variants and complications with radiologic-pathologic correlation. *Radiographics.* 2000;20:1407-34.
- Bové, JV. Multiple osteochondromas. *Orphanet J Rare Dis.* 2008;3:3.
- Maricevic A, Barisic I, Srsen D. Unusual "traction" exostosis of the femoral diaphysis with sciatic nerve compression. *J Clin Rheumatol.* 2010;16:94-5.
- Tosun N, Aydinlioğlu A, Akpınar F, Doğan A, Islam C. Anatomical characteristics of the tibial medullary canal and their implications for intramedullary fixation. *J Int Med Res.* 2003;31:557-60.
- Schwarz GM, Zak L, Hirtler L, Wozasek GE. Anatomical considerations of intramedullary humeral nailing and lengthening. *J Clin Med.* 2020;9:806.

간추림 : 뼈돌출증은 일반적으로 긴뼈의 뼈끝과 뼈몸통끝 부위에서 관찰되는 양성 뼈병변으로, 팔다리뼈의 몸통부위에서 발생하는 경우는 드물다. 본 연구에서는 정강뼈와 노뼈의 뼈몸통부위에서 관찰된 두 예의 비전형적인 뼈돌출증을 해부학적으로 보고하였다. 두 증례 모두 포르말린 고정된 교육용 시신에서 관찰되었으며, 외형 관찰 및 길이 계측을 통해 병변의 위치와 특성을 분석하였다. 병변은 각각 왼쪽 정강뼈의 중간위 부위, 그리고 양쪽 노뼈 중간 부위에 위치하였다. 본 증례는 비전형 부위에서의 뼈돌출증 발생 가능성과 해부학적 다양성을 보여준다. 따라서 본 증례는 이러한 해부학적 변이에 대한 인지가 임상에서의 진단적 판단과 수술 계획 수립에 유용한 참고 자료가 될 수 있을 것으로 판단된다.

찾아보기 낱말 : 뼈돌출증, 몸통부위, 정강뼈, 노뼈