



การทดสอบความถูกต้องของวิธีการประเมินเพศ จากการวัดกระดูกสันเท้าศพนิรนามในประเทศไทย Validation Test on Metric Sex Assessment from Calcaneus of Unidentified Remains in Thailand

นฤมล ภารสมพษ์*

Narumol Parasompong

สิทธิพร เรืองดิษฐ์**

Sittiporn Ruengdit

สุธิดา สุวรรณรังสี*

Suthida Suwannarangsi

■ บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการทดสอบความถูกต้องของวิธีการประเมินเพศจากการวัดกระดูกสันเท้าศพนิรนามในประเทศไทย โดยศึกษาจากกระดูกสันเท้าศพนิรนามที่เสียชีวิตในช่วงปี พ.ศ. 2546-2563 ของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ จำนวน 140 ตัวอย่าง (ชาย 70 ตัวอย่าง หญิง 70 ตัวอย่าง) อายุในช่วงวัยผู้ใหญ่ ถึงสูงอายุ เนื่องจากกระดูกสันเท้า (calcaneus) เป็นชิ้นส่วนกระดูกที่พบได้บ่อยในสถานที่เกิดเหตุและมีความสำคัญในการตรวจพิสูจน์บุคคลทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการระบุเพศ การศึกษานี้จึงรวบรวมข้อมูลการวัดกระดูกสันเท้า จากตำแหน่งต่าง ๆ จำนวน 9 ตัวแปร วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างเพศชายและหญิง พบว่า ค่าเฉลี่ยทุกตัวแปรระหว่างเพศชายและหญิง มีความแตกต่าง

* นักนิติวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์

Forensic Scientist Senior Professional Level, Central Institute of Thailand

** อาจารย์, คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Lecturer, Faculty of Medicine, Chiang Mai University

Received: March 12, 2021 Revised: September 27, 2021 Accepted: October 11, 2021

กันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการศึกษาการจำแนกกลุ่มเพศใช้สถิติวิเคราะห์จำแนกประเภท (discriminant analysis) แบบ stepwise method เพื่อใช้แยกกลุ่มเพศ ผลจากการทดสอบความถูกต้องของสมการหลายตัวแปรเพศชายให้ความถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 72.9 ถึง 80 เพศหญิง 75.7 ถึง 82.9 เมื่อเปรียบเทียบกับผลจากกลุ่มประชากรอื่นและกลุ่มประชากรไทยในต่างภูมิภาค พบว่า สมการมีความจำเพาะในแต่ละกลุ่มประชากร หรือแม้แต่กลุ่มประชากรไทยในพื้นที่ต่างกัน การศึกษานี้จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการระบุเพศจากกระดูกสันเท้าศพนิรนามในประเทศไทย

คำสำคัญ: การประเมินเพศจากการวัด, กระดูกสันเท้า, ศพนิรนาม, ประเทศไทย

■ Abstract

The objective of this study is to validate the metric sex assessment by calcaneus measurement of unidentified remains in Thailand. A total number of 140 calcaneus samples (70 males, 70 females) of the Central Institute of Forensic Science were selectively collected from the unidentified bodies found dead during 2003-2020 and with adult to elderly age range. The calcaneus is a common bone fragment usually found at crime scenes and plays an important role for individual profile in forensic investigation, especially the sex identification. In this study, the skeletal measurement of calcaneal

samples collected from different positions under nine variables was examined. Data were analyzed using descriptive statistics with mean and standard deviation. Consider the means between males and females, all nine variables were found to be significantly different. For the study of gender classification, the accuracy of model equations for sex estimation was between 72.9 to 80.0% in males and 75.7 to 82.9 in females, according to the discriminant analysis based on the stepwise method. In comparison between other population groups and Thai populations in other regions, it was found that the equations were specific to each population as well as Thai population in other regions. Hence, this study can be utilized for sex estimation from unidentified remains in Thailand.

Keywords: metric sex assessment, calcaneus, unidentified remains, Thailand

■ บทนำ

การจำแนกเพศจากโครงกระดูกในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ นับว่าเป็นข้อมูลที่สำคัญในการระบุตัวบุคคลหรือข้อมูลในการพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคล โดยเฉพาะอย่างยิ่งศพนิรนามที่ปัจจุบันมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การตรวจพิสูจน์หาสารพันธุกรรมเพื่อระบุเพศจากโครโมโซมเป็นวิธีที่สามารถระบุตัวบุคคลได้แม่นยำสูงสุดแต่ต้องใช้ห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือที่มีความ

ซับซ้อน ราคาสูง ร่วมกับผู้วิเคราะห์ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในหน่วยงานที่มีงบประมาณและสิ่งอำนวยความสะดวกไม่เพียงพอ ดังนั้น การนำวิธีทางมานุษยวิทยาโดยใช้การวัดขนาดชิ้นส่วนของโครงกระดูกที่หลงเหลืออยู่มาใช้ประโยชน์ในการระบุเพศ สามารถเพิ่มโอกาสความสำเร็จในการระบุบุคคลได้สูงถึงร้อยละ 50 ซึ่งกระดูกสันเท้าเป็นกระดูกที่พบได้บ่อยในสถานที่เกิดเหตุ ทำให้มีการศึกษาการวัดกระดูกสันเท้าเพื่อใช้ในการระบุเพศในกลุ่มประชากรที่หลากหลายหรือแม้แต่ในกลุ่มประชากรไทยจากภูมิภาคต่างกัน เนื่องจากรูปร่างและขนาดของกระดูกสันเท้าเป็นข้อมูลที่มีความจำเพาะในแต่ละกลุ่มประชากร (population specific)

กระดูกสันเท้า ถือว่าเป็นชิ้นส่วนของกระดูกที่พบได้บ่อยในกรณีที่เกิดศพไม่สมบูรณ์ ไม่ครบทั้งร่างจึงเป็นชิ้นส่วนที่คงทนมักหลงเหลือในสถานที่เกิดเหตุ เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในกระดูกเท้าและข้อเท้า กระดูกสันเท้าเป็นกระดูกที่มีหน้าที่สำคัญในการเคลื่อนที่และรับน้ำหนักจากทั้งร่างกายมนุษย์จึงสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ขนาดร่างกายมนุษย์ได้ (Bidmos & Asala, 2005) ค่าการวัดตำแหน่งต่าง ๆ สามารถนำมาใช้ในการประเมินเพศ (Bidmos & Asala, 2003; Bidmos & Asala, 2004) และส่วนสูงได้ (Holland, 1995) กลุ่มประชากรที่แตกต่างกันก็มีกระดูกสันเท้าที่มีรูปร่างที่แตกต่างกัน เช่น ความแตกต่างของจำนวน talar articular facet บนกระดูกสันเท้า ระหว่างประชากรชาวอังกฤษ อินเดีย ไนจีเรีย และศรีลังกา (Bunning & Barnett, 1965) หรือแม้แต่ในกลุ่มประชากรเดียวกัน เพศชายและหญิงก็มีกระดูกสันเท้า

ที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นกระดูกสันเท้าจึงเป็นส่วนที่มีความจำเพาะระหว่างกลุ่มประชากรสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศ ส่วนสูง และเชื้อชาติได้ จึงมีการศึกษามากมายที่เกี่ยวข้องกับค่าการวัดกระดูกสันเท้า เพื่อใช้ในการระบุเพศของศพ (Bidmos & Asala, 2004; Peckmann, Orr, Meek, & Manolis, 2015; Russo, 2007; Steele, 1976) สำหรับในกลุ่มประชากรไทยในปี 2011 (Wanpradab, Prasit Watthon agree, & Mahakkanukrauh, 2011) มีการศึกษาการประเมินเพศจากกระดูกสันเท้าในประชากรไทยภาคเหนือ จำนวน 200 ตัวอย่างด้วยการวัดขนาดกระดูกสันเท้าจำนวน 7 ตัวแปร นำมาสร้างสมการแยกกลุ่มเพศที่สามารถให้ค่าความถูกต้องในการทำนายเพศจากกระดูกสันเท้าข้างซ้ายได้สูงถึงร้อยละ 90.5 และข้างขวาร้อยละ 91 ต่อมา Scott ศึกษาจากตัวอย่างโครงกระดูกสันเท้าข้างซ้ายของชาย 116 คน หญิง 116 คน จากศูนย์วิจัยนิติวิทยากระดูก (Forensic Osteology Research Center: FORC) คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยการวัดระยะที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกระดูกสันเท้า 9 ค่า พบว่า ค่าการวัดทั้งหมดสามารถใช้ในการประเมินเพศได้ที่มีความถูกต้องตั้งแต่ 67.9-87.7% (Scott, Ruengdit, Peckmann, & Mahakkanukrauh, 2017) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มประชากรอื่น พบว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชากร โดยเฉลี่ยค่าการวัดกระดูกสันเท้าของคนไทยมักจะมีขนาดเล็กกว่าชาวกรีก (Peckmann et al., 2015), White South African (Bidmos & Dayal, 2003), Black South African (Bidmos & Asala, 2004) และ Southern

Italian (Introna, Vella, Campobasso, & Dragone, 1997) ดังนั้น จึงมีความจำเป็นในการศึกษาถึงการทดสอบประสิทธิภาพการประเมินเพศจากการวัดกระดูกสันเท้าจากศพนิรนามในประเทศไทย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการระบุเพศจากศพโดยเฉพาะในกรณีที่พบเพียงชิ้นส่วนของศพ ซึ่งพบได้บ่อยในทางนิติวิทยาศาสตร์ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างองค์ความรู้การประเมินเพศจากชิ้นส่วนกระดูกศพนิรนามเพื่อประโยชน์ในการพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคล แนวทางการทดสอบความถูกต้องของวิธีการให้ผลการประเมินเพศด้วยการวัดก่อนการนำมาใช้ในการให้ผลการประเมินเพศของบุคคลทางนิติมานุษยวิทยาและการทดสอบความถูกต้องของวิธีการประเมินเพศจากการวัดกระดูกสันเท้าของประชากรไทยในภูมิภาคอื่นเมื่อนำมาใช้กับศพนิรนามในภาคกลาง เพื่อสร้างวิธีการประเมินเพศจากการวัดกระดูกสันเท้าของประชากรไทยที่มีความถูกต้องสูงสุดเพื่อการพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคลให้ได้ผลการตรวจพิสูจน์มีความถูกต้องสูงสุดเพื่อประโยชน์ทั้งในด้านกฎหมายและสิทธิมนุษยชนของประชาชน รวมถึงช่วยลดปัญหาด้านการสูญเสียงบประมาณ และการจัดการศพนิรนาม ซึ่งเป็นประเด็นปัญหาที่หลายประเทศรวมถึงประเทศไทยต่างตระหนัก ถึงเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการศพนิรนามในอนาคต (ณัฐธิดา ศรีนาค, 2563)

■ วิธีดำเนินการวิจัย

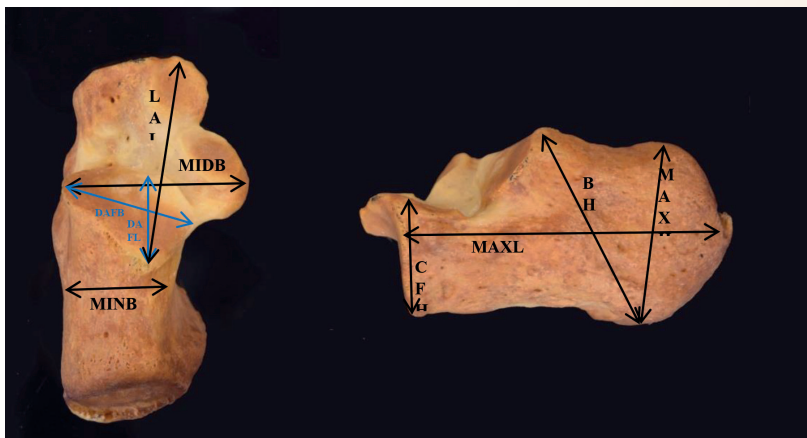
วัดขนาดกระดูกสันเท้าจากศพนิรนามที่เสียชีวิตในช่วงปี พ.ศ. 2545-2563 ของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ จำนวน 140 คน (ชาย 70 คน หญิง 70 คน) ที่มีข้อมูลเพศจากรายงานการชันสูตรศพและผลการตรวจสารพันธุกรรม โดยไม่รวมกระดูกที่เป็นโรคหรือได้รับความเสียหายบริเวณตำแหน่งที่ใช้วัดบนกระดูกสันเท้า เลือกวัดขนาดกระดูกสันเท้าข้างซ้าย ยกเว้นกระดูกที่เป็นโรคหรือได้รับความเสียหายบริเวณตำแหน่งที่ใช้วัด ใช้การวัดจากข้างขวาด้วยเครื่องวัดระยะที่มีความแม่นยำสูงเครื่องวัดเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Caliper) ที่ผ่านการสอบเทียบตามมาตรฐานสากล ISO/IEC17025 วัดขนาดกระดูกสันเท้าในหน่วย 1/100 มิลลิเมตร (0.01 มิลลิเมตร) จำนวน 9 ตัวแปร ด้วยวิธีการวัดของ Peckmann et al. (2015) ได้แก่ ความยาวมากที่สุด (Maximum Length: MAXL) ความสูงมากที่สุด (Maximum Height: MAXH) ความสูงของ cuboid facet (Cuboid Facet Height: CFH) ความสูงของ body (Body Height: BH) ความกว้างน้อยสุด (Minimum Breadth: MINB) ความยาว load arm (Load Arm Length: LAL) ความกว้างแนวกลาง (Middle Breadth: MIDB) ความกว้าง Dorsal Articular Facet (Dorsal Articular Facet Breadth: DAFB) ความยาว Dorsal Articular Facet (Dorsal Articular Facet Length: DAFL) ดังอธิบายในตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดค่าการวัด

ค่าการวัด	รายละเอียด*
ความยาวมากที่สุด (Maximum Length-MAXL)	ความยาวมากสุดในแนวเส้นตรงระหว่างจุดด้านหน้าสุดของกระดูกสันเท้าถึงจุดด้านหลังสุดของ calcaneal tuberosity
ความสูงมากที่สุด (Maximum Height-MAXH)	ความสูงมากสุดในแนวเส้นตรงระหว่างจุดบนสุดถึงจุดล่างสุดของ calcaneal tuberosity
ความสูงของ Cuboid Facet (Cuboid Facet Height-CFH)	ความสูงมากสุดในแนวเส้นตรงระหว่างจุดบนสุดถึงจุดล่างสุดของ cuboid facet
ความสูงของ Body (Body Height-BH)	ระยะเส้นตรงระหว่างจุดกลางด้านหลังสุดของ dorsal articular facet กับจุดหน้าสุดของ calcaneal tuberosity
ความกว้างน้อยสุด (Minimum Breadth-MINB)	ระยะเส้นตรงน้อยสุดระหว่างพื้นผิวด้านในถึงพื้นผิวด้านนอกของ calcaneal body
ความยาว Load Arm (Load Arm Length-LAL)	ความยาวมากสุดในแนวเส้นตรงระหว่างจุดหน้าสุดของกระดูกสันเท้าถึงจุดหลังสุดของ dorsal articular facet
ความกว้างแนวกลาง (Middle breadth-MIDB)	ความกว้างมากสุดในแนวเส้นตรงระหว่างจุดนอกสุด (most lateral point) ของ dorsal articular facet ถึงจุดในสุดของ sustentaculum tali
ความกว้าง Dorsal Articular Facet (Dorsal Articular Facet Breadth-DAFB)	ความกว้างมากสุดในแนวเส้นตรงระหว่างจุดในสุดและจุดนอกสุดของ dorsal articular facet
ความยาว Dorsal Articular Facet (Dorsal Articular Facet Length-DAFL)	ความยาวมากสุดในแนวเส้นตรงระหว่างจุดหลังสุดและจุดหน้าสุดของ dorsal articular facet

ที่มา: Bidmos, 2006

ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งการวัดบนกระดูกสันเท้า



นำข้อมูลการวัดทั้ง 9 ตัวแปร มาหาค่าเฉลี่ย และนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป ทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวิจัย ด้วยการหาค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการวัด โดยผู้วัดคนเดียวกัน (Intra observer error) และ ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการวัดโดยผู้วัดต่างกัน (inter observer error) ถ้าค่าความผิดพลาดจากผู้วัดสูงแสดงถึงความแม่นยำต่ำ แสดงถึงความผิดพลาดสูง (Ulijaszek & Kerr, 1999) ในการใช้วิธีนี้ในการประเมินเพศ การทดสอบ ค่าความแตกต่างนี้ทำได้โดยสุ่มตัวอย่างที่ใช้ ในการวิจัยจำนวน 30 ตัวอย่าง (10-20% จาก จำนวนตัวอย่างทั้งหมด) ซึ่งเป็นจำนวนตัวอย่าง ที่เพียงพอต่อการนำมาหาค่าความผิดพลาด ที่เกิดจากผู้วัดคนเดียวกันและผู้วัดต่างกัน (Buikstra & Ubeleker, 1994) นำมาวัดซ้ำสองครั้ง โดยผู้วัดสองคน ประเมินความแม่นยำของการวัด และดูความคลาดเคลื่อนของค่าการวัด โดยการ คำนวณหาค่า Technical error of measurement (TEM), เปรียบเทียบค่า TEM เป็นร้อยละ (relative TEM) และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือ (Coefficient of Reliability-R) ตาม International Society standardization Advancement in Kinanthropometry (ISAK) (Perini, Oliveira, Omellas, & Oliveira, 2005; Scott et al., 2017; Weinberg, Scott, & Neiswanger, 2005) ดังสูตรคำนวณต่อไปนี้

$$TEM = \sqrt{\Sigma D^2 / 2N}$$

$$\text{relative TEM} = (TEM/VAV) \times 100$$

$$R = 1 - ((\text{total TEM})^2 / \Sigma D^2)$$

เมื่อ D = ค่าความแตกต่างของการวัดระหว่าง กลุ่มข้อมูล (The difference between the first and second set of measurement)

N=จำนวนค่าการวัดทั้งหมด (Total Number of measurement)

VAV = ค่าเฉลี่ยของค่าการวัดทั้งหมด (variable average value)

วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่าง เพศชายและเพศหญิงและใช้สถิติวิเคราะห์ จำแนกกลุ่ม (discriminant analysis) แบบวิธี stepwise method สำหรับสร้างฟังก์ชันสมการ เพื่อใช้จำแนกกลุ่มเพศ และทดสอบค่าความ ถูกต้องในการทำนายเพศของฟังก์ชันสมการ ที่ได้

■ ผลการวิจัย

ผลจากการทดสอบความน่าเชื่อถือของ เครื่องมือในการวิจัยด้วยการหาค่าความผิดพลาด ที่เกิดจากการวัดโดยผู้วัดคนเดียวกัน (Intra observer error) และค่าความผิดพลาดที่เกิดจาก การวัดโดยผู้วัดต่างกัน (Inter observer error) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่า Intra observer error และ Inter observer error

Measurement ^a	Intra observer error		Inter observer error	
	rTEM ^c	R ^d	rTEM	R
MAXL	0.65	0.99	1.50	0.95
MAXH	3.85	0.85	3.03	0.91
CFH	2.85	0.92	5.50	0.75
BH	2.44	0.91	6.28	0.54
MINB	2.11	0.95	2.99	0.90
LAL	0.96	0.98	1.45	0.95
MIDB	0.52	0.99	1.90	0.90
DAFB	2.27	0.93	7.38	0.46
DAFL	2.36	0.91	2.84	0.88

^a MAXL(Maximum Length); MAXH(Maximum Height); CFH(Cuboidal Facet Height); BH(Body Height); MINB(Minimum Breadth); LAL(Load Arm Length); MIDB (Middle Breadth); DAFB(Dorsal Articular Facet Breadth); DAFL (Dorsal Articular Facet Length).

^b TEM (Technical Measurement Error)

^c rTEM (Relative Technical Measurement Error)

^d R (Coefficient of Reliability)

จากผลการวิเคราะห์ค่า Intra observer error พบว่า ค่า rTEM และค่า R อยู่ในช่วง 0.85-0.99 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.75 (Ward & Jamison, 1991) อยู่ในช่วงค่าความน่าเชื่อถือในทางมานุษยวิทยาที่ยอมรับได้ ส่วนค่า Inter observer error ของค่าการวัดส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 0.75 ยกเว้น CFH, BH และ DAFB มีค่าความน่าเชื่อถือที่ต่ำกว่าเกณฑ์

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Descriptive statistic เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในกลุ่มเพศชายและหญิง ด้วยสถิติ t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยทุกตัวแปรระหว่างเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงค่าพื้นฐานทางสถิติและการทดสอบ t-test ของกระดูกสันหลัง

Variable	Male (n = 70)				Female (n = 70)				t-value	p-value*
	Mean (mm)	SD	Min (mm)	Max (mm)	Mean (mm)	SD	Min (mm)	Max (mm)		
MAXL	76.70	4.33	64.55	86.43	70.72	3.96	59.58	77.74	-8.516	< 0.005
MAXH	41.81	3.92	24.14	48.80	38.85	3.19	29.49	47.83	-4.906	< 0.005
CFH	25.96	2.37	21.34	32.69	23.40	1.80	19.38	27.98	-7.197	< 0.005
BH	44.67	4.06	34.28	54.86	40.54	2.94	34.10	49.25	-6.898	< 0.005
MINB	26.27	2.38	21.53	31.91	24.04	2.14	17.55	29.22	-5.838	< 0.005
LAL	47.32	3.23	40.38	54.76	43.45	3.08	36.32	50.96	-7.235	< 0.005
MIDB	40.41	2.17	35.99	45.99	37.17	2.68	24.76	43.51	-7.879	< 0.005
DAFB	29.05	2.37	24.85	35.00	26.72	2.14	20.71	32.79	-6.097	< 0.005
DAFL	28.78	3.02	23.22	43.29	25.58	2.34	17.53	31.32	-7.011	< 0.005

* p-value was measured by independent t-test and value <0.005 (Bonferroni correction) = statistically highly significant different between sexes.

จากตารางที่ 2 แสดงค่าสถิติเชิงพรรณนาของข้อมูลดังกล่าว พบว่า ค่าการวัดทั้ง 9 ตำแหน่งมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 99.5 (P-value < 0.005) โดยที่เพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิง สามารถนำไปวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกกลุ่มด้วยวิธี Discriminant analysis เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการจำแนกด้วยวิธีการสร้างเป็นสมการจำแนกกลุ่มวิธีแบบขั้นตอน (stepwise method) โดยเลือกตัวแปร

ทีละตัวและทำการเพิ่มตัวแปรเข้าไปเพื่อให้การจำแนกกลุ่มดียิ่งขึ้น ตามตารางที่ 3 ดังสมการ

$$D = v_1 X_1 + v_2 X_2 + v_3 X_3 + \dots + v_i X_i +$$

เมื่อ D = การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม

V = สัมประสิทธิ์การจำแนกกลุ่ม

X = ค่าตัวแปรที่ได้จากการวัดค่า

i = จำนวนตัวแปร

a = ค่าคงที่

ตารางที่ 3 แสดงค่า Discriminant analysis (Stepwise method)

Functions	Variables *	Unstandardized coefficient	Wilks' lambda	p-value*	Original accuracy (%)				Cross-validation accuracy (%)			
					Male	Female	Overall	Sex bias	Male	Female	Overall	Sex bias
1. All 9 variables	MAXL	0.129	0.560	0.000*	80.0	87.1	83.6	-7.1	78.6	82.9	80.7	-4.3
	MAXH	-0.03										
	CFH	0.147										
	BH	0.087										
	MINB	-0.028										
	LAL	-0.108										
	MIDB	0.083										
	DAFB	0.059										
	DAFL	0.130										
2. Length variables	Constant	-18.40	0.614	0.000*	80.0	80.0	80.0	0.0	80.0	80.0	80.0	0.0
	MAXL	0.188										
	LAL	-0.029										
	DAFL	0.176										
3. Breadth variables	Constant	-17.314	0.669	0.000*	77.1	75.7	76.4	1.4	77.1	75.7	76.4	1.4
	MINB	0.079										
	MIDB	0.293										
	DAFB	0.116										
4. Height variables	Constant	-16.592	0.649	0.000*	72.9	77.1	75.0	-4.2	72.9	77.1	75.0	-4.2
	MAXH	0.035										
	CFH	0.296										
	BH	0.145										
5. Stepwise variables	Constant	-14.876	0.586	0.000*	81.4	81.4	81.4	0	80.0	81.4	80.7	-1.4
	MAXL	0.133										
	CFH	0.179										
	DAFL	0.129										
	Constant	-17.752										

* p-value < 0.005

* MAXL(maximum length); MAXH(maximum height); CFH(cuboidal facet height); BH(body height); MINB(minimum breadth); LAL(load arm length); MIDB (middle breadth); DAFB(dorsal articular facet breadth); DAFL (dorsal articular facet length).

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าที่ได้จากการวัดทั้ง 9 ตำแหน่ง เมื่อนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์และค่าคงที่มาคิดตามสมการเพื่อจำแนกเพศของโครงกระดูกจากกระดูกสันเท้า สามารถจำแนกเพศได้ถูกต้องสูงถึงร้อยละ 80.7 แต่หากใช้เพียงค่าจากบางตำแหน่ง เช่น ค่าการวัดจาก 3 ตำแหน่ง ได้แก่ MAXL, LAL และ DAFL ค่าความถูกต้องในการจำแนกเพศได้ถูกต้องลดลงเป็นร้อยละ 80 ซึ่งหากพิจารณาใช้ค่า MAXL, CFH และ DFL สามารถให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกเพศได้สูงถึงร้อยละ 80.7 เท่ากับการใช้ค่าจากการวัดทั้ง 9 ตำแหน่ง ดังสมการ

$$D = -17.752 + (0.133)(MAXL) + (0.179)(CFH) + (0.129)(DAFL)$$

การคำนวณหาค่า D สามารถทำได้โดยการแทนค่าของการวัดในตำแหน่ง MAXL, CFH และ DAFL (หน่วยการวัดเป็นมิลลิเมตร) หาค่า D

มากกว่า 0 สามารถทำนายได้ว่าเป็นกระดูกมนุษย์เพศชาย น้อยกว่า 0 เป็นเพศหญิง

รูปและอภิปรายผล

ผลจากการรวบรวมข้อมูลการวัดกระดูกสันเท้า จากตำแหน่งต่างๆ จำนวน 9 ตัวแปร จากกระดูกศพนิรนามที่เสียชีวิตในช่วงปี พ.ศ. 2546-2563 ของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นศพที่เสียชีวิตในพื้นที่ 4 จังหวัด ในภาคกลางของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา นครนายก ปทุมธานี และนนทบุรี จำนวน 140 ร่าง (ชาย 70 คน หญิง 70 คน) อายุในช่วงวัยผู้ใหญ่ถึงสูงอายุ โดยผลจากการวัดค่าต่างๆ ในตำแหน่งเดียวกันด้วยผู้วัดจำนวน 2 คน ที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานด้านการตรวจวิเคราะห์กระดูกต่างกัน ในช่วงเวลาเดียวกัน และการวัดซ้ำ

ของผู้วัดจากตำแหน่งเดียวกันเมื่อเวลาผ่านไป เพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล ผลการทดสอบ พบว่า ในผู้วัดคนที่ 1 ข้อมูลมีความสอดคล้องกันและมีความน่าเชื่อถือได้แม้จะมีการวัดซ้ำในตำแหน่งเดียวกัน แต่หากเปรียบเทียบผู้วัดคนที่ 2 จากข้อมูลการวัดทั้ง 9 ตำแหน่ง มีตำแหน่งที่ให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกันและน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ดี 6 ตำแหน่ง ส่วนอีก 3 ตำแหน่ง ได้แก่ CFH, BH และ DAFB มีความสอดคล้องกันอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งจากการพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อค่าความสอดคล้อง พบว่า ผู้วัดคนที่ 1 มีประสบการณ์ในการวิเคราะห์กระดูก 15 ปี ในขณะที่ผู้วัดคนที่ 2 ไม่มีประสบการณ์ในการวิเคราะห์กระดูก แต่ได้รับการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือและวิธีการวัดกระดูกสันหลังทั้ง 9 ตำแหน่งโดยผู้วัดคนที่ 1 ซึ่งประสบการณ์ที่ต่างกันเป็นปัจจัยที่สำคัญในความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ในทางมานุษยวิทยา (Buccino, Ubelaker, Hayek, & Zerilli, 1999) สอดคล้องกับการศึกษาความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในการวิจัยด้วยการหาค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการวัดโดยผู้วัด (Byrnes, Kenyhercz, & Berg, 2016) ค่า TEM แสดงให้เห็นว่าประสบการณ์มีผลต่อการกำหนดตำแหน่งทางกายวิภาคของค่าการวัด (anatomical landmark) ได้ถูกต้องแม่นยำ ซึ่งการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าวิธีการประเมินเพศด้วยวิธีนี้สามารถนำไปใช้ได้จริงในการปฏิบัติงาน แต่ควรอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้มีประสบการณ์ในการตรวจวิเคราะห์กระดูกหรืออาจสามารถ

เพิ่มความถูกต้องของการวัดด้วยการจัดทำคู่มือหรือรายละเอียดที่กำหนดตำแหน่งทางกายวิภาคของแต่ละค่าการวัดให้มีความชัดเจน เหมาะสมกับผู้วัดที่ไม่มีประสบการณ์ในการวิเคราะห์กระดูกพัฒนาเสริมสร้างองค์ความรู้การประเมินเพศจากชิ้นส่วนกระดูกศพนิรนามและแนวทางการทดสอบความถูกต้องของวิธีการให้ผลการประเมินเพศด้วยการวัดก่อนการนำมาใช้ในการให้ผลการประเมินเพศของบุคคล ทางนิติมานุษยวิทยา เพื่อช่วยลดค่าความผิดพลาดและเพิ่มความถูกต้องแม่นยำของผลการวัด เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างเพศชายและหญิง พบว่า ค่าเฉลี่ยทุกตัวแปร ระหว่างเพศชายและหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ในกลุ่มประชากรในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยทั้งจากการศึกษาของ Scott et al. (2017) และ Wanpradab, Prasitwatthanasaree, & Mahakkanukrauh (2011) รวมถึงกลุ่มประชากรอื่น ได้แก่ กรีก (Peckmann et al., 2015) แอฟริกันใต้ผิวขาว (Bidmos & Asala, 2003) และแอฟริกันใต้ผิวดำ (Bidmos & Asala, 2005) ดังตารางที่ 4 และตัวอย่างกระดูกสันหลังชายและหญิง ดังภาพที่ 2 เมื่อนำสมการจำแนกเพศจากกลุ่มประชากรอื่นๆ มาทดสอบกับกลุ่มประชากรไทยภาคกลางในการศึกษานี้พบว่า ความถูกต้องเฉลี่ยในการจำแนกเพศจากร้อยละ 85.3-92.1 มีค่าลดลงเหลือเพียง 41.8-60.6 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าการวัดจากการศึกษาแต่ละกลุ่มประชากร

การศึกษา	การศึกษานี้			Scott et al. (2017)			Wanpradab et al. (2011)			Peckmann et al. (2015)			Bidmos and Asala (2003)			Bidmos and Asala (2004)		
กลุ่มประชากร	ไทย (ภาคกลาง)			ไทย (ภาคเหนือ)			ไทย (ภาคเหนือ)			กรีก			แอฟริกันใต้สีขาว			แอฟริกันใต้สีดำ		
ค่าการวัด	n	Mean (mm)	SD	n	Mean (mm)	SD	n	Mean (mm)	SD	n	Mean (mm)	SD	n	Mean (mm)	SD	n	Mean (mm)	SD
ชาย																		
MaxL	70	76.70	4.33	81	80.10*	4.59	115	80.20*	4.07	88	83.41*	4.35	52	84.78*	4.73	58	79.82*	3.77
MaxH	70	41.81	3.92	81	43.41	3.41	-	-	-	88	48.28*	3.68	53	47.72*	3.55	58	43.11	3.45
CFH	70	25.96	2.37	81	26.58	2.12	-	-	-	88	25.58	1.85	47	22.98*	2.16	58	23.97*	1.89
BH	70	44.67	4.06	81	38.89*	2.77	115	38.74	2.24	88	47.73*	3.26	53	39.44*	2.76	58	36.31*	2.75
MINB	70	26.27	2.38	81	25.72	1.86	115	26.75	2.16	88	23.98*	2.65	53	22.34*	2.09	58	27.58*	2.47
LAL	70	47.32	3.23	81	46.68	2.78	115	44.68*	2.58	88	51.93*	3.18	53	48.19	3.41	58	44.15*	2.58
MIDB	70	40.41	2.17	81	40.77	2.14	-	-	-	88	42.62*	2.58	53	41.96*	2.07	58	42.54*	2.66
DAFB	70	29.05	2.37	81	29.25	1.90	115	20.95*	1.31	88	32.08*	2.31	53	24.02*	2.01	58	22.85*	1.70
DAFL	70	28.78	3.02	81	29.12	1.86	115	29.20	2.09	88	30.53*	2.31	53	31.18*	2.09	58	30.32*	1.94
หญิง																		
MaxL	70	70.72	3.96	81	73.63*	4.36	85	72.30	3.55	80	75.14*	3.56	54	75.87*	4.07	58	73.68*	4.83
MaxH	70	38.85	3.19	81	39.63	3.28	-	-	-	80	42.80*	3.01	59	43.39*	3.33	58	40.05	3.20
CFH	70	23.40	1.80	81	24.33*	1.82	-	-	-	80	22.97	1.81	48	20.22*	2.02	58	20.97*	1.83
BH	70	40.54	2.94	81	34.28*	2.32	85	34.52*	2.02	80	42.28*	2.59	60	36.03*	2.79	58	33.83*	2.86
MINB	70	24.04	2.14	81	23.55	1.88	85	23.68	1.70	80	21.22*	1.86	58	19.43*	2.22	58	25.56*	2.52
LAL	70	43.45	3.08	81	44.07	2.47	85	39.67*	2.69	80	46.76*	2.69	54	43.32	2.94	58	41.04*	2.86
MIDB	70	37.17	2.68	81	37.12	1.97	-	-	-	80	38.21	1.99	59	37.94	2.13	58	39.20*	2.76
DAFB	70	26.72	2.14	81	26.22	1.70	85	18.22*	1.13	80	28.29*	2.23	60	20.21*	1.58	58	20.63*	1.90
DAFL	70	25.58	2.34	81	25.88	1.72	85	25.24	1.61	80	26.96*	2.04	60	27.49*	1.86	58	27.17*	2.16

*Significant difference to Thai calcanei in the present study ($p < 0.005$; Bonferroni correction).

ภาพที่ 2 ภาพด้านบนและด้านข้างแสดงความแตกต่างของกระดูกสันเท้าเพศชาย (ช) และหญิง (ญ)



พบว่าทั้ง 9 ค่าการวัดของเพศชายและหญิง มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในทุกกลุ่มประชากร โดยการศึกษาครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงสอดคล้องกับการศึกษาในกลุ่มประชากรอื่น โดยในเพศชาย มีค่าเฉลี่ย MAXL, MAXH, MIDB และ DAFL น้อยสุดหรือมีขนาดเล็กที่สุด ส่วนในเพศหญิง ตำแหน่งที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ MAXL และ MAXH แสดงให้เห็นว่ากลุ่มประชากรที่มีชาติพันธุ์

ที่แตกต่างกัน หรือแม้แต่ในชาติพันธุ์เดียวกัน แต่เป็นกลุ่มที่อาศัยอยู่ในภูมิภาคต่างกันมีผลต่อ ค่าการวัดในตำแหน่งทั้ง 9 ของกระดูกสันเท้า หรือมีความจำเพาะในแต่ละกลุ่มประชากร ทำให้ การนำสมการจำแนกเพศที่ได้จากการศึกษา ในประชากรกลุ่มที่แตกต่างกันจะได้ค่าความถูกต้อง ของการประเมินเพศต่ำกว่าการใช้สมการจำแนก เพศที่ได้จากประชากรกลุ่มเดียวกัน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความถูกต้องของการใช้สมการจำแนกเพศจากกลุ่มประชากรอื่น ๆ กับกลุ่มประชากรไทย (ภาคกลาง)

Populations	Authors	Variables of functions ^a	Original accuracy (%)	Cross-validation of Central Thai sample (%)				
				Male	Female	Average	Sex bias	Difference
Greek	Peckmann et al. (2015)	All 9	89.5	1.0	100.0	41.8	99.0	47.7
White South African	Bidmos and Asala (2003)	All 9	92.1	94.0	48.6	75.3	45.4	45.4
Black South African	Bidmos and Asala (2004)	DAFL – DAFB – CFH	85.3	93.0	41.4	71.8	51.6	13.5
Northern Thai	Scott et al. (2017)	BH – MIDB – DAFL	88.6	92.0	50.0	74.7	42.0	13.9
Northern Thai	Wanpradab et al. (2011)	ML – BH – DAL – DAW	90.5	100.0	4.3	60.6	95.7	29.9

^a MAXL, maximum length; MAXH, maximum height; CFH, cuboidal facet height; BH, body height; MINB, minimum breadth; LAL, load arm length; MIDB, middle breadth; DAFB, dorsal articular facet breadth; DAFL, dorsal articular facet length; LAW cited in Introna et al. (1997) = MIDB; ML cited in Wanpradab et al. (2011) = MAXL; DAL cited in Wanpradab et al. (2011) = DAFL; DAW cited in Wanpradab et al. (2011) = DAFB.

การจำแนกกลุ่มเพศใช้สถิติวิเคราะห์จำแนกประเภท (discriminant analysis) แบบ stepwise method เพื่อใช้แยกกลุ่มเพศ ผลจากการทดสอบความถูกต้องของสมการหลายตัวแปร เพศชายให้ความถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 72.9-80.0 เพศหญิง 75.7-82.9 เมื่อนำค่า

การวัดจากตัวอย่างในการศึกษานี้ ใช้สูตรและเปรียบเทียบกับผลจากกลุ่มประชากรอื่น หรือแม้แต่กลุ่มประชากรไทยในต่างภูมิภาค พบว่าความถูกต้องเฉลี่ยในการจำแนกเพศจากร้อยละ 85.3-92.1 มีค่าลดลงเหลือเพียง 41.8-60.6 ตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าสมการมีความจำเพาะในแต่ละกลุ่มประชากรหรือแม้แต่กลุ่มประชากรไทยในพื้นที่ต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา

การจำแนกเพศด้วยวิธีการวัดกระดูกสันเท้า ที่ผ่านมาในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน เนื่องจากลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกสันเท้าที่มีความแตกต่างทั้งในเรื่องขนาดและรูปร่างในแต่ละกลุ่มประชากรซึ่งล้วนมีผลมาจากปัจจัยหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบกิจกรรมทั้งจากอาชีพและการดำเนินชีวิตประจำวัน (Bidmos, 2006)

จากการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า กระดูกสันเท้า เป็นชิ้นส่วนที่สำคัญสามารถนำค่าการวัดตำแหน่งต่าง ๆ มาใช้ในการจำแนกเพศได้ โดยหากกระดูกที่พบมีสภาพสมบูรณ์สามารถวัดค่าได้ครบตามตำแหน่งที่กำหนดและใช้สมการจำแนกเพศที่มีค่าความถูกต้องสูงที่ได้จากการศึกษา

ในประชากรกลุ่มที่ถูกต้อง สามารถให้ผลการระบุเพศที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือสูง ควรมีการเก็บรวบรวมข้อมูลการวัดในตำแหน่งสำคัญจากชิ้นส่วนศพที่พบในภูมิภาคต่างๆ นำไปพัฒนาเป็นสูตรการคำนวณเพื่อระบุเพศตามแนวทางที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ สามารถนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ให้ผลการระบุเพศที่มีความถูกต้องตามหลักนิติวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคลได้ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ด้วยวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งหากยังไม่มีผลการศึกษาในกลุ่มประชากรที่ถูกต้อง ควรนำมาทดสอบหาค่าความถูกต้องของวิธีก่อนการนำไปใช้ประโยชน์ในการระบุอัตลักษณ์บุคคลในทางนิติวิทยาศาสตร์ตามกระบวนการยุติธรรมและหลักสิทธิมนุษยชนที่บุคคลในสังคมพึงได้รับต่อไป

■ บรรณานุกรม

ณัฐธิดา ศรีนาถ. (2563). การศึกษาวิธีการจัดการศพไร้ญาติและศพนิรนามของประเทศไทยและต่างประเทศ. *วารสารกระบวนการยุติธรรม*, 13(2), 139-152.

Bidmos, M. (2006). Metrical and non-metrical assessment of population affinity from the calcaneus. *Forensic Science International*, 159(1), 6-13.

Bidmos, M. A., & Asala, S.A. (2003). Discriminant function sexing of the calcaneus of the South African Whites. *J. Forensic Sci*, 48(6), 1213-1218.

Bidmos, M. A., & Asala, S. A. (2004). Sexual dimorphism of the calcaneus of South African blacks. *J Forensic Sci*, 49(3), 446-450.

Bidmos, M. A., & Asala, S. A. (2005). *Calcaneal measurement in estimation of stature of South African blacks*, 126(3), 335-342.

Bidmos, M. A., & Dayal, M. R. (2003). Sex determination from the talus of South African whites by discriminant function analysis. *Am J Forensic Med Pathol*, 24(4), 322-328.

Buccino E, Ubelaker D, Hayek L, & Zerilli, A. (1999). Evaluation of seven methods of estimating age at death from mature human skeletal remains. *J forensic Sci*, 44(5), 931-936.

Buikstra, J. E., & Ubelaker, D. H. (1994). *Standards for data collection from human Skeletal Remains: Proceedings of a seminar at the Field Museum of Natural History*. Fayetteville: Arkansas Archeological Report Research Series.

Bunning, P. S. C., & Barnett, C. H. (1965). A comparison of adult and foetal talocalcaneal articulations. *J Anat*, 99(1), 71-76.

Byrnes, J. F, Kenyhercz, M. W, & Berg, G. E. (2016). Examining interobserver reliability of metric and morphoscopic characteristics of the Mandible. *Journal of Forensic Sciences*, 62(4), 1-5.

- Holland, T. (1995). Estimation of adult stature from the calcaneus and talus. *Am. J. Phys. Anthropology*, 96(3), 315-320.
- Introna, F., Vella, G. Di., Campobasso, C.P., & Dragone, M. (1997). Sex determination by discriminant analysis of calcaneus measurements. *J. Forensic Sci.* 24(2), 725-728.
- Peckmann, T. R., Orr, K., Meek, S., & Manolis, K. (2015). Sex determination from the calcaneus in 20th century Greek population using discriminant function analysis. *Sci. Justice*, 55(6), 377-382.
- Perini, T. A., Oliveira, G. L., Ornellas, J. S., & Oliveira F. P. (2005). Technical error of measurement in anthropometry. *Rev Bras Med Esporte*, 86-90.
- Russo, E. G. (2007). Sex determination from the talus and calcaneus measurements. *Forensic Sci Int*, 171(2-3), 151-156.
- Scott, S., Ruengdit, S., Peckmann, T. R., & Mahakkanukrauh, P. (2017). Sex estimation from measurements of the calcaneus: Applications for personal identification in Thailand. *Forensic Science International*, 278, 405.e1-405.e8.
- Steele, D. G. (1976). The estimation of sex on the basis of the talus and calcaneus. *Am J. Phys. Anthropology*, 45(3), 581-588.
- Ulijaszek, S. J., & Kerr, D. A. (1999). Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status. *British Journal of Nutrition*, 82(3), 165-177.
- Wanpradab, S., Prasitwatthanasaree, S., & Mahakkanukrauh, P. (2011). Sex determination from calcaneus in Thais. *Journal of Associated Medical Sciences*, 44(1), 53.
- Ward, R., & Jamison, P. (1991). Measurement precision and reliability in craniofacial anthropometry: Implications and suggestions for clinical applications. *Journal of Craniofacial Genetics and Developmental Biology*, 11(3), 156-164.
- Weinberg, S. M, Scott, N. M, & Neiswanger K. (2005). Intra observer error associated with measurements of the hand. *American Journal of Human Biology*, 17(3), 368-371.

