

DMZ 화살머리고지에서 발굴된 6·25 전사 서양인 사람뼈에서 발견된 쉬모를 결절과 불완전 허리뼈되기

장유량¹, 김명주^{2,*}

¹국방부 유해발굴감식단, ²단국대학교 의과대학 해부학교실

Schmorl's Nodes and Partial Lumbarization of S1 in European Human Remains of Korean War Casualty Excavated from the Arrowhead Ridge in DMZ

Yu Ryang Jang¹, Myeung Ju Kim^{2,*}

¹MND Agency for KIA Recovery & Identification

²Departments of Anatomy, College of Medicine, Dankook University

Abstract : The Ministry of National Defense of Agency for KIA Recovery and Identification (MAKRI) launched the Korean War casualty excavation project to retrieve war remains at the Arrowhead Ridge in the DMZ by affecting the mood of peace-building and inter-Korean tension-reducing, and uncovered possible Korean War casualty's remains. The present case of excavated bones was well-preserved and the rate of preservation was more than 97%. As an identification results of this case, the ethnicity, age, stature was estimated as European, 16~19 years old, 163~169.5 cm respectively. Schmorl's nodes and partial lumbarization of the sacrum were observed in the anthropological and forensic examination. Multiple Schmorl's nodes as various sizes were localized in the upper and lower surface of the vertebral endplate from lower thoracic vertebrae (T8~T12) to lumbar vertebrae (L1~L5). A partial lumbarization of S1 was also observed in the sacrum. In this case, we suggested the hypothesis that Schmorl's node and partial lumbarization of S1 can simultaneously occur even in the young age as a course of functional adaptation in regarding to the morphological features of the constituent elements of the vertebrae. Further studies for the biomechanical mechanism of Schmorl's node and lumbarization of S1 in various ethnic groups of large population will reveal more about the relationship between the morphological features of the vertebrae and the bony lesions.

Keywords : Schmorl's node, Lumbarization, Thoracic vertebrae, Lumbar vertebrae, Sacrum

저자(들)는 '의학논문 출판윤리 가이드라인'을 준수합니다.
저자(들)는 이 연구와 관련하여 이해관계가 없음을 밝힙니다.

Received: November 15, 2019; **Revised:** November 28, 2019;

Accepted: November 29, 2019

Correspondence to: 김명주 (단국대학교 의과대학 해부학교실)

E-mail: mjukim99@dankook.ac.kr

2000년부터 국방부 유해발굴 감식단(MAKRI)에 의해 주도된 전사자 유해 발굴사업은 6·25 전쟁에서 나라를 위해 희생하였으나 수습되지 못하고 한반도의 산야에 남겨진 13만의 호국 영령들을 가족에게 돌려 드리기를 위한 정부 추진사업 중 하나이다. 2018년부터 DMZ 지뢰제거를 시작



Fig. 1. The Korean War casualty remains of present case excavated from the Arrowhead Ridge in DMZ. A. The uncovered and exposed human skeleton on the spot. B. Well preserved human skeleton and measure scale.

으로, 남북관계 개선의 일환으로 많은 어려움 속에서도 전사자 유해발굴사업을 과거 전투지역에서 진행하고 있다. 특히 DMZ의 화살머리고지는 우리 방어 요충지인 백마고지 왼쪽의 보조진지로 주저항선의 위협을 제거해야 하는 중요 고지이다. 이 일대의 전투는 총 4회로 알려져 있고 국군, 미군, 프랑스군과 중공군이 교전했으며 피해현황은 아군 332명(미수습 전사자: 미군 19명, 프랑스군 3명), 적군 3,072명으로 추정하고 있다[1]. 본 연구 대상도 화살머리고지 능선의 북쪽에 구축된 교통호 내부에서 발견되었으며, 척추와 갈비뼈 일부의 해부학적 연속성이 유지된 채로 발굴되었다. 아무런 보존적 조치 없이 흙에 묻혔음에도, 거의 완전한 형태로 사람뼈가 보존된 채 발굴된 것이다.

과거부터 시작된 질병의 원인, 전파 및 유병률 그리고 병변들을 뼈를 통해 연구하는 고병리 연구의 특성상 시대별로 비교하기 위한 사람뼈 집단이 요구된다. 하지만, 한국

인을 대상으로 한 사람뼈 집단에 대한 연구는 많이 연구되지 않았을 뿐 아니라, 조선시대의 인골 컬렉션을 통한 고병리학 연구와 병원을 찾는 환자들을 대상으로 의학영상을 통한 연구들이 대부분이다. 따라서, 1950년 무렵의 인구 집단에 대한 고병리학 연구는 거의 진행되지 않았다. 또 쉬모를 결절(Schmorl's node)이나 허리뼈되기(요추화, lumbarization) 같은 특정 질환에 대한 연구들은 집단 차원에서 이뤄지는 것이 기본이지만, 언제나 연구를 위한 자료들은 부족할 수밖에 없으며, 건강한 젊은 성인 사람뼈를 연구 대상으로 하는 것은 어느 시대라 하더라도 어려울 것이다. 하지만, 다행히 본 연구에서 6·25 전쟁에서 전사한 서양인 사람뼈를 거의 완전하게 발굴하여 신원 확인을 하였고, 그 사람뼈의 체질인류학적 특징과 병변들을 본 연구를 통해 분석하였다.

발굴된 서양인 사람뼈에서 확인된 쉬모를 결절은 척추뼈

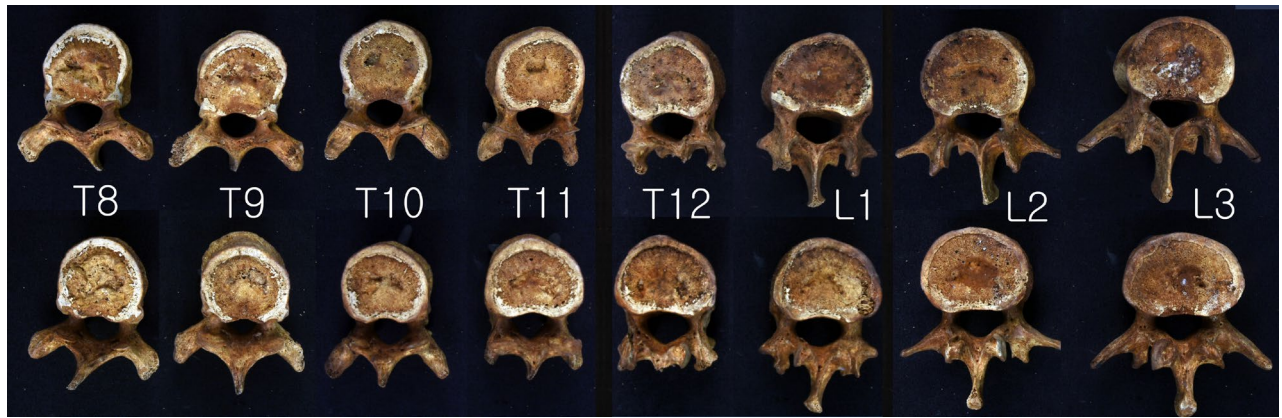


Fig. 2. Lower thoracic vertebrae (T8~T12) and Lumbar Vertebrae (L1~L3) were sequentially arranged from left to right direction. Upper and lower row showed the superior and inferior view of each vertebra, respectively. Various sizes of Schmorl's nodes were found in the upper and lower surface of vertebral endplate in each vertebra, notably L2, L3. The round shape of vertebral body was also well recognized in the thoracic vertebrae.

몸통 위·아래의 연골판이나 그 아래 뼈간기둥이 약해 척추 사이원반의 속질핵이 파열되면서 척추뼈 몸통을 손상시켜 발생하며, 주로 허리뼈에서 많이 발생하는 것으로 보고되었다[2]. 쉬모를 결절의 발생 빈도는 정상 인구에서 약 2~76%로 다양하게 보고되었으며, 척추 외상, 골다공증, 대사성 질환, 혈관 질병과 발달과정에 따른 척삭 잔유물에 의한 정상변이와 관련 있다[3]. 쉬모를 결절의 발생에는 유전적 영향도 작용하는 것으로 보이는데 아프리카계 미국인(36.7%)보다 유럽인(60.3%)에서 더 빈번하게 나타났다[4].

본 사례에서 보고하는 또 다른 병변인 허리뼈되기는 엉치뼈가 부분적으로 또는 완전히 나머지 꼬리뼈 몸통으로부터 분리되는 것으로, 이는 허리엉치뼈 접합부에서 관찰되는 전이 이상(transitional anomaly)으로 나타난다. 특히, 본 사례의 첫째엉치뼈(S1)의 허리뼈되기는 인구의 약~2%에서 발생해 다섯째허리뼈(L5)의 천골화와 비교하면 매우 드물고, 불완전 혹은 부분적 허리뼈되기는 발생률이 더 낮은 것으로 보고되었다[5].

증례 보고

사람뼈와 유품이 발굴된 층위는 지표에서부터 풍화암반층 윗부분으로, 노출된 사람뼈의 자세는 얼굴뼈가 북쪽을 향하고 양팔은 앞쪽으로 뻗은 채로 양다리가 굽혀진 상태였으며, 교통호 벽에 기대어 있는 자세로 추정되었다(Fig. 1A). 사람뼈는 머리뼈와 몸통 윗부분 일부가 방탄복과 유사한 불명장구에 덮여 있었으며, 등 뒤에 지관통이 있었는데 MK2 세열 수류탄 10여 발이 그 내부에서 발견되었다.

또한 단추류와 버클, 전투화가 해부학적으로 관련 있는 위치에서 발견되어 사망 당시 착용 상태였음을 짐작할 수 있었고, 카빈탄창 다수와 카빈총, 수통, 군장고리 등의 동반 유품들도 많이 발굴되었는데, 특히 전투화는 미군 보급품으로 확인되어 함께 발견된 유품들이 사람뼈 식별 및 적군·아군 감식에 도움을 주었다.

발굴된 사람뼈(#0026)는 머리뼈와 몸통의 뼈, 팔·다리뼈는 물론이고, 목뼈와 손·발가락뼈도 거의 모두 남아 있을 정도로 잘 보존되어 있었고, 상태도 양호하였다(Fig. 1B). 아래턱뼈는 사망 무렵 발생한 것으로 보이는 골절이 있었으며, 골절된 왼쪽 아래턱뼈 부위는 유실되어 발굴된 사람뼈의 전체 잔존율은 97.95%였다[6]. 발굴된 사람뼈에 중족부위는 발견되지 않아 최소 개체수(MNI)는 1이다.

발굴된 사람뼈의 연령은 엉덩뼈(ilium) 귓바퀴면(auricular surface)의 퇴행 정도를 평가해서 16~19세로 추정하였다[7]. 성별은 귓바퀴 앞 고랑(preauricular sulcus), 볼기뼈 및 궁둥뼈의 형태를 보고 남성으로 판정하였다[8]. 발굴된 사람뼈에 대한 미토콘드리아 유전자 검사(mt-DNA) [9]와 Y염색체 짧은 연쇄반복 유전자 검사(Y-STR) [10]의 방법으로 유럽계 인구집단임을 추정하였다. 키는 약 163~169.5 cm로 추정되었다[11]. 아래턱뼈 골절과 치아의 충치 그리고, 위턱의 왼쪽 첫째 어금니(#26)에 아말감아 충전되어 치과 치료 흔적을 확인할 수 있었다. 특히, 여덟째등뼈~열두번째등뼈(T8~T12), 그리고 첫째허리뼈~다섯째허리뼈(L1~L5) 몸통에서 다양한 크기의 쉬모를 결절이 윗면과 아랫면에서 다발성으로 관찰되었다(Fig. 2). 특이한 점은 T8~T12에서 쉬모를 결절은 척추뼈 몸통의 가운데에 위치하였고, 아래 척추뼈로 내려가면서 조금씩 뒤로 이동해 T12



Fig. 3. Sacrum showing partial lumbarization of first sacral segment (S1). A. ventral surface of sacrum. B. dorsal surface of sacrum. The presence of distinct separation was notably observed between the S1 and S1 body. Especially, the lower margin of auricular surface was situated at a lower level (S3) than normal site.

에서 L1이 만나는 관절면부터 척추뼈 몸통의 뒤쪽에서 발견되었다. 특히, L3에서는 쉬모를 결절이 척추뼈 몸통의 뒤에 놓였고, 척추뼈 몸통 뒤경계의 일부도 침범한 것을 확인할 수 있었다. 가장 큰 쉬모를 결절은 L2 몸통 아랫면과 L3 몸통 윗면에서 확인했다. 그 외에도 등뼈(T8~T11)의 척추뼈 몸통 모양이 모두 원형에 가까웠다(Fig. 2). 영치뼈 S1 분절의 불완전 허리뼈되기도 관찰되었다(Fig. 3). 이 영치뼈의 뒷바퀴면 아래경계는 S3 분절의 아래까지 내려갔다. 그 외에도 영치뼈의 왼쪽이 오른쪽에 비해 약간 더 아래로 기울어져 있었다. 오른쪽 머리뼈 마루패임(parietal notch)과 오른쪽 위팔뼈 먼쪽의 팔꿈치오목에 있는 격막공(septal aperture)도 관찰되었다. 오른쪽 정강뼈의 몸통 윗부분에는 부분적으로 겹붙게 이음된 파편 부착흔적도 있었다.

고 찰

일상 활동과 연관된 척추의 굽힘 및 펴는 운동에서 압축력과 전단력이 척추로 전달되면 쉬모를 결절이 발생할 수 있다[12]. 이런 이유로 고병리 연구자들은 신체적 스트레스와 활동 수준을 나타내기 위한 지표로 쉬모를 결절을 다양한 정도로 사용해 왔다[4]. 하지만, 척추사이원반 탈출을 일으키는 것과 쉬모를 결절의 연관성조차 아직 밝혀지지

않았으며, 신체 활동만으로 설명하기에는 훨씬 복잡한 병인이 있음은 명백하므로 사람뼈 집단 연구에서 쉬모를 결절을 활동 지표로 사용하는 것은 바람직하지 않다.

180명을 연구한 단면 연구에서 쉬모를 결절이 80명(44.4%)에서 발견되었으며, 쉬모를 결절의 남녀 비율은 대략 56:44였고 다발성으로 발견된 사람들은 40명(22.2%)이었다[2]. 다발성으로 분포하는 쉬모를 결절의 경우 호발 부위는 허리뼈 L3~4가 30%로 제일 높았고 L1~2, L2~3, L4~L5, L5~S1의 순으로 그 분포가 낮아졌다[2]. 발병 연령은 노령에서 통계적으로 유의하게 더 많이 발생했지만, 체질량지수(BMI)나 출산횟수와는 관련성이 없다고 보고하였다[8]. 나이와 연관된 것으로 나타나는 이유는 나이가 들에 따른 척추뼈 몸통의 밀도 감소와 연골판의 퇴행성 변화에 기인한 것으로 판단된다. 그러나, 연령과의 연관성은 젊은 남자에서 아래쪽 등뼈~허리뼈(T8~L5)까지 다발성으로 쉬모를 결절이 관찰된 본 사례연구 결과를 설명하기 어려우므로 다른 기전에 의한 발생 가능성도 고려할 수 있다.

Plomp 등[4]이 아래쪽 등뼈(T10~T12)의 모양과 쉬모를 결절의 연관성을 연구한 결과에 의하면, 아래쪽 등뼈(T10~T12)에서 쉬모를 결절의 발생은 척추, 신경관 및 척추의 형태와 유의한 상관관계가 있음을 발견했다. 더 크고 둥근 척추뼈 몸통과 비교적 짧고 작은 척추뿌리는 척추사이원반에 부적합한 압축력을 가해 속질핵 탈출에 대한 감

수성을 증가시킨다는 것이다. 이는 본 연구 결과(Fig. 2)와도 일치하는데, 등근 척추몸통과 척추뿌리와 척추할 등의 뒤쪽 구성 요소의 형태가 척추의 전반적 안정성 및 기능과 상관관계를 가지므로 이로 인한 생체 역학적 불안정성이 쉬모를 결절을 초래하게 되는 것이다.

불완전 또는 완전한 허리뼈되기는 선천적 발생 이상이 원인으로 알려져 유전적 소인이 있을 것으로 생각하나, 원인이나 병인에 따라 분류하는 것은 매우 어려운 일이다 [3]. 허리엉치뼈 접합부 전이 이상은 척추뼈들의 분할이 특정 유전자에 의해 조절되는 것과 달리, 접합부에서의 체중 전달에 대한 기능적 요구로 발생할 수 있다[13]. 본 연구 사례처럼 S1 분절의 불완전 허리뼈되기가 있으면 엉치뼈의 꺾바퀴면이 S3까지 내려가는 형태적 특징을 보이는데(Fig. 3) 이는 S1이 고정되지 않아 그 아래 엉치뼈 분절들이 접촉면적을 늘리도록 적응해 체중을 정상적으로 전달하도록 변형된 것일 수 있다. 꺾바퀴면의 위치 및 표면적 분석연구에서 허리뼈되기 S1 분절을 갖는 엉치뼈는 정상보다 더 아래에서도 체중을 효율적으로 지탱할 수 있어 [13] 분절의 융합 정도는 생체역학적으로 체중을 골반에 전달하기 위한 기능적 적응과 관련 있음을 뒷받침한다. 융합되지 않은 S1은 일상 활동에서도 과이동성을 갖고 움직이므로 바로 위 척추의 퇴행성 변화가 초래되며 척추뼈사이원반의 탈출이 쉽게 발생할 수 있다.

본 사례연구를 통해 쉬모를 결절과 허리뼈되기의 병변들은 척추에서 안정성이라는 기능적 적응을 위한 형태적 변이로 나타날 수 있음을 제시하였다. 큰 표본의 다양한 인구 집단에서 정량적 계측, 의학영상 분석, 임상실험 등과 같은 추가 연구들이 수행된다면 이런 기전에 대한 실질적인 증명도 가능할 것이다.

REFERENCES

1. Yang YJ, Nam JO. Korean War History. Ridge battle and Armistice Agreement. Vol. 3: Ministry of National Defense Military Compilation Laboratory; 2015. pp. 82-7. Korean.
2. Abbas J, Hamoud K, Peled N, HersHKovitz I. Lumbar Schmorl's Nodes and Their Correlation with Spine Configuration and Degeneration. *Biomed Res Int.* 2018;2018:1574020.
3. Cho HC, Bae GD, Lee YC, Kim KS. Prevalence of Lumbo-sacral Transitional Vertebrae in Korean. *J Korean Radiol Soc.* 1990;26:1244-8.
4. Plomp KA, Roberts CA, Viðarsdóttir US. Vertebral morphology influences the development of Schmorl's nodes in the lower thoracic vertebrae. *Am J Phys Anthropol.* 2012;149:572-82.
5. Cheng JS, Song JK. Anatomy of the sacrum. *Neurosurg Focus.* 2003;15:E3
6. Rowbotham SK, Blau S, Hislop-Jambrich J. Recording skeletal completeness: A standardised approach. *Forensic Sci Int.* 2017;275:117-23.
7. Lovejoy CO, Meindl RS, Pryzbeck TR, Mensforth RP. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *Am J Phys Anthropol.* 1985;68:15-28.
8. Buikstra JE, Ubelaker DH. Standards for data collection from human skeletal remains. Fayetteville: Arkansas Archeological Survey Research Series No. 44; 1994. pp. 16-9.
9. Vigilant L, Stoneking M, Harpending H, Hawkes K, Wilson AC. African populations and the evolution of human mitochondrial DNA. *Science.* 1991;253:1503-7.
10. Malaspina P, Persichetti F, Novelletto A, Iodice C, Terrenato L, Wolfe J, et al. The human Y chromosome shows a low level of DNA polymorphism. *Ann Hum Genet.* 1990;54:297-305.
11. Raxter MH, Auerbach BM, Ruff CB. Revision of the Fully technique for estimating stature. *Am J Phys Anthropol.* 2006;130:374-84.
12. Masharawi Y, Salame K, Mirovsky Y, Peleg S, Dar G, Steinberg N, et al. Vertebral body shape variation in the thoracic and lumbar spine: characterization of its asymmetry and wedging. *Clin Anat.* 2008;21:46-54.
13. Mahato NK. Morphological traits in sacra associated with complete and partial lumbarization of first sacral segment. *Spine J.* 2010;10:910-5.

간추림 : 국방부 유해발굴감식단(MAKRI)은 남북관계 개선으로 비무장지대의 화살머리고지에서 유해발굴사업을 진행하여 한국전쟁 전사자로 추정되는 사람들의 뼈를 다수 발굴하였다. 발굴된 사람뼈 중 한 개체는 전체 잔존율이 97%로 보존 상태가 양호하였으며, 감식을 통해 연령 16~19세, 신장 163~169.5cm로 추정되는 서양인임을 확인하였다. 발굴된 뼈의 체질인류학적 조사 결과, 주요 병변으로 쉬모를 결절과 엉치뼈의 불완전 허리뼈되기가 있음을 확인하였다. 쉬모를 결절은 여덟째등뼈~열두번째등뼈(T8~T12), 첫째허리뼈~다섯째허리뼈(L1~L5) 몸통 윗면과 아랫면에서 다양한 크기로 관찰되었으며, 엉치뼈에서 S1 분절의 불완전 허리뼈되기도 관찰되었다.

본 사례를 통해 척추를 구성하는 요소들의 형태적 특징들과 관련해 쉬모를 결절과 엉치뼈(S1)의 허리뼈되기가 젊은 연령에서도 기능적 적응의 과정에서 동시에 발생할 수 있음을 보여주었다. 다양한 인구 집단에서 쉬모를 결절과 허리뼈되기의 병인에 대한 추가 연구가 수행된다면 척추의 형태학적 특징과 병변의 상관관계에 대해 더 많은 것을 증명할 수 있을 것이다.

찾아보기 낱말 : 쉬모를 결절(Schmorl's node), 허리뼈되기(lumbarization), 등뼈, 허리뼈, 엉치뼈