

한국인 사체에서의 정상 종골의 실측: 예비보고

김정한, 곽희철, 김전교*, 정양환

인제대학교 의과대학 부산백병원 정형외과학교실, *육군 제3821 부대 의무중대

Measurement of Normal Calcaneus in Korean Cadavers:
A Preliminary Report

Jung-Han Kim, Heui-Chul Gwak, Jeon-Gyo Kim*, Yang Hwan Jung

Department of Orthopaedic Surgery, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Busan,

*Medical Department of 3821th Unit, Korea Army, Gangwon-do, Korea

Purpose: The purpose of this report is to evaluate the measured values of normal Korean calcaneus by conduct of a cadaveric study.**Materials and Methods:** A total of 42 calcanei were obtained from Korean cadavers. A digital goniometer was used for measurement of Böhler's angle, Gissane angle, posterior facet articular inclination angle, and Fowler-Philip angle of calcaneus. A vernier caliper was used for measurement of the maximal antero-posterior length, maximal transverse width, and maximal height of calcaneus.**Results:** The average Böhler's angle, Gissane angle, posterior facet articular inclination angle, and Fowler-Philip angle was $32.3^\circ \pm 5.0^\circ$, $114.4^\circ \pm 8.2^\circ$, $61.2^\circ \pm 4.4^\circ$, and $60.3^\circ \pm 7.6^\circ$. The average maximal antero-posterior length, maximal transverse width, and maximal height of calcaneus was 74.2 ± 3.0 mm, 43.0 ± 4.0 mm, and 42.5 ± 3.0 mm.**Conclusion:** The measured values of normal Korean calcaneus were lower than the values reported in the international literature. Therefore, development of appropriate instruments reflecting the anatomical characteristics of Koreans will be needed.**Key Words:** Calcaneus, Size, Angle, Korean, Cadaver

서론

현재 증가하고 있는 족관절 주변 골절의 수술적 치료를 위해 많은 고정물 모델이 개발되고 있다. 이러한 디자인은 대부분 유럽이나 북미인을 대상으로 개발된 모델로 실제 한국인의 해부학적 특성과는 차이가 있는 실정이며, 이는 대상이 되었던 백인과 한국인과의 체형 차이에 의한 것으로 추정된다. 족관절 및 족부 골격구조의 여러 가지 계측치는 외상에 의한 골절 등의 문제를 진단하고 치료해야 하는 임상 의에게 있어 중요한 지침 중의 하나지만 우리나라에서는 아직까지 족관절 및 족부의 기본적인 해부학적 자료가 미비한 형편이다. 이로 인해 골절 정복에 사용되는 금속판의 경우 외국인의 계측치를 대상으로 만든 경우가 많아 크기나 모양이 적합하지 않은 경우가 많다. 이에 한국인의 성별에 따른 종골의 계측치를 산출하고, 기존의 외국 보고와의 비교를 통하여 한국인의 종골의 실측치를 보고하고자 한다.

대상 및 방법

2012년 12월부터 2014년 1월까지의 기간 중 인제대학교 의과대학 해부학교실에 기증된 총 21구(남성 8구, 여성 13구)의 한국인 사체를 대상으로 하였다. 병력을 조회하여 족부 및 족관절 부위의 외상력이 없음을 확인하였으며, three-dimensional (3D) C-arm (Simens, Berlin, Germany)을 통하여 골성 병변의 유무를 확인하였고 사체로부터 종골을 박리 후 골관절염, 골절, 부패 등의 육안적

Received January 16, 2014 Revised January 29, 2014 Accepted January 29, 2014

Corresponding Author: Heui-Chul Gwak

Department of Orthopaedic Surgery, Inje University Busan Paik Hospital, 75,

Bokji-ro, Busanjin-gu, Busan 614-735, Korea

Tel: 82-51-890-6996, Fax: 82-51-890-6129, E-mail: ortho1@hanmail.net

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2014 The Korean Foot and Ankle Society. All rights reserved.

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

병변 여부를 확인하여(Fig. 1) 변형이 동반된 경우에는 연구대상에서 제외하였다. 대상군의 연령은 54세에서 91세 사이였으며 평균 74세였다. 남성이 8구로 평균 68.5세였으며, 여성은 13구로 평균 77세였다. 평균 신장은 163.3 cm이며, 남성이 평균 169.5 cm, 여성이 157.1 cm였다.

21구의 사체에서 박리한 총 42개(우측 21개, 좌측 21개)의 종골을 측정 대상으로 하였다. 전자측각기(Digital goniometer; Bluebird, Seoul, Korea) (Fig. 2A)를 이용하여 종골의 Böhler's 각과 Gissane 각(Fig. 3), 종골 후관절 경사각(posterior facet articular inclination angle)과 Fowler-Philip 각(Fig. 4)을 0.1도 단위로 측정하

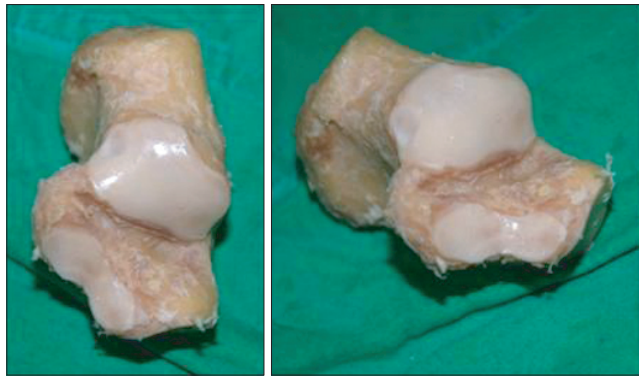


Figure 1. We confirmed a gross lesion in calcaneus.

였고, 측정양각기(Vernier caliper; Mitutoyo Philosophy, Kawasaki, Japan) (Fig. 2B)를 이용하여 종골의 최대 전후 직경과 최대 상하 직경(Fig. 5) 그리고 최대 좌우 직경(Fig. 6)을 0.1 mm 단위로 평가하였다. 동일 직선상 종골의 최전방 지점과 최후방 지점 사이의 거리를 최대 전후 직경으로, 동일 직선상 종골의 최고 지점과 최저 지점 사이의 거리를 최대 상하 직경으로, 동일 직선상 종골의 최대 측 지점과 최외측 지점 사이의 거리를 최대 좌우 직경으로 정의하

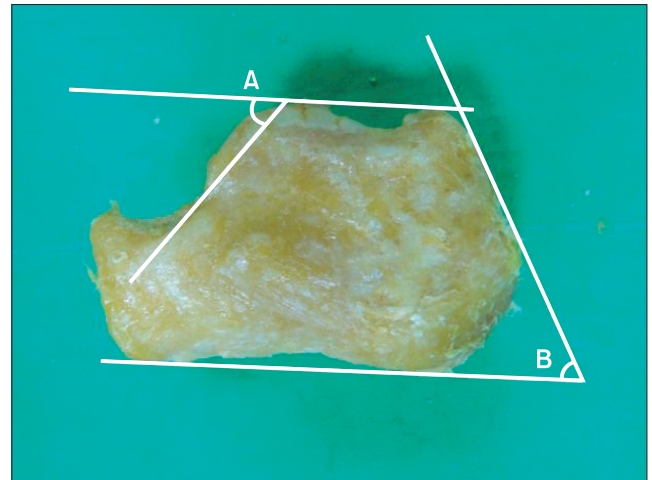


Figure 4. 'A': posterior facet articular inclination angle, 'B': Philip-Fowler angle.

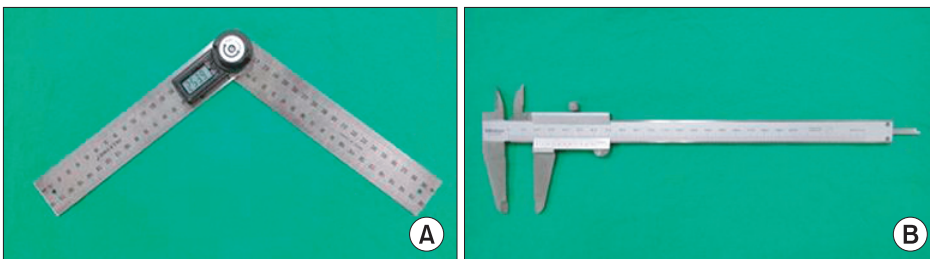


Figure 2. (A) Digital goniometer (Bluebird). (B) Vernier caliper (Mitutoyo Philosophy).

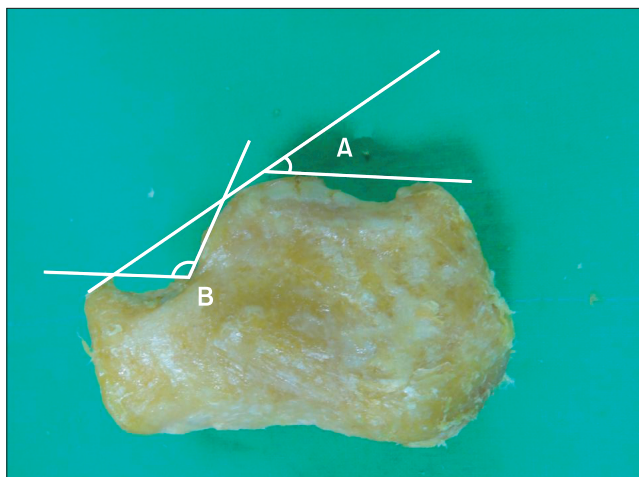


Figure 3. 'A': Böhler's angle, 'B': Gissane angle.

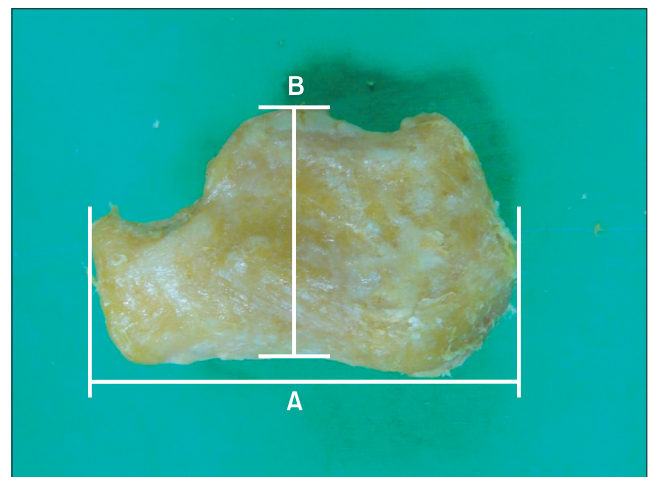


Figure 5. 'A': maximal anteroposterior length, 'B': maximal height.

였다. 모든 측정은 2인의 정형외과 의사에 의하여 이루어졌으며, 관찰자 내 및 관찰자 간 측정오차를 최소화하기 위해 한 관찰자가 모든 길이와 각도에 대하여 2회 측정하였고, 전체 변수들의 평균값을 산출하여 측정값을 정하였다. 통계적 방법은 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 Student's t-test, paired t-test 및 Wilcoxon rank sum test를 시행하였다.

결 과

측정된 종골의 Böhler's 각은 평균 32.3 ± 5.0 도($20.0 \sim 43.0$ 도)

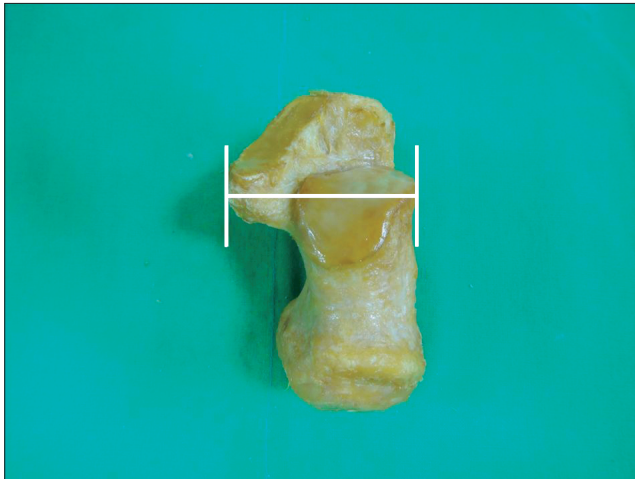


Figure 6. Maximal transverse width.

였으며, Gissane 각은 평균 114.4 ± 8.2 도($93.0 \sim 133.9$ 도), 종골 후관절 경사각은 평균 61.2 ± 4.4 도($51.0 \sim 68.1$ 도), Fowler-Philip 각은 평균 60.3 ± 7.6 도($41.0 \sim 71.5$ 도)였다. 측정된 종골의 최대 전후 직경은 74.2 ± 3.0 mm ($69 \sim 81$ mm), 최대 좌우 직경은 43.0 ± 4.0 mm ($37 \sim 56$ mm), 최대 상하 직경은 42.5 ± 3.0 mm ($35 \sim 47$ mm)였다(Table 1). 성별로 구별하였을 때, 남자에서 Böhler's 각은 평균 32.8 ± 5.8 도, Gissane 각은 평균 117.7 ± 7.4 도, 종골 후관절 경사각은 평균 60.5 ± 5.1 도, Fowler-Philip 각은 평균 60.5 ± 7.3 도였으며, 최대 전후 직경은 평균 74.2 ± 3.0 mm, 최대 좌우 직경은 43.7 ± 4.0 mm, 최대 상하 직경은 43.3 ± 2.0 mm였다. 여자에서 Böhler's 각은 평균 31.9 ± 4.6 도, Gissane 각은 평균 112.5 ± 8.1 도, 종골 후관

Table 1. Demographic Information

	n (%)	Mean \pm SD (range)
Age (yr)		74 ± 9.5 (54~91)
Gender		
Male	8 (38)	68.5 ± 10.6 (54~90)
Female	13 (62)	77 ± 7.0 (62~91)
Böhler angle (°)	42	32.3 ± 5.0 (20.0~43.0)
Gissane angle (°)	42	114.4 ± 8.2 (93.0~133.9)
Posterior facet articular inclination angle (°)	42	61.2 ± 4.4 (51.0~68.1)
Fowler-Philip angle (°)	42	60.3 ± 7.6 (41.0~71.5)
Maximum length (mm)	42	74.2 ± 3.0 (69~81)
Maximum width (mm)	42	43.0 ± 4.0 (37~56)
Maximum height (mm)	42	42.5 ± 3.0 (35~47)

SD: standard deviation.

Table 2. Differences between Males and Females

Variable	Male (n=16)	Female (n=26)	p-value
Böhler angle (°)	32.8 ± 5.8	31.9 ± 4.6	0.56
Gissane angle (°)	117.7 ± 7.4	112.5 ± 8.1	0.06
Posterior facet articular inclination angle (°)	60.5 ± 5.1	61.7 ± 4.0	0.49
Fowler-Philip angle (°)	60.5 ± 7.3	60.1 ± 7.9	0.89
Maximum length (mm)	74.2 ± 3.0	74.2 ± 4.0	0.88
Maximum width (mm)	43.7 ± 4.0	42.9 ± 4.0	0.69
Maximum height (mm)	43.3 ± 2.0	41.8 ± 3.0	0.10

Values are presented as mean \pm standard deviation.

Table 3. Differences between Right Side and Left Side

Variable	Right (n=21)	Left (n=21)	p-value
Böhler angle (°)	32.1 ± 5.7	32.4 ± 4.4	0.68
Gissane angle (°)	113.8 ± 7.6	115.1 ± 8.8	0.47
Posterior facet articular inclination angle (°)	61.7 ± 4.7	60.8 ± 4.2	0.25
Fowler-Philip angle (°)	59.9 ± 7.3	60.6 ± 8.0	0.63
Maximum length (mm)	74.3 ± 3.0	74.1 ± 3.0	0.65
Maximum width (mm)	42.9 ± 4.0	43.5 ± 4.0	0.12
Maximum height (mm)	42.5 ± 3.0	42.4 ± 3.0	0.52

Values are presented as mean \pm standard deviation.

절 경사각은 평균 $61.7 \pm 4.0^\circ$, Fowler-Philip 각은 평균 $60.1 \pm 7.9^\circ$ 도였으며, 최대 전후 직경은 평균 74.2 ± 4.0 mm, 최대 좌우 직경은 42.9 ± 4.0 mm, 최대 상하 직경은 41.8 ± 3.0 mm였다(Table 2). 좌우로 구별하였을 때, 우측에서 Böhler's 각은 평균 $32.1 \pm 5.7^\circ$, Gissane 각은 평균 $113.8 \pm 7.6^\circ$, 종골 후관절 경사각은 평균 $61.7 \pm 4.7^\circ$, Fowler-Philip 각은 평균 $59.9 \pm 7.3^\circ$ 도였으며, 최대 전후 직경은 평균 74.3 ± 3.0 mm, 최대 좌우 직경은 42.9 ± 4.0 mm, 최대 상하 직경은 42.5 ± 3.0 mm였다. 좌측에서 Böhler's 각은 평균 $32.4 \pm 4.4^\circ$, Gissane 각은 평균 $115.1 \pm 8.8^\circ$, 종골 후관절 경사각은 평균 $60.8 \pm 4.2^\circ$, Fowler-Philip 각은 평균 $60.6 \pm 8.0^\circ$ 도였으며, 최대 전후 직경은 평균 74.1 ± 3.0 mm, 최대 좌우 직경은 43.5 ± 4.0 mm, 최대 상하 직경은 42.4 ± 3.0 mm였다(Table 3).

본 연구에서 성별에 따른 남녀 차이 및 좌우 방향에 따른 측측치의 차이는 통계적 유의성이 없는 것으로 나타났다.

고 찰

최근 증가하고 있는 족관절 주변 골절의 수술적 치료를 위해 많은 고정물 모델이 개발되고 있으나 대부분 수입에 의존하고 있으며, 이러한 디자인의 대부분은 유럽이나 북미인을 대상으로 개발된 모델로서 실제 수술 중 한국인과 해부학적 차이가 있음을 드물지 않게 경험하게 된다. 또한, 많은 정형외과 의사들이 다양한 종골 골절 수술 중 금속판과 종골과의 크기 차이로 인하여 금속판을 절단하여 사용하게 되는 경우를 수차례 경험한다. 삽입물의 정확한 크기 및 안정된 고정은 장기 예후 및 양호한 기능적 회복에 중요하므로 정상 한국인의 종골 측정치에 대한 연구 및 이를 바탕으로 한 금속판의 제작이 필요하다.

Koshy 등¹⁾은 55구의 South Indian 사체를 대상으로 한 연구에서 종골의 최대 전후 직경을 89.5 mm로 보고하였다. Sakaue²⁾는 143구의 일본인 사체를 대상으로 한 연구에서 남성 종골의 최대 전후 직경은 73.9 mm, 여성은 67.7 mm로 보고하였으며, 최대 상하 직경은 남성은 38.0 mm, 여성은 34.1 mm로 보고하였다. Bidmos와 Asala³⁾는 116구의 African Blacks 사체를 대상으로 한 연구에서 남성 종골의 최대 전후 직경은 79.7 mm, 여성은 73.3 mm로 보고하였으며, 최대 상하 직경은 남성은 43.7 mm, 여성은 40.3 mm로 보고하였다. 이집트인에서 연구한 결과에서는 남성에서 종골의 평균 전후 직경은 84.3 ± 5.1 mm, 여성에서는 73.6 ± 3.8 mm였으며, 종골의 평균 상하 직경은 남성에서 47.9 ± 3.5 mm, 여성에서는 41.4 ± 3.5 mm였다.⁴⁾ Ari와 Kafa⁵⁾는 800구의 유럽인 종골의 최대 전후 직경을 측정하였을 때 86 mm 이상일 경우 남성, 86 mm 이하일 경우에는 여성일 가능성을 80%의 정확성으로 보고하고 있다. 본 연구에서 사체실험을 통해 국내 종골의 측정치를 평가한 결과, 일본인과는 비교적 유사한 값을 보이나, 아프리카인 및 유럽인과 비교 시 상대적으로 작은 값을 나타내었다.

종골에서 측정할 수 있는 Gissane 각 및 Böhler's 각은 골절 정복 후의 지표로서 흔히 사용되는데, 이는 방사선적으로 측정한다.⁶⁾ 일반적으로 Gissane 각은 $120 \sim 145^\circ$,^{7,8)} Böhler's 각의 경우는 $14 \sim 50^\circ$ 로 알려져 있으며, 각 인종별로 차이가 있다고 보고되고 있다.^{7,9-13)} Böhler's 각의 경우 코카시안, 나이지리아, 우간다 및 사우디 아라비아인의 정상각의 값이 $14 \sim 50^\circ$ 까지 보고되어 있는데, 본 연구에서 한국인의 Böhler's 각은 평균 32.6° 이며, $20 \sim 43^\circ$ 도의 범위로 확인되었다.

이를 미루어 볼 때 외국인을 대상으로 제작된 고정물 모델이 한국인의 종골 수술에서 적용 시 어려움이 있을 것으로 생각해 볼 수 있으며 한국인에 적합한 고정물은 전후 직경 및 상하 직경이 더 작은 금속판을 사용해야 할 것으로 생각된다. 나사못을 이용한 내고정 시 본 연구에서 시행한 종골의 최대 좌우 직경이 43 ± 4.0 mm이므로 40 mm 이상의 나사못을 사용하는 데 있어 유의해야 할 것이다.

간접적인 종골 골절 정복의 기준이 될 수 있는 Böhler's 각 및 Gissane 각에 있어서 본 연구에서 확인된 Böhler's 각 평균 $32.3 \pm 5.0^\circ$, Gissane 각 평균 $114.4 \pm 8.2^\circ$ 를 참고해 볼 수 있을 것이다. X-ray를 이용하여 측정한 한국인 종골의 측정에서 전후 아래면 평균이 63.6 mm이며 종골의 높이는 43.7 mm로, Gissane 각은 평균 122.4° , Böhler's 각은 평균 32.4° 로 보고하였으며 이는 본 연구의 시험과는 차이가 있는 수치를 보였다.¹⁴⁾

또한 본 연구의 결과는 한국인의 해부학적 특성에 맞는 금속판 선택 및 제작에 도움이 될 것으로 생각된다. 현재 널리 사용하고 있는 Synthes사(Paoli, PA, USA)의 Locking calcaneal plate의 extra-small size는 64 mm이며, 본 연구에서 측정된 한국인 종골의 최대 전후 직경은 74.2 ± 3.0 mm이다. 종골 골절 수술에서 내고정 시, 종골의 전후방 모서리와 고정물 사이에 필요한 일정한 간격(Fig. 7)과 전후 직경의 평균값을 고려하면 extra-small size보다 종골의 전후 길이가 작은 경우가 충분히 발생할 수 있으므로, 금속판의 전후

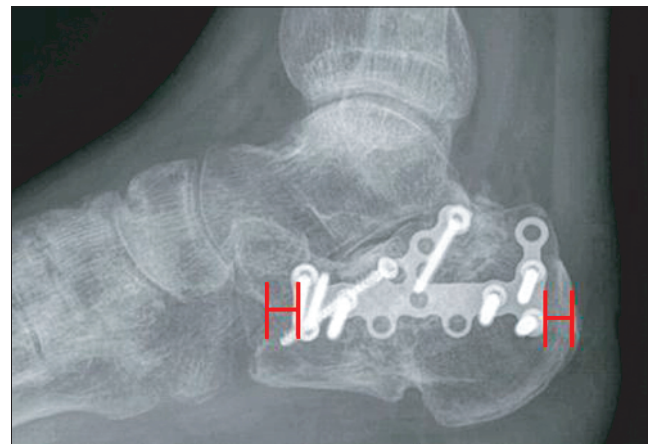


Figure 7. Intervals between the locking calcaneal plate fixation and calcaneal border.

직경을 작게 설계하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 한계점으로는 해부학교실에 기증된 사체에 한하여 종골 박리를 시행하였으므로 전 연령층을 대상으로 할 수 없었고, 연구에 사용된 사체의 연령이 50세 이상의 고령으로 그 대상군의 수가 부족하여 한국인 전체의 대표 값으로서 부족하다는 점이 있다. 또한 정확한 측정을 위하여 측정도구의 정밀성이 요구되며 관찰자의 오차가 발생할 수 있다는 점을 한계점으로 들 수 있다. 추후 더 많은 측정치의 확보 및 측정 기술의 숙련으로 오차를 줄이고 더 나아가 국내 연령대별 종골 해부학 구조를 파악하는 것이 필요할 것으로 생각된다. 본 연구는 예비 보고로, 추후 더 많은 수의 종골을 측정한 연구를 통해 좀 더 의미 있는 값을 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

또한 최근 단순 방사선 사진이나 3차원 컴퓨터 단층촬영 등을 이용한 방사선적 인체 측정에 관한 연구보고가 증가하는 상황에서, 본 연구의 결과와 방사선적 측정치를 연령별로 연계하여 비교함으로써 향후 방사선적 인체 측정에 관한 연구의 효용성에 평가 기준이 될 것으로 생각된다.

결 론

골절 정복 시 삽입물의 안정적인 고정은 장기적 예후 및 기능적 회복에 중요하다. 보다 나은 치료결과를 위해서는 수술적 기법의 발전만큼이나 한국인의 해부학적 특성에 적합한 크기와 모양을 가진 기구의 선택과 개발 역시 필수적이다. 본 연구는 한국인의 해부학적 특성을 파악하기 위한 선행 연구로서, 한국인의 종골에 대해 실측을 하였으며 이를 통해 기존 외국의 종골 측정치와 차이를 발견할 수 있었다. 이를 바탕으로 한 한국인의 해부학적 특성에 적합한 기구의 선택과 개발이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Koshy S, Vettivel S, Selvaraj KG. Estimation of length of calcaneum and talus from their bony markers. *Forensic Sci Int.* 2002; 129:200-4.
2. Sakaue K. Sex assessment from the talus and calcaneus of Japanese. *Bull Natl Mus Nat Sci Ser D.* 2011;37:35-48.
3. Bidmos MA, Asala SA. Sexual dimorphism of the calcaneus of South African blacks. *J Forensic Sci.* 2004;49:446-50.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Khoshhal KI, Ibrahim AF, Al-Nakshabandi NA, Zamzam MM, Al-Boukai AA, Zamzami MM. Böhler's and Gissane's angles of the calcaneus in the Saudi population. *Saudi Med J.* 2004;25:1967-70.
8. 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.
9. Igbigbi PS, Mutesasira AN. Calcaneal angle in Ugandans. *Clin Anat.* 2003;16:328-30.
10. 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.
11. Chen MY, Bohrer SP, Kelley TF. Boehler's angle: a reappraisal. *Ann Emerg Med.* 1991;20:122-4.
12. Hauser ML, Kroeker RO. Boehler's angle: a review and study. *J Am Podiatry Assoc.* 1975;65:517-21.
13. Loucks C, Buckley R. Bohler's angle: correlation with outcome in displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma.* 1999;13:554-8.
14. Kim JS, Cho HK, Hwang SM, Lee KW, Young KW, Lee KT. The size of calcaneus in Koreans. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2013;17: 143-9.