

## 한국인 목말뼈 발꿈치관절면의 유형

이지용<sup>1</sup>, 정민호<sup>1</sup>, 이진숙<sup>1</sup>, 최병영<sup>1</sup>, 조병필<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 원주의과대학 해부학교실, <sup>2</sup>라이프스타일 의학연구소

(2012년 12월 8일 접수, 2012년 12월 21일 수정접수, 2012년 12월 24일 게재승인, Published Online 30 December 2012)

**간추림** : 체중을 지탱하고 발의 운동에 많은 영향을 미치는 목말뼈의 세 발꿈치관절면에는 다양한 형태학적 변이가 존재한다고 알려져 있다. 그러나 지금까지 이러한 변이에 대한 연구는 그다지 많이 이루어지지 않았으며, 특히 한국인 목말뼈 발꿈치관절면에 대한 연구는 아직 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 한국인 목말뼈 발꿈치관절면의 형태를 조사하여 그 유형을 분류하고 특성을 분석하였다.

재료로는 46구의 한국 성인(남성, 28; 여성, 18) 사체에서 적출한 마른 목말뼈 76개(남성, 47; 여성, 29; 오른쪽, 38; 왼쪽, 38)를 사용하였다. 조사에 사용한 시신의 평균 연령은 64세였다. 목말뼈 발꿈치관절면의 유형은 다음과 같이 분류하였다: A형, 세 관절면이 모두 분리되어 있는 형; B형, 앞 및 중간관절면이 연결되어 있으나 능선에 의해 구분되는 형. B형은 두 관절면이 패임에 의해 부분적으로 나뉘어 있는 B1형과 패임이 불확실하여 두 관절면이 나뉘지 않은 것처럼 보이는 B2형으로 세분화하였다; C형, 앞 및 중간관절면이 합쳐져 있는 형.

목말뼈 발꿈치관절면의 유형 중 가장 흔한 것은 B형으로 60.5%의 출현율을 보였으며, B1형(28.9%)과 B2형(31.6%)이 서로 유사한 빈도로 관찰되었다. C형은 30.3%로 두 번째로 흔하게 관찰되었고, A형이 9.3%로 가장 드물게 나타났다. 남녀를 비교해 보면, 남성에서는 C형이 더 많았고 여성의 경우에는 B1형이 더 많이 관찰되었다. 발꿈치관절면의 유형에서 좌우의 차이는 찾아볼 수 없었다. 목말뼈의 길이는 남성에서 55.9 mm로 여성의 52.8 mm에 비하여 약간 길었으나, 목말뼈의 너비에서는 남녀간에 거의 차이가 없었다.

이 연구를 통하여 한국인 목말뼈 발꿈치관절면의 형태는 남녀간에 차이를 보이며, 다른 인종과도 다른 것을 확인하였다. 본 연구를 통해 밝혀진 목말뼈 발꿈치관절면의 특징은 발의 운동역학을 이해하는데 있어서 유용한 기초정보가 될 수 있을 것이라 생각된다.

**찾아보기 낱말** : 목말뼈, 발꿈치관절면, 목말밑관절, 목말발꿈치발배관절

### 서 론

목말뼈(talus)는 발목뼈(tarsal bone) 중 두 번째로 큰 뼈로서 발목뼈의 몸쪽부분을 구성하며, 힘줄과 근육이 부착하지 않는 뼈이다. 머리(head), 목(neck) 및 몸통(body)의 세 부분으로 이루어져 있는 목말뼈는 그 대부분이 관절연골로 덮여 있으며 정강뼈(tibia), 종아리뼈(fibula), 발배뼈(navicular) 및 발꿈치뼈(calcaneus)와 더불어 발목관절(ankle joint), 목말밑관절(subtalar joint)

및 목말발꿈치발배관절(talocalcaneonavicular joint)을 형성하여 체중을 앞발과 발꿈치뼈로 전달하는 중요한 역할을 수행한다.

목말뼈의 아래면에는 발꿈치뼈와 관절을 형성하는 세 개의 관절면이 존재한다. 이 중 가장 뒤쪽에 있는 뒤발꿈치관절면(posterior calcaneal articular facet)은 발꿈치뼈의 뒤목말관절면(posterior tarsal articular surface)과 더불어 목말밑관절(subtalar joint) 또는 해부목말밑관절(anatomical subtalar joint)을 형성한다(Moore 등 2010). 한편 그보다 앞쪽에 존재하는 두 관절면인 앞 및 중간 발꿈치관절면(anterior and middle facets for calcaneus)은 발꿈치뼈의 앞 및 중간목말관절면(anterior and middle talar articular surfaces)과 함께 목말발꿈치발배관절의 목말발꿈치부분(talocalcaneal part)을 이룬다. 목말발꿈치관절은 목말뼈머리의 앞면과 발배뼈의 뒤면 사이에 형

저자(들)는 '의학논문 출판윤리 가이드라인'을 준수합니다.

저자(들)는 이 연구와 관련하여 이해관계가 없음을 밝힙니다.

교신저자: 조병필 (연세대학교 원주의과대학 해부학교실; 라이프스타일 의학연구소)

전자우편: bpcho@yonsei.ac.kr

성된 목말발배관절 (talonavicular joint)과 함께 동일한 관절주머니로 둘러싸여 목말발꿈치발배관절을 형성한다. 목말밑관절과 목말발꿈치발배관절의 목말발꿈치관절은 발목뼈굴 (tarsal sinus)을 채우고 있는 뼈사이목말발꿈치인대 (talocalcaneal interosseous ligament) 위에 걸터앉아 있는 자세를 취하고 있으며, 기능적으로 모두 발의 안쪽 번짐 (inversion)과 가쪽번짐 (eversion)이 일어나는 주요한 관절이다. 따라서 목말밑관절과 목말발꿈치발배관절의 목말발꿈치관절을 합쳐서 임상목말밑관절 (clinical subtalar joint)이라 부른다 (Moore 등 2010).

목말뼈의 세 발꿈치관절면 중 해부학적으로 독립되어 있는 목말밑관절에 참여하는 뒤발꿈치관절면은 목말뼈 고랑 (sulcus tali)에 의해 중간발꿈치관절면과 잘 분리되어 있으며 그 경계도 분명하게 구분된다. 그러나 목말발꿈치발배관절의 목말발꿈치부분을 이루는 앞 및 중간 발꿈치관절면의 형태에는 변이가 많으며 두 관절면 사이의 경계 또한 명확하지 않은 경우가 많다. 관절면의 정상적인 해부학적 변이의 범위를 이해하는 것은 관절의 운동학적 분석, 영상분석, 수술 후 고정, 그리고 인공관절제작 분야에 있어서 중요하다 알려져 있기 때문에, 목말뼈 발꿈치관절면의 형태를 분석하는 것은 발의 운동 역학을 이해하는데 있어 중요한 기초자료로 이용될 수 있을 것이다. 그러나 지금까지 목말뼈 발꿈치관절면의 변이에 대한 연구는 그렇게 많이 이루어지지 않았으며 (Arora 등 1979, Bilodi 2006), 특히 한국인 목말뼈 발꿈치관절면의 형태에 관한 연구는 아직 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 한국 성인 목말뼈 발꿈치관절면의 형태를 조사하고 그 유형을 분류해 보고자 하였다. 아울러 기초적인 자료로서 목말뼈의 길이와 너비, 그리고 중간발꿈치관절면과 뒤발꿈치관절면을 분리시키는 목말뼈고랑의 길이와 너비도 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

재료로는 46구의 한국 성인 (남성, 28; 여성, 18) 사체에서 적출한 마른 목말뼈 76개를 사용하였다. 조사한 표본 중 남성의 목말뼈는 47개, 여성의 것은 29개였으며, 오른쪽과 왼쪽이 각각 38개였다. 목말뼈 적출에 이용된 시신은 학생 교육용으로 연세대학교 원주의과대학에 보관되어 있는 한국 성인의 시신이었으며 평균나이는 남성이 61.4±19세, 여성이 68.3±15.4세, 전체평균 나이는 64.1±17.8세였다. 조사에 사용된 모든 표본은 관절면이 온전하게 잘 보존된 것으로 한정하였고, 뼈의 파손이 일어나 관절면이 훼손된 뼈 표본은 조사에서 제외하였다.

### 2. 방법

#### 1) 목말뼈 발꿈치관절면의 유형 분류

목말뼈 발꿈치관절면의 유형 분류는 이전에 보고된 목말뼈 발꿈치관절면에 대한 분류 (Arora 등 1979, Bruckner 1987, Bilodi 2006)와 발꿈치뼈 목말관절면에 대한 분류 (Kang 등 1990)를 참고하여 세 가지 유형으로 분류하였다 (Fig. 1). 세 관절면이 모두 분리되어 있는 경우를 A형, 앞발꿈치관절면과 중간발꿈치관절면이 서로 연결되어 있지만 얇은 능선 (ridge)에 의해 두 관절면이 구분이 되는 것을 B형으로 분류하였다. B형은 잘록한 패임에 의해 두 관절면이 부분적으로 분명하게 분리되어 있는 경우를 B1형, 패임이 명확하지 않아 두 관절면의 가장자리가 완만하게 이어져 있어 마치 하나의 관절면처럼 보이는 경우를 B2형으로 세분하였다. 그리고 앞 및 중간발꿈치관절면이 하나의 관절면으로 합쳐진 경우

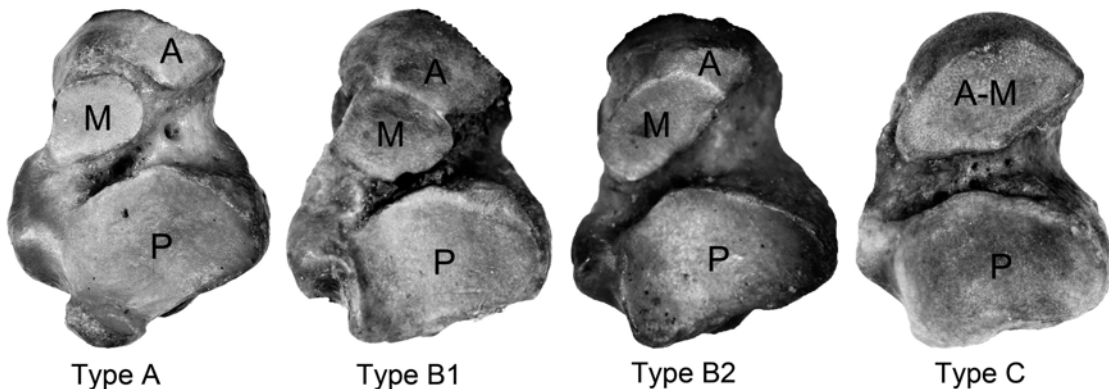


Fig. 1. Types of calcaneal articular facets of the talus. A, anterior facet for calcaneus; M, middle facet for calcaneus; P, posterior calcaneal articular facet; A-M, combined anterior and middle facets.

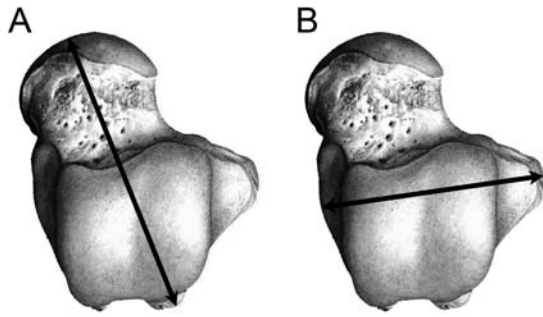


Fig. 2. Length (A) and width (B) were measured on the superior surface of the talus.

를 C형으로 분류하였다. 이외에도 세 관절면이 합쳐진 유형, 그리고 앞관절면이 없는 유형 등이 알려져 있으나 본 조사에서는 그러한 경우가 존재하지 않았기 때문에 분류군에서 제외하였다.

2) 목말뼈의 계측

Koshy 등(2002)의 방법에 의거하여 목말뼈의 길이와 너비, 그리고 목말뼈고랑의 길이와 너비를 밀립자(Vernier calliper; Mitutoyo, Tokyo, Japan)를 이용하여 계측하였다. 측정 오차를 최소화하기 위하여 5회씩 반복하여 측정한 다음 그 값의 평균을 사용하였다.

(1) 목말뼈의 길이와 너비 계측

목말뼈의 길이는 목말뼈머리 중 가장 앞으로 튀어나온 지점에서 목말뼈뒤돌기 (posterior process)의 가쪽결절 (lateral tubercle) 뒤쪽 끝까지의 거리를 측정하였다 (Fig. 2A). 목말뼈의 너비는 목말뼈가쪽돌기 (lateral process)의 끝에서 안쪽복사면 (medial malleolar facet)의 안쪽 끝까지의 거리를 계측하였다 (Fig. 2B).

(2) 목말뼈고랑의 길이와 너비 계측

길이는 목말뼈고랑의 중심을 지나는 선상에 위치하는 목말뼈의 안쪽 끝과 가쪽 끝 지점 사이의 거리를 측정하였고 (Fig. 3A), 너비는 목말뼈고랑의 앞모서리와 뒤모서리 사이의 최단거리를 측정하였다 (Fig. 3B).

3) 통계처리

76개의 목말뼈 표본을 성별과 오른쪽, 왼쪽으로 나누어 계측하였고 결과 비교는 통계용 소프트웨어 SPSS (version 12.0)를 이용하여 시행하였다. 성별에 따른 목말뼈 유형의 비교는 카이-스퀘어 검정을 통해 분석하였고, 목말뼈 계측에 대한 오른쪽과 왼쪽의 결과 비교는 paired t-test로, 성별 결과 비교는 non paired t-test로 분석하였다.

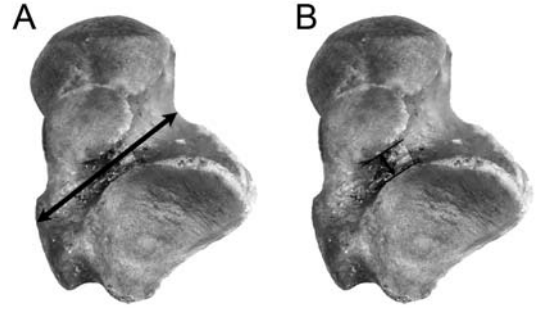


Fig. 3. Length (A) and the shortest width (B) of the sulcus tali were measured between the middle and posterior calcaneal articular facets.

Table 1. Types of calcaneal articular facets of the talus in Korean

Type	Male	Female	Total
A	4 (8.5)	3 (10.3)	7 (9.3)
B	24 (51.1)	22 (75.9)	46 (60.5)
B1	9 (19.2)*	13 (44.8)*	22 (28.9)
B2	15 (31.9)	9 (31.0)	24 (31.6)
C	19 (40.4)*	4 (13.8)*	23 (30.3)
Total	47 (100.0)	29 (100.0)	76 (100.0)

The data are expressed by number (percent).

\*: Significant difference (p < 0.01) between male and female.

결 과

1. 목말뼈 발꿈치관절면의 유형

한국 성인 목말뼈 발꿈치관절면의 형태를 분류해 본 결과 앞 및 중간발꿈치관절면이 연결되어 있지만 얇은 능선에 의해 구분이 되는 B형이 60.5%로 가장 많았으며, 이 중 두 관절면 사이에 패임이 존재하여 두 관절면이 부분적으로 분리되어 있는 B1형이 28.9%, 두 관절면이 서로 구분은 되지만 패임이 명확하지 않아 이어져 있는 것처럼 보이는 B2형은 31.6%로 나타났다. 한편 앞 및 중간발꿈치관절면이 완전히 연결되어 하나의 관절면을 이루는 C형은 30.3%였고, 세 관절면이 명확히 분리되는 A형은 9.3%로서 가장 드문 형태인 것으로 조사되었다 (Table 1).

목말뼈 발꿈치관절면의 형태를 성별에 따라 분석한 결과 남성과 여성간에 일부 관절면 유형에서 통계학적 차이가 있음을 확인하였다. 남성의 경우 A형이 8.5%, B형이 51.1% (B1형, 19.2%; B2형, 31.9%), 그리고 C형이 40.4%로 나타났다. 여성의 경우 A형은 10.3%로 남성에서와 유사하였으나, B형은 75.9%로 남성의 그것보다

**Table 2.** Comparison of calcaneal articular facets of talus between right and left sides

Type	Right	Left
A	4 (10.5)	3 (7.9)
B	22 (57.9)	24 (63.2)
B1	12 (31.6)	10 (26.3)
B2	10 (26.3)	14 (36.8)
C	12 (31.6)	11 (28.9)
Total	38 (100.0)	38 (100.0)

The data are expressed by number (percent).

**Table 3.** Length (mm) and width (mm) of the talus

Measurement	Side	Male	Female	Total
Length	Right	55.4±3.5* (n=22)	52.8±3.6* (n=16)	54.4±3.7 (n=38)
	Left	56.2±3.2* (n=25)	52.8±4.7* (n=13)	55.0±3.9 (n=38)
	Total	55.9±3.3* (n=47)	52.8±4.7* (n=29)	
Width	Right	40.0±2.5 (n=22)	38.9±3.5 (n=16)	39.5±3.0 (n=38)
	Left	40.5±2.5 (n=25)	39.9±2.7 (n=13)	40.2±2.5 (n=38)
	Total	40.2±2.5 (n=47)	39.3±3.2 (n=29)	

The data are expressed by mean ± SD.

\*: Significant difference ( $p < 0.001$ ) between male and female.

상당히 높게 나타났으며 이 중 B1형은 44.8%, B2형은 31.0%로 조사되어 B1형이 여성에서 유의하게 더 많이 나타나는 경향을 보였다( $p=0.007$ , Table 1). 흥미롭게도 여성에서는 C형이 13.8%의 낮은 빈도를 나타내어 남성에게 비해 현저하게 낮은 출현율을 보이는 것으로 확인되었다( $p=0.009$ , Table 1). 목말뼈 발꿈치관절면의 형태를 오른쪽과 왼쪽에 따라 분석한 결과 유의한 차이는 없는 것으로 확인되었다(Table 2).

## 2. 목말뼈의 길이와 너비

목말뼈의 길이를 Koshy 등(2002)의 방법으로 측정하여 성별에 따라 분류해 본 결과 남성에서는 55.9 mm, 여성에서는 52.8 mm로 조사되어 남성과 여성간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p=0.0007$ , Table 3). 그러나 목말뼈 길이에 있어서 오른쪽과 왼쪽간의 유의한 차이는 남녀 모두에서 발견할 수 없었다(Table 3).

목말뼈의 너비는 남성에서 평균 40.2 mm, 여성에서 39.3 mm로 조사되었다. 목말뼈의 길이가 남녀간에 유의

**Table 4.** Length (mm) and width (mm) of the sulcus tali

Measurement	Side	Male	Female	Total
Length	Right	32.2±3.9 (n=22)	31.3±4.5 (n=16)	31.9±4.2 (n=38)
	Left	32.4±3.1 (n=25)	31.1±4.5 (n=13)	31.9±3.7 (n=38)
	Total	32.3±3.5 (n=47)	31.2±4.4 (n=29)	
Width	Right	4.8±1.3 (n=22)	4.5±1.1 (n=16)	4.8±1.2 (n=38)
	Left	5.0±2.5 (n=25)	4.5±0.6 (n=13)	4.8±1.0 (n=38)
	Total	4.9±1.2 (n=47)	4.5±0.9 (n=29)	

한 차이를 보인 것과는 대조적으로 목말뼈의 너비는 남성과 여성간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 목말뼈의 너비도 남녀 모두에서 오른쪽과 왼쪽 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

## 3. 목말뼈고랑의 길이와 너비

목말뼈고랑의 길이는 남성에서 32.3 mm, 여성에서 31.2 mm로 거의 유사하게 조사되었으며, 남녀간에 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 오른쪽과 왼쪽의 목말뼈고랑의 길이도 남성과 여성 모두에서 유의한 차이가 없는 것으로 확인되었다(Table 4).

목말뼈고랑의 너비는 남자에서 4.9 mm, 여자의 경우 4.5 mm로 비슷하게 나타났으며, 목말뼈고랑의 길이와 마찬가지로 남녀 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 또한 오른쪽과 왼쪽 목말뼈고랑의 너비도 남녀 모두에서 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

## 고 찰

세로발바닥활(longitudinal arch of foot)의 정상에 위치하여 쉐기돌(keystone)의 역할을 수행하는 목말뼈는 몸 쪽으로는 정강뼈 및 종아리뼈와 발목관절을 형성하고, 먼쪽으로는 발배뼈 및 발꿈치뼈와 더불어 목말밑관절과 목말발꿈치발배관절을 형성한다. 이러한 연결을 통해 목말뼈는 체중을 지탱하고 이를 앞발과 발꿈치로 전달하는 역할을 수행할 뿐 아니라 발의 운동에 지대한 영향을 미친다. 목말밑관절(subtalar joint) 또는 해부목말밑관절(anatomical subtalar joint)은 목말뼈의 오목한 뒤발꿈치관절면과 발꿈치뼈의 볼록한 뒤목말관절면 사이에

형성되어 있는 독립된 윤활관절이다. 해부목말밑관절과 목말발꿈치발배관절 (talocalcaneonavicular joint)의 목말발꿈치부분 (talocalcaneal part)을 합쳐서 임상목말밑관절 (clinical subtalar joint)이라고 말한다. 해부목말밑관절은 별개의 관절주머니와 관절안을 가지고 있는 독립된 관절로서 목말뼈의 밑에 존재하기 때문에 이를 목말밑관절이라 부르는 해부학적 정의가 논리적으로 맞는 말이다. 그러나 기능적인 측면에서 보았을 때는 해부목말밑관절과 목말발꿈치발배관절의 목말발꿈치부분이 동시에 같은 기능을 수행하기 때문에 이를 합쳐서 목말밑관절이라 칭하는 임상적 정의가 더 잘 들어맞는다. 어떤 정의를 적용시키든지 목말밑관절은 그 비스듬한 축을 기준으로 발의 안쪽번짐과 가쪽번짐이 일어나는 중요한 관절이다 (Moore 등 2010).

목말뼈의 아래면에 존재하는 세 발꿈치관절면의 형태학적 변이는 학자에 따라 몇 가지 유형으로 약간씩 상이하게 분류되어 왔다 (Arora 등 1979, Bruckner 1987, Bilodi 2006). 본 연구에서는 일부 연구자들이 제시하였던 방법을 참고하여 목말뼈의 발꿈치관절면을 A형, B형, C형의 세 유형으로 나누었고, B형은 B1형과 B2형으로 세분화하였다. 일부 연구자들은 세 관절면이 하나로 합쳐진 형태와 앞발꿈치관절면이 없는 경우를 보고한 바 있지만 본 조사에서는 그러한 경우가 관찰되지 않아 분류군에 포함시키지 않았다. 본 연구의 결과 한국 성인의 경우 앞 및 중간발꿈치관절면이 서로 연결되어 있지만 두 관절면이 얇은 능선에 의해 구분이 되는 B형이 약 61%로 가장 많았으며, 이 중 두 관절면이 잘록한 패임에 의해 부분적으로 분명하게 분리되어 있는 B1형이 약 29%, 패임이 명확하지 않아 두 관절면이 하나로 이어져 있는 것처럼 보이는 B2형이 약 32%였다. 그리고 두 발꿈치관절면이 하나의 관절면으로 합쳐진 경우인 C형이 약 30%로 두 번째로 높은 출현율을 보였으며, 세 관절면이 완전히 분리되어 있는 A형이 약 9%로 가장 적었다 (Table 1). 또한 남성에서는 C형이, 여성에서는 B1형이 우세한 표현형인 것으로 나타났다 (Table 1). 인도인의 경우 (Arora 등 1979, Bilodi 2006)에도 B형이 가장 많고 C형, A형의 순으로 나타난다고 보고되어 있어 유형별 출현율의 순서는 우리의 연구 결과와 일치하였다 (Table 5). 하지만 본 연구에서는 B1형, B2형, C형의 출현빈도가 거의 유사하였으나 인도인의 경우에는 B2형이 훨씬 많고 B1형과 C형은 상대적으로 적었다 (Table 5).

한편 Kang 등 (1990)은 226개의 한국인 발꿈치뼈에서 목말관절면을 조사하여 A형이 39.4%, B형 (Kang 등의

**Table 5.** Frequencies (%) of articular facet types involved in the subtalar joint in different races

Type	Talus			Calcaneus	
	Korean Present study	Indian		Korean Kang et al. (1990)	American Drayer-Verhagen (1993)
		Arora et al. (1979)	Bilodi (2006)		
A	9.3	3.0	5.0	39.4	26.7
B	60.5	79.0	66.7	37.6	
B1	28.9	1.0	16.7	19.0	54.5
B2	31.6	78.0	50.0	18.6	
C	30.3	16.0	10.0	20.8	
Others	0.0	2.0	18.4	2.2	18.9

B1형)이 37.6%, C형 (Kang 등의 B2형)이 20.8%라고 보고하였다 (Table 5). 이 같은 결과는 측정자에 따라 일어날 수 있는 개인적인 측정차를 감안하더라도 한국인의 목말뼈를 조사한 본 연구의 결과와 상당한 차이를 보이는 것이다. 발꿈치뼈의 세 목말관절면은 목말뼈의 세 발꿈치관절면과 함께 임상목말밑관절을 형성하므로 두 뼈의 관절면의 형태는 서로 깊은 상관관계가 있고 따라서 거의 흡사할 것이라 추정된다. 그러므로 위와 같은 결과는 상당히 의외이며 두 뼈 관절면의 유형에 대한 상관관계를 분석해 볼 필요가 있음을 시사한다. 또한 Drayer-Verhagen (1993)은 미국인을 대상으로 발꿈치뼈의 목말관절면을 조사한 연구에서 A형을 분리관절면형 (separate facet)으로, B형과 C형을 하나로 합쳐 연속관절면형 (continuous facet)으로 분류하였고 각각 약 27% 및 55%라고 보고하였다 (Table 5). 이러한 결과는 흥미롭게도 한국인 발꿈치뼈를 조사한 Kang 등 (1990)의 결과와 흡사하지만 한국인 목말뼈를 조사한 본 연구의 결과와는 차이를 보이는 것이다. 그러므로 지금까지의 보고를 종합해보면 인종에 관계없이 목말뼈의 발꿈치관절면은 발꿈치뼈의 목말관절면에 비해 분리관절면형 (A형)은 훨씬 더 적고 연속관절면형 (B형+C형)은 더 많다는 결론에 도달하게 된다. 이처럼 모순되게 느껴지는 결론의 진위를 판별하고 그러한 차이가 내포하고 있는 의의를 밝히기 위해서는 두 관절면 사이의 상관관계를 분석해 보아야 할 것이다.

목말밑관절에 참여하는 관절면의 변이는 그 형태에 따라 발의 운동에 영향을 미치기 때문에 임상적으로 중요한 의의를 가지고 있다고 할 수 있다. 일반적으로 목말뼈의 앞 및 중간발꿈치관절면 사이는 아래쪽으로 볼록한 각을 이루고 있고, 이를 받아들이는 발꿈치뼈의 앞 및 중간목말관절면 사이는 오목한 각을 형성한다. Dray-

er-Verhagen (1993)은 발꿈치뼈 앞 및 중간목말관절면 사이의 각도는 분리관절면형(A형)에서  $127.8^\circ$ , 연속관절면형(B형+C형)의 경우에는  $149.1^\circ$ 라고 보고하였으며, 이러한 각도는 목말뼈머리의 형태에 반영되어 있다고 하였다.

분리관절면형(A형)의 경우 목말뼈의 앞, 중간관절면이 상대적으로 예각을 이루며 발꿈치뼈의 해당 관절면과 연결되기 때문에 목말뼈머리의 운동이 제한을 받으며 보행 중 발꿈치딛기(heel strike)를 하는 동안 목말뼈의 안쪽돌림(medial rotation)이 억제된다(Drayer-Verhagen 1993). 또한 분리관절면형을 가진 목말발관절에서는 앞관절면이 위쪽으로 더 기울어져 있기 때문에 다른 유형의 관절보다 더 높은 목말발관절 축을 가진다(Bruckner 1987). 이 축의 기울기가 커질수록 세로발바닥활의 높이가 높아지고(Perry 1983, Mann 1991), 세로활이 높을수록 더 안정적인 구조로서 경직발(rigid foot) 또는 휨발(cavus foot)이라 불린다(Norkin 1983, Glancy 1984, Bruckner 1987). 따라서 분리관절면형을 가진 목말발관절이 상대적으로 더 안정적이라고 할 수 있으며(Bruckner 1987), 분리관절면형에서 다른 유형에 비해 뼈과성장(lipping)이 현저하게 적다는 관찰(Drayer-Verhagen 1993)이 이러한 가설을 지지한다.

반면에 연속관절면형(B형+C형)에서는 발꿈치뼈의 목말관절면이 완만하고 편평하며, 앞 및 중간관절면 사이의 각도가 상대적으로 둔각이어서 발꿈치딛기를 하는 동안 목말뼈의 안쪽돌림에 대한 억제력이 떨어진다(Drayer-Verhagen 1993). 또한 목말발관절의 축이 수평이고 따라서 세로발바닥활이 낮으며 발의 안정성이 떨어진다(Kapandji 1970, Samilson과 Dillin 1983, Bruckner 1987). 결국 연속관절면형에서는 목말뼈머리가 목말받침돌기(suatentaculum tali)와 발배뼈를 연결하는 용수철인대(spring ligament)에 지속적으로 과도한 압력을 가하기 때문에 이 인대가 느슨해질 수 있다. 근육과 인대의 이완은 발을 불안정하게 만드는 원인이 되므로(Kapandji 1970, Harrington 1982, Rose 1991), 세로발바닥활을 유지하는데 가장 중요한 요소인 용수철인대가 늘어나면 발의 안정성을 크게 해칠 수 있다.

위에서 언급한 A~C형의 세 유형 외에, 인도인의 목말뼈에서는 세 개의 발꿈치관절면이 모두 합쳐진 경우가 2~18%라고 보고되어 있다(Arora 등 1979, Bilodi 2006). 또 미국인의 발꿈치뼈에서는 앞목말관절면이 없고 중간목말관절면만 있는 경우가 약 19%에 달한다고 알려져 있다(Drayer-Verhagen 1993). 본 연구에서는 세 발꿈치관절면이 모두 합쳐져 있거나 앞발꿈치관절면이

**Table 6.** Length (mm) and width (mm) of the talus in different races

	Sex (no.)	Length	Width
Korean Present study	Male (47)	55.9±3.3	40.2±1.2
	Female (29)	52.8±4.7	39.3±3.2
Korean Lee et al. (2012)	Male (70)	55.8±3.4	41.9±2.5
	Female (70)	52.0±3.0	39.1±2.5
Indian Koshy et al. (2002)	Total (70)	52.8±5.8	37.9±3.5
Italian Gualdi-Russo (2007)	Male (56)	56.1±2.9	43.4±2.2
	Female (51)	49.3±2.1	38.4±2.0
White South African Bidmos and Dayal (2003)	Male (60)	55.6±3.0	42.3±2.1
	Female (60)	51.1±2.5	39.0±2.7
Black South African Bidmos and Dayal (2004)	Male (56)	51.7±2.6	41.5±2.6
	Female (51)	47.1±2.7	37.6±2.3
White American Steele (1976)	Male (28)	55.3±3.2	43.0±2.9
	Female (29)	49.7±2.4	38.8±1.8
Black American Steele (1976)	Male (33)	55.2±3.6	43.0±2.7
	Female (30)	49.2±2.7	38.4±2.7

The data are expressed by mean ± SD.

없는 경우는 발견되지 않았다. 그러나 Kang 등(1990)은 한국인의 발꿈치뼈에서 앞목말관절면이 없는 경우가 2.2%라고 보고하였기 때문에 향후 표본의 수를 늘려서 조사해 보면 이러한 변이가, 출현율이 높지는 않겠지만, 나타날 수 있을 것으로 생각되었다. 앞관절면이 없고 중간관절면만 있는 경우에는 목말뼈머리가 적절한 지지를 받지 못하므로 체중이 실리면 이것이 아래쪽으로 기울어지고, 발꿈치뼈는 가쪽휨증(valgus)을 일으킨다(Kapandji 1970, Norkin 1983). 또한 편평발(planus foot)에서 앞목말관절면이 없다는 것이 CT scan으로 알려져 있기 때문에(Smith 1991), 이 유형이 편평발의 특징 중의 하나일거라 생각되고 있다.

한국 성인 목말뼈의 길이는 남성의 경우 55.9 mm로서 남아프리카 흑인을 제외하면 지금까지 보고된 다른 모든 인종과 유사한 반면, 여성의 경우에는 52.8 mm로서 남아프리카 백인과 더불어 다른 인종에 비해 다소 큰 경향을 나타내었다(Table 6). 한국인 목말뼈의 길이에 대한 본 연구의 계측치는 Lee 등(2012)이 한국인을 대상으로 조사, 보고한 결과에 거의 유사하였다. 한국인을 포함하여 보고된 모든 인종에서 남성의 목말뼈 길이가 여성의 그것보다 더 길었다(Table 6). 본 연구에서 조사된 목말뼈의 너비는 남녀간에 유의한 차이가 없었고, Lee 등(2012)의 결과와 대동소이하였다. 그러나 다른 종족에서는 대체로 목말뼈의 너비도 남성에서 더 크다고 보고되어 있다. 타종족과 비교해 보면 흥미롭게

도 한국인 남성 목말뼈의 너비는 가장 작은 축에 속하였고 여성의 너비는 가장 큰 편에 속하였다(Table 6). 이러한 형태학적 차이는 아마도 각 인종 간에 존재하는 발의 운동역학적인 차이에서 비롯되었을 수도 있지만, 그 정확한 의미를 알기 위해서는 좀 더 다양한 분석이 필요할 것으로 사료된다. 본 연구에서 목말뼈의 길이와 너비에 있어서 좌우의 차이는 존재하지 않았다. 또한 목말뼈고랑의 길이와 너비에 있어서는 남녀, 좌우의 차이를 찾아볼 수 없었다.

본 연구를 통해 한국인 목말뼈 발꿈치관절면에 다양한 변이가 있음을 확인하였고 그러한 변이는 목말뼈관절의 안정성과 운동성에 큰 영향을 미칠 것이라 생각되었다. 향후 목말뼈관절의 운동역학을 보다 잘 이해하기 위해서는 이 관절에 참여하는 목말뼈와 발꿈치뼈의 관절면을 서로 유기적으로 관련시켜 분석하는 작업이 필요할 것으로 사료되었다.

### 참 고 문 헌

- Arora AK, Gupta SC, Gupta CD, Jeysingh P. Variations in calcaneal facets in Indian tali. *Anat Anz.* 1979; 146: 377-80.
- Bidmos MA, Dayal MR. Further evidence to show population specificity of discriminant function equations for sex determination using the talus of South African blacks. *J Forensic Sci.* 2004; 49(6):1165-70.
- Bidmos MA, Dayal MR. Sex determination from the talus of South African whites by discriminant function analysis. *Am J Forensic Med Pathol.* 2003; 24:322-8.
- Bilodi AK. Study of calcaneal articular facets in human tali. *Kathmandu Univ Med J (KUMJ).* 2006; 4(1):75-7.
- Bruckner J. Variations in the human subtalar joint. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987; 8:489-94.
- Drayer-Verhagen F. Arthritis of the subtalar joint associated with sustentaculum tali facet configuration. *J Anat.* 1993; 183:631-4.
- Glancy J. Orthotic control of ground reaction forces during running (a preliminary report). *Orthotics and Prosthetics.* 1984; 38:12-40.
- Gualdi-Russo E. Sex determination from the talus and calcaneus measurements. *Forensic Sci Int.* 2007; 171:151-6.
- Harrington IJ. Biomechanics of joint injuries. In: Gozna E, editor. *Biomechanics of musculoskeletal injury.* Baltimore: Williams & Wilkins; 1982. p. 31-69.
- Kang HS, Whang TS, Cho BP, Yang YC. Morphological study on talar articular facets of Korean adult calcanei. *Anat Cell Biol.* 1990; 23(2):247-52. Korean.
- Kapandji IA. Lower limb. In: *The Physiology of the Joints.* Vol. 2, New York: Churchill Livingstone; 1970.
- Koshy S, Vettivel S, Selvaraj KG. Estimation of length of calcaneum and talus from their bony markers. *Forensic Sci Int.* 2002; 129:200-4.
- Lee UY, Han SH, Park DK, Kim YS, Kim DI, Chung IH, et al. Sex determination from the talus of Koreans by discriminant function analysis. *J Forensic Sci.* 2012; 57(1):166-71.
- Mann RA. Overview of foot and ankle biomechanics. In: Wickland Jr EH, editor. *Disorders of the Foot and Ankle: Medical and Surgical Management.* 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1991. p.385-408.
- Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Lower limb. In: *Clinically Oriented Anatomy.* 6th ed. Baltimore (MD): Williams & Wilkins; 2010. p. 522-4, 651.
- Norkin CC. *Joint Structure and Function.* Philadelphia: FA Davis; 1983.
- Perry J. Anatomy and biomechanics of the hindfoot. *Clin Orthop Relat Res.* 1983; 177:9-15.
- Rose GK. Pes planus. In: Wickland Jr EH, editor. *Disorders of the Foot and Ankle: Medical and Surgical Management.* 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1991. p. 892-919.
- Samilson RL, Dillin W. Cavus, cavovarus and calcaneocavus. *Clin Orthop Relat Res.* 1983; 177:125-32.
- Smith RW. Computerized sectional imaging: computed tomography and magnetic resonance imaging of the foot and ankle. In: Wickland Jr EH, editor. *Disorders of the Foot and Ankle: Medical and Surgical Management.* 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1991. p. 155-205.
- Steele DG. The estimation of sex on the basis of the talus and calcaneus. *Am J Phys Anthropol.* 1976; 45(3 Pt 2): 581-8.

# Types of Calcaneal Articular Facets of the Talus in Korean

Ji Yong Lee<sup>1</sup>, Min-Ho Jung<sup>1</sup>, Jin Suk Lee<sup>1</sup>, Byoung Young Choi<sup>1</sup>, Byung Pil Cho<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Anatomy, Yonsei University Wonju College of Medicine

<sup>2</sup>Institute of Lifestyle Medicine, Yonsei University Wonju College of Medicine

---

**Abstract** : Tali are one of the essential components for weight bearing and play an important role in the foot action. The three calcaneal articular facets of the talus are believed to have diverse morphological variations. However, so far, analysis of the articular facets has not been performed in Korean. In the present study, we classified calcaneal articular facets of the talus and measured several parameters of this bone in Korean adults.

Seventy six dry tali (male, 47; female, 29; right, 38; left 38) obtained from forty six (male, 28; female, 18) Korean adult cadavers were used for the investigation. The average age of the cadavers was 64-year-old. Types of calcaneal articular facets of the talus were classified as follows: Type A, a type with three separated facets; Type B, types in which anterior and middle facets are connected, but distinguished by a ridge. Type B was subdivided into B1 (having a notch that separates the two facets partially) and B2 (without a definite notch, thus the two facets appear to be continuous smoothly); Type C, a type with combined anterior and middle facets.

Type B was found to be the most common type (60.5%), and the incidence of its subtype B1 (28.9%) and B2 (31.6%) was similar to each other. Type C was noted in 30.3% of the cases, and type A was ranked the lowest (9.3%). Compared to the opposite gender, type C occurred more frequently in males, while type B1 was more prevalent in females. The length of the talus was somewhat longer in males (55.9 mm) than in females (52.8 mm). However, there was no difference between the two sexes in the width of the talus.

We could confirm that morphology of calcaneal articular facets of the talus is different between males and females. Also, our results indicate that characteristics of the facets of Korean differ from those of other races. The characteristics of calcaneal articular facets of the talus disclosed by the present study may provide valuable information for the understanding of motor mechanics of the foot in Korean.

---

**Keywords** : Talus, Calcaneal articular facets, Subtalar joint, Talocalcaneonavicular joint