

한국인의 종골 크기

을지대학교 의과대학 을지병원 족부족관절 정형외과, 이경태 정형외과*

김진수 · 조훈기 · 황새민 · 이근우 · 양기원 · 이경태*

The Size of Calcaneus in Koreans

Jin-su Kim, M.D., Ph.D., Hun-ki Cho, M.D., Sae-min Hwang, M.D.,
Keun-woo Lee, M.D., Ki-won Young, M.D. Ph.D., Kyung-tai Lee, M.D., Ph.D.*

*Surgery of Foot and Ankle, Eulji Medical Center, Eulji College of Medicine, Seoul, Korea,
Foot and ankle clinic, KT Lee's Hospital, Seoul, Korea**

=Abstract=

Purpose: Open reduction and internal fixation of calcaneal fracture using plate has been used. While numerous plates have been manufactured, most of the conventional plates are designed for westerners, realistically the size is larger for Korean. The domestic products, on the other hand, often have the undesirable screw holes and path. Therefore, we measured the radiologic parameter of Korean calcaneus for providing the plate and screw hole placements.

Materials and Methods: We measured the outer lines and angles with over the 20 years old 291 females and 322 males. A: Length of inferior plane of calcaneus, B: Length of anterior plane of calcaneus, C: Length from line A to sinus tarsi, D: Length from line A to posterior point of posterior facet, E: Length from line A to calcaneal tuberosity, F: Length of posterior facet, G: Length from anterior point of line A to C, H: Length from line C to line D, a: Angle between A and B, b: Gissane angle, c: Bohler angle, d: Calcaneal pitch angle using Marosis m-view®.

Results: Mean A, B, C, D, E, F, G, H were 63.6, 26.4, 23.2, 43.7, 40.5, 26.9, 12.8, 18.1 mm. Mean a, b, c, d angle were 105.8, 122.4, 32.4, 20.5°. Male's calcaneus is significantly bigger than female's (p<0.001).

Conclusion: AP calcaneus length 63.6 mm, maximal height 43.7 mm is considered to be helpful in making the Korean calcaneal plate.

Key Words: Calcaneus, Size, Angle, Korean

Received: January 19, 2013 Revised: February 5, 2013
Accepted: February 14, 2013

• **Corresponding Author: Ki-won Young**
Surgery of foot and ankle, Eulji medical center, 14 Hangeulbiseok-gil, Nowon-gu, seoul, korea
Tel: +82-2-970-8259 Fax: +82-2-974-8259
E-mail: youngkw1@naver.com

- 본 논문은 2012년 추계 족부족관절 학회 포스터로 발표되었습니다.
- 지식경제부에서 시행한 을지대학교 바이오-메디테크 산업화 지역혁신센터 공동연구사업의 연구결과입니다.

서 론

족부 족관절 영역에서 많이 발생하는 골절 중 하나인 종골 골절은 골유합을 위하여 관혈적 정복을 시행한 후 종골 금속판 및 나사못으로 고정하는 것이 한 가지 방법이다. 골절의 형태에 따라 다양한 고정 방법이 있지만, 후방 관절을 침범한 복합골절의 경우 외측 도달법을 이용하여 종골의 골절편을 정확하게 해부학적으로

정복하고 고정을 시행하는 것이 골유합을 얻는 데는 유리하고, 장기 추시 상에서 거골하 관절염 예방에 중요한 요소이다.^{1,2)} 많은 종골 골절용 금속판이 생산되고 제작되어 있지만, 국내에서 사용 가능한 여러 제품이 외국인을 대상으로 만든 금속판임으로 사이즈가 크고, 국내용으로 나와 있는 제품은 골절편을 고정할 수 있는 나사못의 구멍과 위치가 부족한 경우가 많다. 그래서 한국인의 종골 크기에 맞고 나사못 구멍이 충분히 위치하는 종골용 금속판을 개발하는 것이 필요하다. 이를 위한 선행 연구로 한국 정상인에서 촬영한 족부 외측 방사선 사진에서 한국인의 종골의 방사선학적 크기를 측정하여 개발에 필요한 정보를 얻고자 하였다. 또한, 종골의 골절 정복 여부를 확인하는데 필요한 지표인 Gissane각과 Bohler각의 한국인을 기준으로 한 정상 측정값이 보고되어 있지 않아 이를 측정하여 종골 골절의 수술 후 정복 지표로 삼고자 한다.

대상 및 방법

2011년 1월부터 2012년 6월까지 본원을 찾은 20세 이상의 환자 중 체중 부하 족부 외측면상을 촬영한 환자를 대상으로 하였다.

목표 표본수는 사우디아라비아 정상인 종골의 각도를 측정하기 위하여 선행되었던 연구 결과³⁾를 근거로 Gissane 각의 표준편차가 8.51일 때, Gissane 각의 평균은 양측 95% 신뢰수준 하에서 허용 오차 1.0 수준으로 유지하기 위해서 최소 281명이 필요한 것으로 산출되었다(PASS 11 (NCSS, LLC, Kaysville, UT, USA)). 여자 350명, 남자 350명을 무작위로 대상으로 하였고, 족부 외측면상에서 방사선학적으로 확인 가능하였던 족관절 및 거골하 관절 부위에 관절염이 있거나, 골절력이 있거나, 염증성 질환 및 샤코-마리-투스

병, 뇌성마비 등의 신경계 이상이 있어 심한 요족-내반 변형을 보이는 경우는 제외하여, 최종 여자 291명, 남자 323명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 남자가 38세(20~49세), 여자가 32세(20~50세)였다(Table 1).

체중 부하 족부 외측면상의 촬영은 환자를 양발 사이에 카세트를 세우는 촬영대 위에 서게 하고, 체중을 양발에 균등히 나누어 서고, 촬영할 방향의 필름 면에 촬영할 발을 붙여서 서있게 한다. 제 5 중족골의 기저부가 필름 중앙에 오게 하고 중심 X선을 제 5 중족골의 기저부 꼭지점을 향해 수직으로 방사선 관구를 1 m 거리에서 입사하였다. 필름의 크기는 10×12 인치 필름을 사용하였다. 방사선 상의 촬영된 사진의 평가 기준은 발바닥 측의 중족골 골두가 중복되게 나타나야 하며 발전체 및 원위 하퇴부가 포함되게 하고 비골이 경골의 후방에 위치하게 하였다. Marosis m-view® (Marotech, Seoul, Korea)를 이용하여 종골의 가장

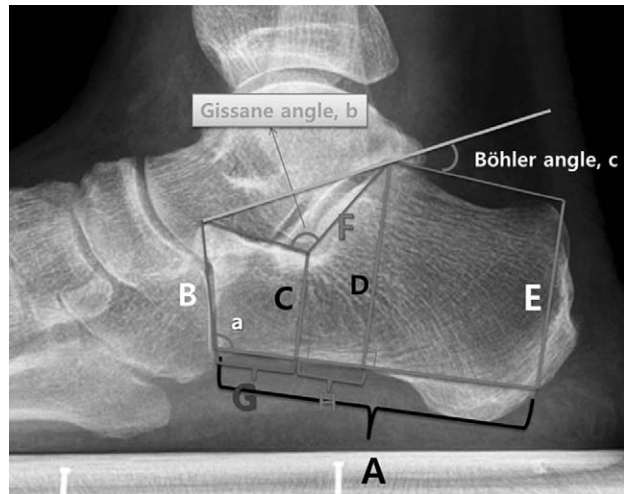


Figure 1. We measured the outer line of the calcaneus and the Gissane, Bohler and calcaneal pitch angle.

- A: Length of inferior plane of calcaneus
- B: Length of anterior plane of calcaneus
- C: Length from line A to sinus tarsi
- D: Length from line A to posterior point of posterior facet
- E: Length from line A to calcaneal tuberosity
- F: Length of posterior facet
- G: Length from anterior point of line A to C
- H: Length from line C to line D
- a: Angle between A and B
- b: Gissane angle
- c: Bohler angle
- d: Calcaneal pitch angle

Table 1. The Demographics of the Included Calcaneus.

	N=558	Sex (%)
Female	291	(47.4)
Male	323	(52.6)
Age, mean ± SD		
Female	37.94	± 9.50
Male	32.36	± 9.68

긴 아래 변의 길이를 A, 종골의 앞 변 길이를 B, 후방관절의 앞 점에서 선 A에 직각을 이루는 선의 길이를 C, 후방관절의 뒤 점에서 선 A에 직각을 이루는 선의 길이를 D, 선 A와 직각을 이루는 선과 만나는 종골의 뒤 변의 길이를 E, 후방관절의 길이를 F, 선 A의 앞 점에서 선 C가 그어진 점까지의 거리를 G, 선 C에서 선 D가 그어진 점까지의 거리(H)를 측정하여 종골의 최대 외측선의 길이 및 이를 재구성 할 수 있는 측정치를 측정하였다. 이 측정 외측 선을 다시 재구현 할 수 있도록 도움을 줄 수 있는 선 A와 선 B가 이루는 각도 a를 측정하였다. 종골 골절 시 골절의 정복 후 중요한 지표가 되는 Gissane 각(b), Bohler 각(c), 종골 경사각(calcaneal pitch angle, d)을 추가로 측정하였다(Fig. 1). 측정은 전공의 1인에 의해서 이루어졌다. 70명의 환자에서 상기 길이와 각도를 측정한 후 종골의 외연을 표지점을 정하고 길이 및 각도를 측정하는 방법을 연습한 후, 재고하여 일관되게 측정할 수 있도록 준비를 하였다. 이 후 본 연구에 포함된 환자에서 길이 및 각도를 측정하여 방사선 측정 오류를 줄일 수 있도록 하였다.

통계적으로 남녀의 종골의 크기 차이를 확인하기 위하여 각각의 길이 및 각도를 Student's t-test를 이용하여 유의성을 검증하였으며 나이를 보정한 경우는 ANCOVA를 사용하였다. 요족 및 평발의 변형이 있는 경우 종골의 크기와 정상각을 비교하기 위하여 ANOVA를 이용하여 각 군간의 평균값의 차이를 비교하였고, Duncan의 사후검증을 시행하였다. 평발의 경우 종골 경사각을 18도 이하, 정상을 18~21도, 요족을

21도 이상으로 가정하였다.⁴⁾ 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다(PASS 11 (NCSS, LLC, Kaysville, UT, USA)).

결 과

측정한 평균 A, B, C, D, E, F, G, H 선의 길이는 63.6(47.4-79.9), 26.4(18.5-44.2), 23.2(18.0-31.4), 43.7(35.6-56.0), 40.5(26.6-57.3), 26.9(19.4-38.9), 12.8(6.5-18.8), 18.1(10.3-28.2) mm로 측정이 되었고, 측정한 평균 a, b, c, d 각은 105.8(90.9-130.5), 122.4(98.9-141.6), 32.4(17.1-46.1), 20.5(6.2-38.0) 도로 측정이 되었

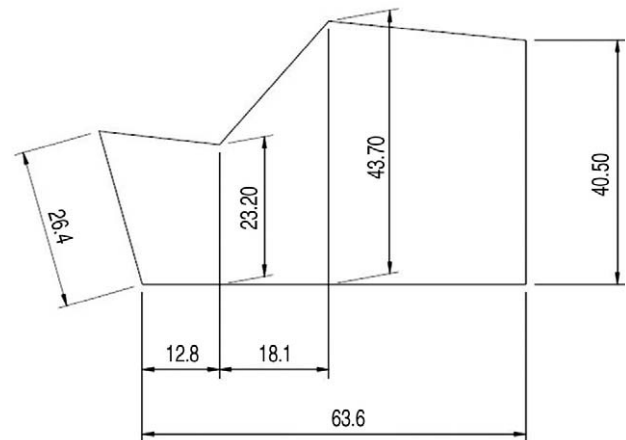


Figure 2. Outer line of the measured Korean calcaneus draw by CAD.

Table 2. The Average Length of the Calcaneal Outer Lines and Angles.

Variables	Number	Mean	SD	Min.	Max.
A	614	63.6	5.5	47.4	79.9
B	614	26.4	3.0	18.5	44.2
C	614	23.2	2.5	18.0	31.4
D	614	43.7	3.7	35.6	56.0
E	614	40.5	4.0	26.6	57.3
F	614	26.9	2.8	19.4	38.9
G	614	12.8	2.2	6.5	18.8
H	614	18.1	2.6	10.3	28.2
a	614	105.8	6.8	90.9	130.5
b (Gissane)	614	122.4	9.5	98.9	141.6
c (Bohler)	614	32.4	6.2	17.1	46.1
d (calcaneal pitch)	614	20.5	4.4	6.2	38.0

다(Table 2, Fig. 2).

남녀 간의 각각의 선 A, B, C, D, E, F, G, H 평균 길이의 편차는 6.1, 3.0, 2.9, 5.2, 4.6, 3.2, 0.9, 1.8 mm로 여자에서 의미 있게 종골의 크기가 작았다(Table 3). Gissane 각은 여자가 2.0 도크며(p=0.0071), Bohler 각은 남자가 1.2도 컸고(p=0.0234), 종골 경사각의 경우는 남자가 1.2도 컸다(p=0.0032)(Table 3). 남녀 간의 나이를 보정한 경우에도 종골의 크기가 전체적으로 여자에서 작았으나, Bohler 각은 남녀 간 차이가 없었다(p=0.2058)(Table 4).

종골에 측정된 방사선학적 길이는 요족이 있거나, 평발이 있는 경우에도 정상 값과 의미 있는 차이를 보이는 경우는 없었다. 종골의 높이를 대변하는 길이 D의 경우 평발, 요족 및 정상과 서로 차이를 보였으나 Duncan 사후 검증에서 p=0.163으로 서로 차이가 없는 것으로 나타났다. Gissane 각은 세 군간의 차이가 없었으며(p=0.968), Bohler 각은 평발, 요족, 정상으

로 갈수록 평균값이 30.8도, 32.1도 33.9도로 의미 있게 증가하였다(p=0.000).

고 찰

인도인에서 연구된 110개의 종골의 평균 전후 길이는 73.6±5.7 mm이다.⁵⁾ 남아프리카 흑인을 대상으로 하였을 때는 남자에서 종골의 평균 전후 길이는 79.7±3.99 mm 여자에서는 73.38±4.61 mm 였으며, 종골의 평균 높이는 남자에서 43.71±2.86 mm, 여자는 40.36±2.94 mm 였다.⁶⁾ 이집트인에서 연구한 결과에서는 때는 남자에서 종골의 평균 전후 길이는 84.34±5.1 mm 여자에서는 73.68±3.8 mm 였으며, 종골의 평균 높이는 남자에서 47.94±3.5 mm, 여자는 41.41±3.5 mm 였다.⁷⁾ 본 연구에서는 전후 길이가 평균 63.6 mm 로 인도, 남아메리카인, 이집트인보다는 크기가 작으나, 종골의 평균 높이는 43.7 mm로 전후 길이

Table 3. The Measurements of Gender Differences with the Calcaneal Lengths and Angles (P-value by Student's t-test)

Variables	Sex	Number	Mean	SD	Min.	Max.	t-Value	P value
A	F	291	60.4	4.3	47.4	75.2	16.26	<.0001
	M	323	66.5	4.9	55.4	79.9		
B	F	291	24.8	2.4	18.8	44.2	13.94	<.0001
	M	323	27.8	2.8	18.5	35.9		
C	F	291	21.7	2.1	18.0	28.2	17.62	<.0001
	M	323	24.6	2.0	18.3	31.4		
D	F	291	41.0	2.4	35.6	51.7	25.37	<.0001
	M	323	46.2	2.7	39.8	56.0		
E	F	291	38.0	3.0	26.6	47.3	17.86	<.0001
	M	323	42.6	3.4	32.7	57.3		
F	F	291	25.2	2.2	19.4	37.5	17.22	<.0001
	M	323	28.4	2.4	19.6	38.9		
G	F	291	12.3	2.0	7.2	18.2	4.84	0.0010
	M	323	13.2	2.3	6.5	18.8		
H	F	291	17.2	2.2	10.3	26.0	9.64	<.0001
	M	323	19.0	2.5	12.0	28.2		
a	F	291	104.4	6.1	90.9	126.2	4.90	<.0001
	M	323	107.1	7.2	92.6	130.5		
b	F	291	123.5	9.1	98.9	140.0	2.70	0.0071
	(Gissane angle)	M	323	121.5	9.8	99.5		
c	F	265	31.8	5.4	17.9	46.0	2.27	0.0234
	(Bohler)	M	264	33.0	6.9	17.1		
d	F	265	19.9	4.3	7.1	32.6	2.96	0.0032
	(calcaneal pitch)	M	264	21.1	4.4	6.2		

에 비해 차이가 적었다. 후방관절 먼의 길이의 경우에는 남아메리카인은 남자의 경우 평균 30.12±1.85 mm, 여자의 경우는 27.42±2.24 mm 였고,⁶⁾ 본 연구에서는 남자의 경우는 28.4 mm, 여자의 경우는 25.2 mm로 더 작았다.

유럽에서 800구의 종골의 전후크기를 측정하였을 때 86 cm 이상일 경우 남성, 86 cm 이하일 경우에는 여성일 가능성이 80%로 보고하고 있다.⁸⁾ 본 연구에서도 남

성이 여성보다 종골의 크기가 의미 있게 큰 것으로 나타났다. 한국인용 종골 금속판을 제작할 때는 유럽인이거나 흑인과 비교하여 전후 길이는 짧은 금속판을 제작하여야 할 것이며, 여성이 종골의 크기가 더욱 작으므로 크기 결정에 유의해야 할 것이다.

후방 관절 골편의 시상면 회전 전위 정도가 종골의 관절 내 골절에서 중요한 요소로 알려지고 있으며, 이 후방 관절 골편의 정복이 종골 골절의 관혈적 정복 중

Table 4. Age Adjusted Measurements of the Calcaneal Lengths and Angles (LSmean, SE, and 95% CI, P-value by ANCOVA)

Variables	Sex	LSmean	SE	95% CI		P value
A	F	60.90	0.26	60.38	61.42	<.0001
	M	66.09	0.25	65.60	66.58	
B	F	24.85	0.16	24.54	25.16	<.0001
	M	27.76	0.15	27.47	28.05	
C	F	21.72	0.12	21.49	21.96	<.0001
	M	24.59	0.12	24.37	24.82	
D	F	41.06	0.15	40.75	41.36	<.0001
	M	46.17	0.15	45.88	46.45	
E	F	37.96	0.19	37.58	38.33	<.0001
	M	42.71	0.18	42.35	43.07	
F	F	25.35	0.14	25.08	25.62	<.0001
	M	28.29	0.13	28.03	28.54	
G	F	12.30	0.13	12.04	12.55	<.0001
	M	13.18	0.12	12.94	13.43	
H	F	17.30	0.14	17.02	17.57	<.0001
	M	18.91	0.13	18.65	19.17	
a	F	104.53	0.40	103.74	105.32	<.0001
	M	106.99	0.38	106.24	107.73	
b (Gissane angle)	F	123.68	0.57	122.57	124.80	0.0030
	M	121.31	0.54	120.25	122.36	
c (Bohler)	F	32.05	0.38	31.29	32.80	0.2058
	M	32.75	0.39	31.99	33.51	
d (Calcaneal pitch)	F	19.88	0.27	19.34	20.42	0.0016
	M	21.14	0.28	20.60	21.68	

Table 5. Comparison of Ranges of Bohler’s Angles Reported in Previous Studies.

Study	Year of study	Race	Range (degree)
Hauser and Kroeker ¹⁶⁾	1975	Caucasians	20-40
Chen at al ¹⁵⁾	1991	Caucasians	14-50
Loucks and Buckley ¹⁷⁾	1999	Caucasians	25-40
Didia and Dimkpa ¹⁴⁾	1999	Nigerians	28-38
Igbibi and Mutesasira ¹³⁾	2001	Ugandans	20-50
Khoshhal et al ³⁾	2004	Saudi	16-47
Our study	2013	Korean	17-46

가장 중요한 요소이다.⁹⁾ 고정하는 방법으로 단일 나사못으로 고정하거나, 금속판의 나사못 구멍을 이용하여 고정하는 방법, 후방에서 K-금속강선을 추가적으로 고정하는 방법 등이 후방 관절의 정복 유지 위한 방법이 사용되고 있다. 금속판을 이용한 고정을 시행할 경우에는 종골 골절의 주요 골절편인 전방 돌기(anterior process), 후방 종골 조면부(posterior tuberosity), 후방 관절면(articular facet)의 세 가지 부위의 고정 시 최소 2개의 나사못 이용을 권고 하고 있다.¹⁰⁾ 후방 관절면의 고정을 위한 금속판 나사못 구멍이 있는 제품으로는 AO 잠김 나사못 종골 금속판, ACE-Depuy perimeter 금속판, Smith & Nephew 금속판 등이 있으며, Y, F, H 형태의 금속판에서는 후방 골절편의 연결부 부위에는 나사못 구멍이 없기 때문에 직접 골편을 압박 나사못 고정 방법을 이용하여 고정하여야 한다. 본 연구에서 측정된 후방 관절면의 길이 F는 평균 26.9 mm로 측정이 되었다. 그래서 후방 관절면을 금속판의 나사못 구멍이 위치해야 고정이 용이할 것이고, 두 개 이상의 나사못 고정을 하는 것이 회전변형이 일어나지 않도록 하고 강력한 고정력을 주게 됨으로 골유합에도 유리하게 작용할 것이다.

종골 골절 후 골절 상태를 확인 하는 것은 컴퓨터단층촬영을 시행하여 관절면의 전위 정도와 손상 정도를 평가하는 것이 바람직하다.¹¹⁾ 수술 중 및 수술 후 외측 족부 방사선 촬영 시 Gissane 각과 Bohler 각의 측정은 종골 골절의 정복여부를 확인할 수 있는 일반적인 방사선학적인 지표이다. Gissane 각은 120~145도,^{3,12)} Böehler 각의 경우는 14~50도로 각 인종별로 다르게 보고가 되고 있다.^{3,13-17)} Gissane 각의 경우는 종골 골절의 정복과 관련 되어 보고가 되고 있으나, Bohler 각의 경우 코카시안, 나이지리아, 우간다 및 사우디 아라비아인의 정상 각의 값이 Table 5와 같이 보고되어 있으며, 본 연구에서는 한국인의 Bohler 각은 평균 32.4 도이며, 17.1~46.1도의 범위로 확인되었다. 수술 전 손상 당하지 않은 반대편 발의 방사선 사진을 촬영하여 정상적인 각도를 예측하는 것이 가장 정확할 것이며, 본 연구에서 확인된 평균 Gissane 각 122.4 도와 평균 Böehler 각 32.4 도를 이용하는 것도 수술적 방침에 도움이 될 것이다. 또한 요족이 있는 경우는 Böehler 각이 정상 및 평발보다 증가하기 때문에 이를 고

려하여야 할 것이다.

이 연구의 제한점으로는 실제 종골 금속판의 디자인을 위하여 외곽선을 측정하였기 때문에 종골의 족저부 골극과 종골 조면부위의 일부를 생략하여 측정한 것이고, 앞뒤 최대길이를 측정하기 보다는 종골의 아랫면의 길이를 측정하여 다른 연구 결과와의 비교에 있어서 변이차가 있을 것으로 생각이 된다. 또한 방사선학적인 연구임으로 실제 사체 연구를 통한 종골의 크기를 측정 한 것과 차이가 있을 수 있어, 한국인의 종골에 대한 금속판 제작에는 제한된 정보만 제공할 수 있다.

결 론

종골의 방사선학적 크기는 전후 아래 면이 평균 63.6 mm이며, 후방 관절의 뒤 점에 측정된 종골의 높이는 평균 43.7 mm로 서양인에 비해서 그 크기가 작았다. 그러므로 이 범위보다 작게 종골의 금속판이 디자인 되어야 할 것이다. 후방 관절의 골절편을 고정하기 위해서, 26.9 mm 이내에 두 개 이상의 나사못 구멍이 필요 할 것으로 사료된다. 그리고 종골의 골절 정복 시 평균 Gissane 각 122.4 도와 평균 Bohler 각 32.4 도를 이용할 수 있을 것이다.

REFERENCES

1. **Guerado E, Bertrand ML, Cano JR.** Management of calcaneal fractures: what have we learnt over the years? *Injury.* 2012;43:1640-50.
2. **Badillo K, Pacheco JA, Padua SO, Gomez AA, Colon E, Vidal JA.** Multidetector CT evaluation of calcaneal fractures. *Radiographics.* 2011;31:81-92.
3. **Khoshhal KI, Ibrahim AF, Al-Nakshabandi NA, Zamzani MM, Al-Boukai AA, Zamzami MM.** Bohler's and Gissane's angles of the calcaneus in the Saudi population. *Saudi Med J.* 2004;25:1967-70.
4. **Kaschak TJ, Laine W.** Surgical radiology. *Clin Podiatr Med Surg.* 1988;5:797-829.
5. **Koshy S, Vettivel S, Selvaraj KG.** Estimation of length of calcaneum and talus from their bony markers. *Forensic Sci Int.* 2002;129:200-4.
6. **Bidmos MA, Asala SA.** Sexual dimorphism of the calcaneus of South African blacks. *J Forensic Sci.* 2004;49:446-50.

7. **Zakaria MS, Mohammed AH, Habib SR, Hanna MM, Fahiem AL.** Calcaneus radiograph as a diagnostic tool for sexual dimorphism in Egyptians. *J Forensic Leg Med.* 2010;17:378-82.
8. **Ari I, Kafa IM.** Bone length estimation and population-specific features of calcaneus and talus bones of the late Byzantine Era. *Coll Antropol.* 2009;33:613-8.
9. **Bae SY, Shin YK, Kim JO, Lee JH, Lee CW, Shin JH.** Evaluation of Rotational Displacement of the Posterior Facet on the Sagittal Plane in Computed Tomographic Images of Calcaneal Fractures. *J Korean Fract Soc.* 2005;18:165-9.
10. **Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL.** *Surgery of foot and ankle.* 8 ed. Philadelphia, Mosby:2037-2044, 2007.
11. **Sohn HM, Lee JY, Ha SH, Jo SH.** The Comparison of Radiographic Parameters and Clinical Results after Operative Treatment of Displaced Intraarticular Calcaneal Fractures. *J Korean Fract Soc.* 2007;20:227-32.
12. **Stephenson JR.** Displaced fractures of the os calcis involving the subtalar joint: the key role of the superomedial fragment. *Foot Ankle.* 1983;4:91-101.
13. **Igbigbi PS, Mutesasira AN.** Calcaneal angle in Ugandans. *Clin Anat.* 2003;16:328-30.
14. **Didia BC, Dimkpa JN.** The calcaneal angle in Nigerians. Relationship to sex, age, and side of the body. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1999;89:472-4.
15. **Chen MY, Bohrer SP, Kelley TF.** Bohler's angle: a reappraisal. *Ann Emerg Med.* 1991;20:122-4.
16. **Hauser ML, Kroeker RO.** Bohler's angle: a review and study. *J Am Podiatry Assoc.* 1975;65:517-21.
17. **Loucks C, Buckley R.** Bohler's angle: correlation with outcome in displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma.* 1999;13:554-8.