

การประมาณความสูงจากรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าจากกลุ่ม Gujjars เขตภาคเหนือของ ประเทศอินเดีย

Estimation of stature from footprint and foot outline dimensions in Gujjars of North India

Kewal Krishan *

Department of Anthropology, Panjab University, Chandigarh 160014, India

Forensic Science International 175 (2008) 93–101

บทคัดย่อ

การประมาณความสูงของบุคคลเป็นอีกหนึ่งตัวแปรที่สำคัญในการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ การตรวจรอยฝ่าเท้าเริ่มเป็นวัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการตรวจสถานที่เกิดเหตุและสามารถช่วยประมาณความสูงของอาชญากรได้ ดังนั้นการวิเคราะห์จากรอยฝ่าเท้าเปล่าจึงเป็นงานที่ช่วยคลี่คลายทางคดีได้มากโดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา ดังเช่น ที่อินเดียที่พบว่ารอยฝ่าเท้าเป็นวัตถุประสงค์ที่มักพบได้บ่อยในสถานที่เกิดเหตุ การศึกษานี้จึงต้องการสร้างวิธีในการประมาณความสูงจากรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าทั้งสองข้างจำนวน 2,080 รอยที่เก็บจากกลุ่มตัวอย่างเพศชายชนกลุ่มน้อย Gujjars ทางตอนเหนือของภาคอินเดีย ช่วงอายุระหว่าง 18 ถึง 30 ปีจำนวน 1,040 คน รอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าทั้งสองข้างของแต่ละบุคคลจะใช้วิธีการวัด 10 และ 8 วิธีตามลำดับ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเส้น T-2 กับเส้น T-5 ของรอยฝ่าเท้า และ เส้น T-1, เส้น T-4 กับส่วน bread of ball ของเส้นขอบร่างฝ่าเท้ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบระหว่างเท้าทั้งสองข้าง อีกทั้งยังแสดงความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความสูงของบุคคลกับการวัดความยาวฝ่าเท้าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ($P < 0.001$ และ 0.01) ยกเว้นมุม Toe1-5 ที่ไม่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าการศึกษานี้ได้แสดงความสัมพันธ์อย่างสูงที่สุดระหว่างความสูงของบุคคลกับความยาวของเท้าด้วยวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าที่ถูกใช้ในการศึกษาครั้งนี้ (0.82 – 0.87) การวิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอยพบว่า มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดในการประมาณความสูงที่น้อย (2.12 – 3.92 เซนติเมตร) และน้อยกว่าการศึกษาก่อน (3.29 – 4.66 เซนติเมตร) ดังนั้นจึงมีความน่าเชื่อถือมากกว่า จากสมการถดถอยนี้สามารถยืนยันย้ำได้ว่าวิธีการวัดนี้มีความแม่นยำในการเปรียบเทียบเมื่อต้องประมาณความสูงกับความสูงของบุคคลที่แท้จริงได้อีกด้วย

คำสำคัญ : นิติวิทยาศาสตร์, นิติมานุษยวิทยา, การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล, การประมาณความสูงบุคคล, รอยฝ่าเท้า, เส้นขอบร่างฝ่าเท้า, ชนกลุ่ม Gujjars ทางตอนเหนือของอินเดีย

1. บทนำ

รอยฝ้าเท้าเป็นวัตถุพยานที่มีคุณค่าอย่างสูง ที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะเอกลักษณ์บุคคลและถูกนำมาใช้ในกระบวนการตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวัตถุพยานหนึ่งที่มีมักพบในสถานที่เกิดเหตุ และสามารถเชื่อมโยงระหว่างสถานที่เกิดเหตุกับผู้ต้องสงสัยได้ แม้ว่ารอยฝ้าเท้าสามารถถูกตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุทุกรูปแบบ แต่มักพบในคดีข่มขืนและฆาตกรรมเป็นส่วนมาก การตรวจวิเคราะห์รอยฝ้าเท้าจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งโดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาอย่างอินเดีย ซึ่งประชากรส่วนมากในเขตชนบทเดินด้วยเท้าเปล่าเนื่องจากด้วยเศรษฐกิจและลักษณะภูมิประเทศ [1,2] ทำให้อาจพบลักษณะรอยฝ้าเท้าบางส่วนหรือเต็มเท้าบนพื้นดินที่เปียกฝน พื้นเคลือบเงา พื้นซีเมนต์ พื้นเปียก ซึ่งอาจมีฝุ่น โคลน ทราาย น้ำมัน สี หรือเลือดพบในที่เกิดเหตุฆาตกรรมร่วมด้วยได้

การวิเคราะห์รอยฝ้าเท้าสามารถช่วยในการประมาณความสูงของบุคคลได้ เนื่องจากมีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความสูงกับขนาดของเท้า ดังนั้นรอยฝ้าเท้าจึงสามารถเป็นตัวชี้วัดกระดูกและลักษณะโครงร่างของบุคคลหนึ่งๆได้ Gayer [3] เป็นคนแรกๆที่มีการศึกษารอยฝ้าเท้าอย่างจริงจัง และแสดงรายละเอียดต่างๆ ของรอยฝ้าเท้าตีพิมพ์เป็นหนังสือ ในขณะที่เขาทำงานอยู่ที่อินเดีย ในอดีตนั้น มีการศึกษาอย่างมากมายที่พยายามหาวิธีพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล [1,4–10] และประมาณความสูงของบุคคลจากเท้าและรอยฝ้าเท้า [11–21] แต่การศึกษาที่ผ่านมามักใช้วิธีการศึกษารอยฝ้าเท้าในเชิงนิติวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ล่าสุดการศึกษาของ Robbins [11,13], Barker and Scheuer [18], Topinard [22,23], Martin [24], Martin and Saller [25], Pales [26] และ Jasuja [27] ได้แสดงค่าความยาวฝ้าเท้าต่อร้อยละความสูงบุคคลจากกลุ่มประชากรที่หลากหลายที่แตกต่างกันในช่วง 14.9 – 18.1 บางการศึกษา [13,27,28] แสดงค่าปัจจัยรบกวนเมื่อประมวลผลที่เกิดจากจากวิธีการวัดเท้าหรือรอยฝ้าเท้า อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้พบว่ามี estimation error ที่สูง ซึ่งจะเห็นได้จากการศึกษาที่ตามมาโดยการใช้สมการถดถอย [19,20,27–30] เพื่อประมาณความสูงจากเท้าและรอยฝ้าเท้า

แต่การศึกษาที่ผ่านมาโดยส่วนมากใช้กลุ่มประชากรที่หลากหลายจากทั่วโลก ไม่มีการศึกษาใดเลยที่ศึกษาในกลุ่มประชากรเดียวกัน ดังนั้นการศึกษานี้จึงต้องการประมาณค่าความสูงของบุคคลจากรอยฝ้าเท้าและเส้นขอบร่างฝ้าเท้าในมิติต่างๆ จากกลุ่มประชากรเดียวกัน (ในอีกทางหนึ่งคือกลุ่มประชากรที่มีความเกี่ยวข้องกัน) ทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย โดยศึกษาในทุกส่วนของรอยฝ้าเท้าและเส้นขอบร่างฝ้าเท้า (มากกว่าการศึกษาส่วนมากที่มักศึกษาแค่ความยาวและความกว้างเท่านั้น) ดังนั้นไม่เฉพาะรอยฝ้าเท้าเต็มเท้าเท่านั้นแต่รวมถึงบางส่วนจากรอยฝ้าเท้าด้วย ในการประมาณความสูงของบุคคลด้วย โดยจะมีการเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือในการประมาณจากวิธี division factor และวิธี regression analysis ด้วย

2. วัตถุประสงค์และวิธีการศึกษา

2.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคั้งนี้เป็นชนกลุ่ม Gujjars เพศชายจำนวน 1, 040 คน ที่อาศัยในเขตหุบเขา Sawalik และเขตพื้นที่ติดต่อใต้เทือกเขาหิมาลัย ใกล้เมือง Chandigarh ทางตอนเหนือของอินเดีย โดยมีช่วงอายุระหว่าง 18 ถึง 30 ปี อายุเฉลี่ย 24.47 ปี ชนกลุ่ม Gujjars เป็นประชากรค่อนข้างเข้มงวดกับการแต่งงานภายในกลุ่มวรรณะเดียวกัน โดยชนกลุ่ม Gujjars เป็นกลุ่มประชากรกลุ่มใหญ่ที่สุดในทางตอนเหนือของอินเดีย โดยไม่ค่อยมีการอพยพย้ายถิ่นฐานและประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักและทำการปศุสัตว์ร่วมด้วย

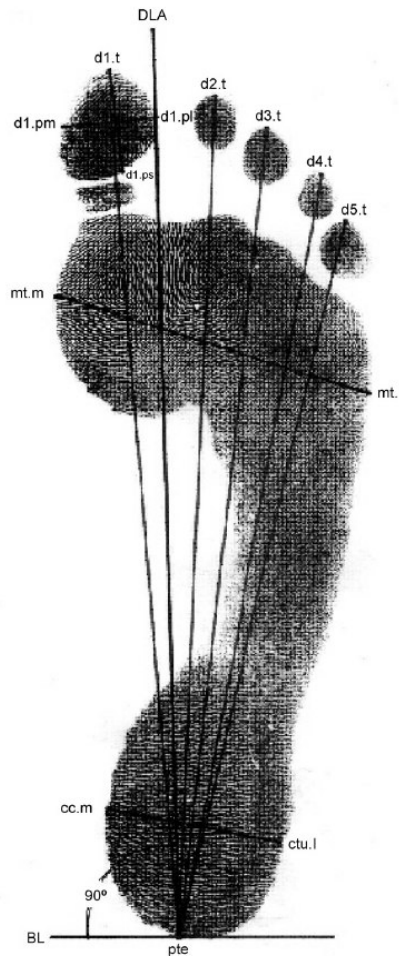
กลุ่มตัวอย่างมาจาก 16 หมู่บ้านที่มีชื่อว่า Nada, Parachh, Kahne Ka Bara, KraundeWala, Jainti Majri, Gurha, Kasauli, Chhoti Naggal, Bari Naggal, Pallanpur, Gochar, Mirzapur, Tarapur, Majri, Sukho Majri and Prempura ใกล้เมือง Chandigarh ทั้ง 16 หมู่บ้านนี้จะมีกลุ่ม Gujjars อาศัยอยู่อย่างหนาแน่น ส่วนน้อยเท่านั้นที่เป็นชนกลุ่มวรรณะอื่น โดยอาศัยอยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 76 องศา 40 ลิปดา – 55 ลิปดาตะวันออก และระหว่างเส้นลองจิจูด 30 องศา 47 ลิปดา – 56 ลิปดาเหนือ สภาพอากาศร้อนในฤดูร้อน (อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุด 15 °C – 45 °C) และหนาวในช่วงฤดูหนาว(อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุด 2 °C – 21 °C)

2.2 วิธีการศึกษา

2.2.1 การวิเคราะห์รอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้า

รอยฝ่าเท้าทั้ง 2, 080 รอยที่เก็บจากรอยฝ่าเท้าทั้งเท้าซ้ายและขวา ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 1,040 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีกิจวัตรประจำวันที่มักเดินเท้าเปล่า ก่อนการทดสอบกลุ่มตัวอย่างจะต้องทำความสะอาดเท้าด้วยสบู่และน้ำก่อน หลังทำความสะอาดแล้วผู้วิจัยจะทำการกลิ้งหมึกลงบนฝ่าเท้า จากนั้นกลุ่มตัวอย่างจะต้องก้าวเท้าขึ้นที่กลิ้งหมึกแล้ววางบนกระดาษสีขาวที่วางบนพื้นเรียบ โดยจะทำการเก็บข้อมูลที่ละคน ขณะที่เท้าวางกับพื้นผู้วิจัยจะทำการลง anatomical landmark [12,24] ของตำแหน่งต่างๆของเท้าบนกระดาษด้วยใช้ดินสอด (รูปที่ 1) ประกอบด้วย

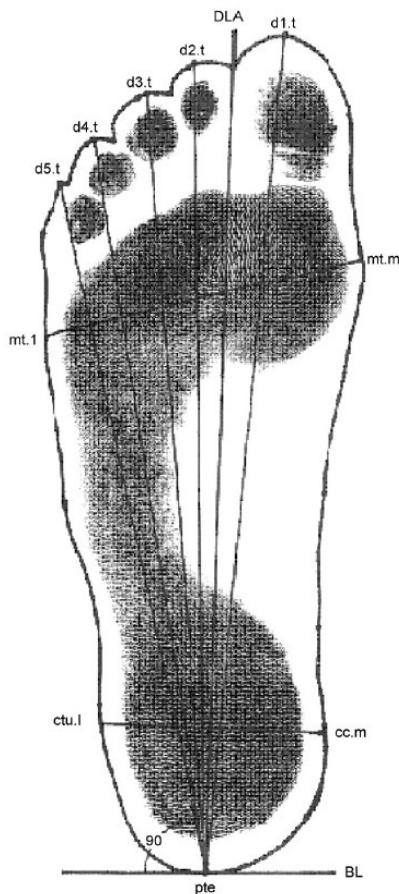
- (a) mid-rear heel point (pternion),
- (b) medial metatarsal point (mt.m),
- (c) lateral metatarsal point (mt.l),
- (d) calcaneal concavity medial (cc.m)
- (e) calcaneal tubercle lateral (ctu.l).



รูปที่ 1 ตำแหน่งสำคัญ (Landmarks) และวิธีการวัดรอยฝ่าเท้า (ใช้วิธีของ Robbins)

ขณะที่เท้าวางราบกับพื้นกระดาษ ผู้วิจัยจะทำการร่างเส้นขอบร่างฝ่าเท้าด้วยดินสอ โดยวางให้ตั้งตรงและขีดเท้าที่สุดเท้าที่จะเป็นไปได้และจำมีการลง Anatomical landmark ของเส้นรอบขอบฝ่าเท้าร่วมด้วย (รูปที่ 2) จากนั้นจะมีการลากเส้นต่างๆของเส้นขอบร่างฝ่าเท้า วิธีการร่างขอบฝ่าเท้านี้ใช้วิธีการวัดของ 1912 Geneva International โดยกลุ่มนักมานุษยวิทยา[31]

วิธีการวัดทั้ง 10 วิธีสำหรับรอยฝ่าเท้าและ 8 วิธีสำหรับเส้นขอบร่างฝ่าเท้า โดยวัดทั้งเท้าซ้ายและขวา ตามวิธีของ Robbins [12] เส้น designated longitudinal axis (DLA) และเส้นฐาน (BL) จะถูกร่างก่อน DLA เป็นเส้นที่ลากจากจุด pternion (pte.) ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ท้ายสุดของสันเท้าและลากผ่านจุดที่อยู่ข้างนอกสุดของนิ้วหัวแม่โป้ง เท้า เส้น DLA จะไม่นำมาใช้ในการวัดความยาวฝ่าเท้าแต่ถูกนำมาเพื่อเปรียบเทียบไม่ให้เส้นที่ลากจากวิธีอื่นขนานกันเส้น DLA นี้ ขณะที่เส้นฐาน (BL) จะลากผ่านจุด pternion และทำมุมตั้งฉากกับเส้น DLA วัดโดยใช้ไม้โปรเทคเตอร์โดยให้จุด pternion อยู่ตรงตำแหน่งกึ่งกลางไม้โปรเทคเตอร์พอดี



วิธีการวัดที่ใช้ในการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นรอบขอบฝ่าเท้าประกอบด้วย[12]:

- วิธีวัดความยาวของรอยฝ่าเท้าและเส้นรอบขอบฝ่าเท้า(T-1 length, T-2 length, T-3 length, T-4 length และ T-5 length) วิธีนี้จะวัดจาก **pternion** ถึงจุดที่อยู่หน้าสุดของนิ้วต่างๆ ได้แก่ เส้น d1.t, d2.t, d3.t, d4.t และ d5.t.
- วิธีวัดความกว้างของฝ่าเท้าของรอยฝ่าเท้าและเส้นรอบขอบฝ่าเท้า วัดจากฝ่าเท้าด้านนอกสุด (mt.l) ถึงจุดนอกสุดของ metatarsophalangeal joint ถึงฝ่าเท้าด้านในสุด (mt.m) คือจุดในสุดของ metatarsophalangeal joint
- วิธีวัดความกว้างของสันเท้าของรอยฝ่าเท้าและเส้นรอบขอบฝ่าเท้า ส่วนโค้งเว้าด้านในสุด (cc.m) ถึงปุ่มกระดูกนอกสุดของสันเท้า (ctu.l)
- วิธีวัดความยาวของนิ้วโป้งเท้าของรอยฝ่าเท้า วัดจากจุดปลายสุดของนิ้วโป้ง (d1.t) ถึงจุดก้นของนิ้วโป้งเท้า (d1.ps)
- วิธีวัดความกว้างของนิ้วโป้งเท้าของรอยฝ่าเท้า วัดจากจุดนอกสุด (d1.pm) ถึงจุดด้านในสุด (d1.pl) ของนิ้วโป้งเท้า
- มุมนิ้วเท้า 1-5 วัดจากเส้นความยาวนิ้วโป้งเอียงทำมุมกับเส้นความยาวนิ้วก้อย [12]

รูปที่ 2 ตำแหน่งสำคัญ (Landmarks) และวิธีการวัดเส้นรอบขอบฝ่าเท้า (ใช้วิธีของ Robbins) [12]

2.2.2 เทคนิคที่ใช้ในการวัดประมาณความสูงบุคคล

วิธีวัดความสูงของกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการวัดมาตรฐานจาก Weiner and Lourie [32] โดย;

กลุ่มตัวอย่างจะยืนบนแผ่นพื้นราบที่ใช้ทดสอบ สันเท้าชิดกัน ยึดลำตัวให้ตรงที่สุดแต่ผ่อนคลาย ใช้ anthropometer ช่วยให้ลำตัวตรง โดยวางแขนของ anthropometer วางบนศีรษะของกลุ่มตัวอย่างอีกด้านหนึ่งสัมผัสกับสันเท้าเพื่อไม่ให้สันเท้ายกออกจากพื้น

ข้อมูลที่ได้จะถูกประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Statistical Package for Social Sciences (SPSS) บนระบบปฏิบัติการ Windows Professional 2003. ช่วยในการวิเคราะห์ผล

Bilateral asymmetry (การหาค่าความแตกต่างระหว่างเท้าสองข้างในบุคคลคนเดียวกันจากวิธีการวัดวิธีต่างๆ) โดยคำนวณค่าที่ได้จากการวัดจากการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้า วิเคราะห์โดยใช้สถิติ paired *t* – test

สถิติ Karl Pearson's correlation coefficients ถูกใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาว / ความกว้าง จากวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้า

สองวิธีที่ใช้ในการประมาณความสูงของบุคคล ได้แก่ Division factor และ Regression analysis วิธี Division factor คำนวณจากผลรวมของค่าที่ได้จากการวัดวิธีต่างๆหารด้วยความสูงของบุคคลนั้นๆแล้วหารทั้งหมดด้วยจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ผลที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าที่เกิดจากการวัดแต่ละวิธีสำหรับกลุ่มตัวอย่างชาว Gujjars เพศชายจำนวน 1,040 ราย โดยแยกคำนวณทั้งรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้า ส่วนวิธี Regression analysis จะถูกใช้ในการสร้างสมการถดถอยในการประมาณความสูงของบุคคลจากการวัดวิธีต่างๆทั้งรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้า อ้างอิงตามการศึกษาของ Jasuja และคณะ [15] ค่า mean error จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าความต่างที่เกิดจากการวัดความสูงจริงกับความสูงที่เกิดจากการประมาณจากวิธีการทั้งสองที่กล่าวมาข้างต้น

3. ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดจากรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าทั้งเท้าซ้ายและขวาของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแสดงค่าความแปรปรวนที่เกิดจากวิธีการวัดต่างๆ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุดจากรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าในตารางเดียวกัน

Table 1
Descriptive statistics of footprint measurements in adult male Gujjars (n = 1040)

Measurement (cm)	Mean		S.D.		Minimum		Maximum	
	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right
T-1 length (d1.t-pte)	24.05	24.13	3.23	3.26	19.6	19.3	27.9	27.3
T-2 length (d2.t-pte)	24.15	23.93	3.12	3.12	18.9	18.8	28.1	28.5
T-3 length (d3.t-pte)	23.45	23.51	2.93	2.99	18.1	18.3	26.8	26.3
T-4 length (d4.t-pte)	21.88	21.34	2.35	2.36	17.1	16.9	25.3	25.9
T-5 length (d5.t-pte)	20.78	20.09	2.30	2.23	16.2	16.5	23.3	23.4
Breadth at ball (mt.m-mt.l)	8.63	8.69	1.98	1.90	6.2	6.3	10.8	11.1
Breadth at heel (cc.m-ctu.l)	5.08	4.92	1.43	1.39	3.1	3.0	8.3	8.4
Big toe pad length (d1.t-d1.ps)	2.98	3.11	0.87	0.89	1.8	1.8	5.6	5.6
Big toe pad breadth (d1.t-d1.pl)	2.48	2.60	0.72	0.68	1.6	1.5	4.3	4.4
Toe 1-5 angle of declination	58°	60°	5.8	5.1	44°	43°	73°	71°

Table 2
Descriptive statistics of foot outline measurements in adult male Gujjars (n = 1040)

Measurement (cm)	Mean		S.D.		Minimum		Maximum	
	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right
T-1 length (d1.t-pte)	25.82	25.43	3.23	3.25	20.2	19.9	28.8	28.3
T-2 length (d2.t-pte)	25.78	25.35	3.42	3.36	19.2	18.9	28.3	28.6
T-3 length (d3.t-pte)	24.97	25.07	2.91	2.82	18.8	18.5	27.3	27.3
T-4 length (d4.t-pte)	23.15	22.93	2.31	2.33	18.6	17.9	24.9	25.3
T-5 length (d5.t-pte)	22.08	21.81	2.29	2.28	16.1	16.4	22.6	22.7
Breadth at ball (mt.m-mt.l)	9.63	9.85	2.21	1.92	6.1	6.4	10.9	11.3
Breadth at heel (cc.m-ctu.l)	5.98	6.15	1.53	1.49	3.2	3.5	8.5	8.4
Toe 1-5 angle of declination	59°	60°	5.3	5.7	40°	40°	76°	72°

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า “ *t* ” เพื่อการค่าความแตกต่างระหว่างเท้าสองข้าง จากวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลจากการวัดรอยฝ่าเท้า ค่าเฉลี่ยความแตกต่าง (ระหว่างเท้าซ้ายและขวา) ต่ำสุดที่ T – 3 length / bread at ball (0.06) และสูงสุดที่ T – 5 length (0.69) มีแค่ค่า T- 2 length และ T – 5 length เท่านั้นที่แสดงค่าความแตกต่างนัยสำคัญทางสถิติ และค่าของเท้าซ้ายมากกว่าเท้าขวา ขณะที่ค่าที่เกิดจากวิธีการวัดอื่นไม่แสดงค่าความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด

ข้อมูลจากการวัดเส้นขอบร่างฝ่าเท้า ค่าเฉลี่ยความแตกต่าง (ระหว่างเท้าซ้ายและขวา) ต่ำสุดที่ T – 3 length (0.10) และสูงสุดที่ T – 2 length (0.43) มีแค่ค่า T- 1 length, T – 4 length และ Bread at ball เท่านั้นที่แสดงค่าความแตกต่างนัยสำคัญทางสถิติ และค่าของเท้าซ้ายมากกว่าเท้าขวา ยกเว้นค่า Bread at ball ที่แสดงเท้าขวามากกว่าเท้าซ้าย ขณะที่ค่าที่เกิดจากวิธีการวัดอื่นไม่แสดงค่าความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด

Table 3

Means, standard deviations and values of ‘*t*’ of bilateral differences (left–right) in measurements of footprint and foot outline in adult male Gujjars (*n* = 1040)

Measurement (cm)	Footprint			Foot outline		
	Mean difference (left–right)	S.D.	<i>t</i> -Value	Mean difference (left–right)	S.D.	<i>t</i> -Value
T-1 length (d1.t-pte)	-0.08	1.12	-1.91	0.39	1.26	2.83*
T-2 length (d2.t-pte)	0.22	1.32	2.73*	0.43	1.51	1.78
T-3 length (d3.t-pte)	-0.06	1.56	-1.56	-0.10	-1.03	-1.35
T-4 length (d4.t-pte)	0.54	1.21	1.32	0.22	1.21	2.80*
T-5 length (d5.t-pte)	0.69	1.12	2.59*	0.27	1.40	2.10
Breadth at ball (mt.m-mt.l)	-0.06	1.07	1.92	-0.22	1.51	-2.57*
Breadth at heel (cc.m-ctu.l)	0.16	0.89	1.58	-0.17	0.79	-1.39
Big toe pad length (d1.t-d1.ps)	-0.13	0.76	-1.43	-	-	-
Big toe pad breadth (d1.pm-d1.pl)	-0.12	0.40	-1.16	-	-	-
Toe 1-5 angle of declination	-2°	0.26	-0.89	-1°	0.16	-0.78

* *P* < 0.01.

ตารางที่ 4 แสดงค่า Division factor ประกอบค่า mean error ในการประมาณความสูงของบุคคลจากทั้งรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลจากการวัดรอยฝ่าเท้าในเท้าข้างซ้าย ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของ Division factor แสดงที่ big toe pad breadth (0.0145) และ T – 2 length (0.1425) ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของ mean error แสดงที่ T – 1 length (3.35) และ big toe pad length (4.63) ข้อมูลจากการวัดรอยฝ่าเท้าในเท้าข้างขวา ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของ Division factor แสดงที่ big toe pad breadth (0.0151) และ T – 1 length (0.1427) ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของ mean error แสดงที่ T – 2 length (3.329) และ big toe pad breadth (4.66)

Table 4

Values of division factor for estimating stature from various measurements on footprint and foot outline in adult male Gujjars (*n* = 1040)

Measurement (cm)	Left footprint		Right footprint		Left foot outline		Right foot outline	
	Division factor	Mean error	Division factor	Mean error	Division factor	Mean error	Division factor	Mean error
T-1 length (d1.t-pte)	0.1424	3.35	0.1427	3.31	0.1512	3.25	0.1497	3.29
T-2 length (d2.t-pte)	0.1425	3.37	0.1413	3.29	0.1514	3.38	0.1496	3.31
T-3 length (d3.t-pte)	0.1379	3.41	0.1380	3.38	0.1467	3.32	0.1471	3.37
T-4 length (d4.t-pte)	0.1272	3.51	0.1254	3.47	0.1347	3.40	0.1340	3.45
T-5 length (d5.t-pte)	0.1213	3.46	0.1180	3.44	0.1285	3.41	0.1272	3.45
Breadth at ball (mt.m-mt.l)	0.0502	3.96	0.0508	3.98	0.0560	3.86	0.0574	3.97
Breadth at heel (cc.m-ctu.l)	0.0296	4.05	0.0288	4.09	0.0347	4.12	0.0358	4.19
Big toe pad length (d1.t-d1.ps)	0.0174	4.56	0.0179	4.59	-	-	-	-
Big toe pad breadth (d1.pm-d1.pl)	0.0145	4.63	0.0151	4.66	-	-	-	-

ข้อมูลจากการวัดเส้นขอบรองเท้าเท้าในเท้าข้างซ้าย ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของ Division factor แสดงที่ breadth at heel (0.0347) และ T – 1 length (0.1512) ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของ mean error แสดงที่ T – 1 length (3.25) และ breadth at heel (4.12) ข้อมูลจากการวัดเส้นขอบรองเท้าเท้าในเท้าข้างขวา ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของ Division factor แสดงที่ breadth at heel (0.0358) และ T – 1 length (0.1497) ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของ mean error แสดงที่ T – 1 length (3.29) และ breadth at heel (4.19)

ตารางที่ 5 แสดงค่า Karl Pearson's correlation coefficients พบว่าข้อมูลค่าจากการวัดวิธีต่างๆ จากรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบรองเท้าเท้าของกลุ่มตัวอย่าง แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$ และ < 0.01) ยกเว้นมุม toe 1-5 angle ที่ไม่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทั้งรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบรองเท้าเท้า และพบว่าค่ามีนัยสำคัญที่แสดงความสัมพันธ์อย่างสูงระหว่างความสูงของบุคคลกับวิธีการวัดความยาวของนิ้วจากรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบรองเท้าเท้า ($0.82 - 0.87$, $P < 0.001$) แม้ว่า将有ความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงในส่วน of breadth at ball แต่ก็มีความสัมพันธ์เพียงเล็กน้อยในส่วน breadth at heel

Table 5
Karl Pearson's correlation coefficients between footprint and foot outline measurements with stature ($n = 1040$)

Measurement (cm)	Left footprint/stature	Right footprint/stature	Left foot outline/stature	Right foot outline/stature
T-1 length (d1.t-pte)	0.87*	0.86*	0.85*	0.86*
T-2 length (d2.t-pte)	0.85*	0.87*	0.83*	0.85*
T-3 length (d3.t-pte)	0.86*	0.85*	0.84*	0.85*
T-4 length (d4.t-pte)	0.85*	0.84*	0.83*	0.83*
T-5 length (d5.t-pte)	0.82*	0.82*	0.84*	0.82*
Breadth at ball (mt.m-mt.l)	0.66*	0.64*	0.63*	0.66*
Breadth at heel (cc.m-ctu.l)	0.57*	0.55*	0.53*	0.52*
Big toe pad length (d1.t-d1.ps)	0.41*	0.43*		
Big toe pad breadth (d1.pm-d1.pl.)	0.32**	0.30**	–	–
Toe 1-5 angle of declination	0.09 ^a	0.08 ^a	0.04 ^a	0.08 ^a

^a Values of correlation coefficients are not significant.

* Values of correlation coefficients are highly significant ($P < 0.001$).

** $P < 0.01$.

ตารางที่ 6 และ 7 แสดงสมการถดถอยในการประมาณความสูงจากวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบรองเท้าเท้าวิธีต่างๆ โดยค่าคงที่ “a” และ “b” เป็นค่าตัวเลขทางสถิติที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ โดยค่าจากสมการถดถอย “a” คือค่าตัวแปรตาม ได้แก่ ความสูงและ “b” คือค่าตัวแปรต้น ได้แก่วิธีการวัดวิธีต่างๆของรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบรองเท้าเท้า ดังนั้นสมการ ความสูง = $a + bx$ ที่ “x” = ค่าความยาวจากวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบรองเท้าเท้า สมการถดถอยที่ได้จากการคำนวณจากค่าความยาว / ความกว้างของรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบรองเท้าเท้า โดยแทนค่า “a” และ “b” ในสมการที่ได้จากกราฟสมการเส้นตรง ตารางได้แสดงค่า mean error โดยพบว่าไม่มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากค่าที่เกิดจากการวัดความสูงจริงกับค่าที่เกิดจากการประมาณในสมการเมื่อใช้วิธี Regression analysis

Table 6
Regression equations for estimation of stature through various length/breadth measurements of footprint in adult male Gujjars ($n = 1040$)

Measurement (cm)	Regression equations for left footprint	Mean error	Regressions equations for right footprint	Mean error
T-1 length (d1.t-pte)	$3.689 \times T-1 \text{ length} + 84.013$	2.12	$3.510 \times T-1 \text{ length} + 87.214$	2.16
T-2 length (d2.t-pte)	$3.864 \times T-2 \text{ length} + 77.783$	2.16	$3.361 \times T-2 \text{ length} + 91.303$	2.15
T-3 length (d3.t-pte)	$3.520 \times T-3 \text{ length} + 89.146$	2.27	$3.613 \times T-3 \text{ length} + 84.953$	2.30
T-4 length (d4.t-pte)	$3.869 \times T-4 \text{ length} + 88.013$	2.33	$3.627 \times T-4 \text{ length} + 94.414$	2.32
T-5 length (d5.t-pte)	$3.985 \times T-5 \text{ length} + 87.753$	2.35	$3.869 \times T-5 \text{ length} + 94.572$	2.31
Breadth at ball (mt.m-mt.l)	$7.951 \times BAB + 102.578$	3.11	$7.673 \times BAB + 105.389$	3.17
Breadth at heel (cc.m.-ctu.l)	$9.658 \text{ BAH} + 122.802$	3.64	$8.781 \times \text{BAH} + 126.093$	3.68
Big toe pad length (d1.t-d1.ps)	$12.056 \times \text{BTPL} + 133.642$	3.76	$10.969 \times \text{BTPL} + 133.402$	3.75
Big toe pad breadth (d1.pm-d1.pl)	$15.996 \times \text{BTPB} + 131.361$	3.92	$15.064 \times \text{BTPB} + 135.454$	3.88

Table 7
Regression equations for estimation of stature through various length-breadth measurements of foot outline in adult male Gujjars ($n = 1040$)

Measurement (cm)	Regression equation for left foot outline	Mean error	Regression equations for right foot outline	Mean error
T-1 length (d1.t-pte)	$3.255 \times T-1 \text{ length} + 88.458$	2.18	$3.289 \times T-1 \text{ length} + 87.385$	2.17
T-2 length (d2.t-pte)	$3.569 \times T-2 \text{ length} + 79.885$	2.22	$3.491 \times T-2 \text{ length} + 83.571$	2.24
T-3 length (d3.t-pte)	$3.621 \times T-3 \text{ length} + 90.467$	2.23	$3.583 \times T-3 \text{ length} + 80.972$	2.24
T-4 length (d4.t-pte)	$3.710 \times T-4 \text{ length} + 85.030$	2.30	$3.698 \times T-4 \text{ length} + 84.795$	2.27
T-5 length (d5.t-pte)	$3.993 \times T-5 \text{ length} + 83.894$	2.28	$3.915 \times T-5 \text{ length} + 85.582$	2.20
Breadth at ball (mt.m-mt.l)	$5.394 \times \text{BAB} + 119.625$	3.12	$5.414 \times \text{BAB} + 120.951$	3.10
Breadth at heel (cc.m.-ctu.l)	$8.810 \times \text{BAH} + 118.376$	3.61	$8.735 \times \text{BAH} + 120.265$	3.58

4. วิจารณ์การศึกษา

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ผู้ทำวิจัยประสบความสำเร็จในการประมาณความสูงของบุคคลจากวิธีต่าง ๆ จากการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าด้วยวิธี Division factor และ regression analysis โดยวิเคราะห์ค่า mean error ด้วย อย่างไรก็ตามพึงระลึกไว้เสมอว่าการประมาณค่าความสูงของบุคคลจากรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้านั้นไม่ใช่ประเด็นหรือเป้าหมายสำคัญในการศึกษาคั้งนี้ เนื่องจากอาจเกิดความผิดพลาดได้เพียงไม่กี่เซนติเมตร

การศึกษาคั้งนี้มีเหตุผลในการใช้กลุ่มตัวอย่างผู้ใหญ่ที่มีช่วงอายุระหว่าง 18 ถึง 30 ปี (อายุเฉลี่ย 24.47 ปี) เนื่องด้วยอาจช่วยกระจายค่าเฉลี่ยความยาวของฝ่าเท้าที่เริ่มโตเมื่ออายุ 16 ปีในเพศชาย [33,34] ตามการศึกษาของ Roche [35] โดยทั่วไปยอมรับว่าเริ่มเข้าสู่วัยผู้ใหญ่เมื่ออายุได้ 18 ปี แม้ว่าจะมีการเพิ่มอีกเล็กน้อยหลังช่วงนี้ ค่ากลางของอายุที่ความสูงเริ่มโตเต็มที่คือ 21.2 ปีและจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งประมาณ 10 % ของเพศชายกระทั่งอายุ 23.5 ปี [35] แม้ความสูงที่ลดลงไปเนื่องด้วยอายุที่เพิ่มขึ้นจะไม่สามารถอธิบายได้ด้วยขนาดของเท้าและยิ่งยากว่าจะเกิดความแปรปรวนเท้าใหม่เมื่อต้องนำมาใช้ในการคำนวณ [18] การศึกษาของ Friedlaender และคณะ [37] เห็นว่าการถดถอยของความสูงจะไม่สามารถเห็นได้จนกว่าจะล่วงอายุ 50 ปี

วิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าทั้งหมดนั้นถูกนำมาเปรียบเทียบกับกับการศึกษาของ Robbins [12] ดัง ตารางที่ 8 ที่แสดงค่าต่างๆจากวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าทั้งเท้าซ้ายและขวา การศึกษาจากชนกลุ่ม Gujjars ในคั้งนี้ชี้ให้เห็นค่าที่มากกว่าการศึกษาของ Robbins [12] ที่ได้ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างทั้งเพศชายและหญิงที่มีช่วงอายุระหว่าง 14 - 50 ปีในประเทศสหรัฐอเมริกา

รับน้ำหนักได้มากกว่ากระดูกอีกข้างหนึ่ง ในอีกทางหนึ่งพบว่าที่การขยายขนาดของกระดูกส่วนของเท้าหลักด้วย ดังนั้นจึงลักษณะนี้ในรอยฝ่าเท้าและเส้นรอบขอบฝ่าเท้าด้วย

การศึกษาของ Robbins [12] ซึ่งไม่พบค่าความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเท้าสองข้างจากการทดสอบวัดฝ่าเท้าของบุคคลเดียวกันในกลุ่มตัวอย่างชาวสหรัฐอเมริกา“แม้ว่าวิธีการวัดเหล่านี้จะไม่สามารถแยกระหว่างเท้าซ้ายและขวา แต่ก็สามารถประมาณความสูงและน้ำหนักจากรอยฝ่าเท้าเปล่าได้” ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ Phillip [29] ที่แม้จะสามารถประมาณความสูงจากรอยฝ่าเท้าได้ แต่ก็ไม่พบความแตกต่างระหว่างเท้าซ้ายและขวาในกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ทางใต้ของอินเดีย การศึกษาของ Jasuja และคณะ [15] ประสบผลสำเร็จในการประมาณความสูงจากเท้าซ้ายและขวา แต่ก็ไม่สามารถแยกความต่างระหว่างเท้าซ้ายและขวา ได้

ผู้วิจัยได้ระมัดระวังขณะที่ทำการวัดความสูงในกลุ่มตัวอย่างและขณะที่ทำการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้า เพื่อป้องกัน inter – observer error ผู้ทำการวิจัยได้วัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าด้วยวิธีต่างๆด้วยตนเองเพียงคนเดียว เพื่อป้องกัน intra – observer error ผู้ทำการวิจัยได้ทำการวัดซ้ำ 2 ครั้งในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยนำค่า intra – observer error คำนวณด้วยวิธีของ Dangour [41,42] ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้อยู่ในช่วงที่สามารถควบคุมได้ [43] จึงชี้ได้ว่าวิธีการวัดในการศึกษานี้ไม่มี intra – observer error

การศึกษาในครั้งนี้ วิธี division factor ถูกนำมาใช้ประมาณความสูงของบุคคลจากค่าความยาว / ความกว้าง ที่ได้จากการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้า ค่า mean error ถูกนำมาประกอบเพื่อดูค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการประมาณความสูง พบว่าค่า mean error (3.29 – 3.47) ที่เกิดจากการวัดความยาวนิ้วเท้ามีค่าน้อยเมื่อเทียบกับวิธีการวัดอื่น (3.86 – 4.66) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าที่ได้จากการวัดความยาวของรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้ามีความน่าเชื่อถือในการประมาณความสูงมากกว่า เช่น breadth at ball / heel และ big toe pad length / breadth ซึ่งการศึกษานี้พบว่ามีค่าความน่าเชื่อถือในการประมาณความสูงน้อยที่สุดที่ big toe pad breadth ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Jasuja [27] ว่าค่า mean error จำน้อยเมื่อวัดความยาวของเท้า ขณะที่จะมากเมื่อวัดจากความกว้างของเท้า วิธี division factor ในการประมาณความสูงจากความยาวของเท้า (T - length) และความยาวเส้นขอบร่างฝ่าเท้า (T – 1 length) ถูกนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Robbins [13] และ Philip [44] ตารางที่ 9 ผลการศึกษานี้พบว่ากับการศึกษาอื่นด้วย

Table 9
Comparison of the values of division factor/ratio index for estimation of stature with Robbins [13] and Philip [44]

Measurement (cm)	Present study (division factor)	Robbins [13] (stature ratio index) (%)	Philip [44] (stature ratio index) (%)
Left footprint length	0.1424	14.387	14.25
Right footprint length	0.1427	14.312	14.28
Left foot outline length	0.1512	15.199	15.25
Right foot outline length	0.1497	15.128	15.23

จากการศึกษาครั้งนี้ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้ากับความสูงบุคคลพบว่ามีค่าความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงและมีความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดระหว่างความสูงกับวิธีการวัดเหล่านั้น ความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสูงนี้ทำให้สามารถประมาณความสูงได้ทั้งเท้าซ้ายและขวา ของทั้งรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบรอยฝ่าเท้า อีกทั้งความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับวิธีการวัดความยาวนิ้วเท้าทั้งเท้าซ้ายและขวามีค่าที่สูงมาก (0.82- 0.87) จึงชี้ให้เห็นว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองตัวแปรอย่างใกล้ชิด ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Robbins [30] ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 550 คน (0.80 – 0.85) Ozden และคณะ [30] ที่ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างชาวตุรกีเพศชายจำนวน 294 คนกับการศึกษาของ Singh และ Phookan [45] ที่ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 4 ชาติพันธุ์ในอินเดีย โดยผลการศึกษาพบว่าความยาวของเท้าสามารถประมาณความสูงได้ดีกว่าความกว้างของเท้า

เมื่อตรวจสอบความแม่นยำด้วยสมการถดถอย โดยแทนค่าความยาวของนิ้วโป้ง (T-1 length) ต่ำสุด สูงสุดและค่าเฉลี่ยเพื่อคำนวณความสูงบุคคล เมื่อเทียบกับค่าต่ำสุด สูงสุดและค่าเฉลี่ยความสูงที่แท้จริง (ตารางที่ 10) ดังตารางจะเห็นได้ว่าค่าในสมการถดถอยมีค่าในการประเมินความสูงที่ต่ำ เมื่อเทียบด้วยความยาว T- 1 length ด้วยค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบด้วยค่าเฉลี่ยพบว่าค่าประมาณความสูงมีค่าที่ใกล้เคียงกับความสูงจริง จึงเหมาะสมมากกว่าหากใช้ข้อมูลช่วงกลางในการประมาณความสูง

Table 10
Comparison of actual stature and estimated stature from left T-1 length of footprint using respective regression equations ($n = 1040$)

Value	Minimum estimated stature (cm)	Maximum estimated stature (cm)	Mean estimated stature (cm)
Mean estimated stature	156.31	178.56	172.73
Actual stature	150.81	186.30	172.68

การศึกษาในครั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบค่า mean error ระหว่างวิธี division factor และวิธี regression (เปรียบเทียบตารางที่ 4 กับตารางที่ 6 และ 7) พบว่าค่า mean error ด้วยวิธี division factor มีค่าที่มากกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับวิธี regression แสดงให้เห็นว่าการประมาณความสูงด้วยวิธี regression มีความน่าเชื่อถือมากกว่าวิธี division factor และ Robbins [12] ผู้ได้แนะนำในหนังสือของเธอว่าการใช้ควรใช้ค่าร้อยละความแปรปรวนแทนในสมการถดถอยและยังเน้นด้วยว่าการประมาณความสูงโดยใช้ค่าเฉลี่ยแทนความยาวของเท้าจริงและคำนวณเป็นร้อยละความสูงนั้นจะมีความซ้ำซ้อนมากเกินไป การศึกษาครั้งนี้จึงสอดคล้องกับรายงานของ Robbins [12] ดังที่กล่าวข้างต้น

การศึกษาในครั้งนี้ได้ผลการศึกษาที่ดีกว่าเมื่อเทียบเรื่องค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าวิธีต่างๆ มีความแม่นยำและสามารถปรับใช้ได้ทั้งวิธี division factor และวิธี regression ในการประมาณความสูงจากวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้า อาจเนื่องมาจากการศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ (2,080 รอยฝ่าเท้าจากกลุ่มตัวอย่าง 1,040 คน) มากกว่าหลายการศึกษาที่กล่าวอ้างในงานวิจัยนี้ เหตุผลอื่นที่อาจส่งผลคือกลุ่มตัวอย่างที่ใช้กลุ่มตัวอย่างชาว Gujjar ทางตอนเหนือของอินเดียซึ่งเทียบได้ว่าเป็นกลุ่มประชากรกลุ่มเดียว กล่าวคือประชากรของกลุ่มนี้จะมีการแต่งงานภายในวรรณะเดียวกัน ดังนั้นจึงเป็นกลุ่มประชากรที่สำคัญยิ่งในลักษณะทางมานุษยวิทยา พันธุศาสตร์และนิติวิทยาศาสตร์

5. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า รอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการประมาณความสูงในกระบวนการพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ ความยาวของรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้ามีความสัมพันธ์ที่สูงยิ่งกับความสูง ดังนั้นจึงสามารถพยากรณ์ความสูงของบุคคลได้ดีกว่าวิธีอื่น และจะมีความน่าเชื่อถือเมื่อใช้วิธีการประมาณด้วยวิธี regression มากกว่าวิธี division factor ในเชิงที่พบความแตกต่างระหว่างเท้าซ้ายและขวาในบางวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าที่ใช้ในกลุ่มตัวอย่างชาว Gujjar นั้นจึงควรพึงระวังในเรื่องการนำวิธีการวัดไปใช้ให้เหมาะสมและในข้างที่เหมาะสมด้วย และประเด็นสำคัญที่พึงนึกถึงเสมอคือกลุ่มประชากรแม่แต่ในประเทศอินเดียนั้นมาจากหลายส่วน ดังนั้นลักษณะสัณฐานวิทยาอาจขึ้นอยู่กับลักษณะทางภูมิศาสตร์และลักษณะตามเผ่าพันธุ์ ซึ่งไม่สามารถเป็นตัวแทนของประชากรทั้งประเทศได้ จึงแนะนำว่าการศึกษาในครั้งต่อไปควรมีการศึกษาในกลุ่มประชากรกลุ่มเดียวกันที่เป็นกลุ่มอื่นที่อาศัยกระจายทั่วไปของโลกซึ่งอิทธิพลของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมจะสามารถวิเคราะห์ในเชิงนิติวิทยาศาสตร์ได้ต่อไป

6. บทวิจารณ์งานวิจัย

- 1) การศึกษาในครั้งต่อไปควรมีการศึกษารอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าที่เกิดจากหลายอิริยาบถ เช่น เดินหรือวิ่ง ซึ่งจะสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ปรับใช้ได้ดีกับสถานการณ์จริงที่อาจจะพบลักษณะรอยเท้ารูปแบบอื่นในสถานที่เกิดเหตุมากกว่าการยืน
- 2) ควรจะมีการศึกษาในเพศหญิงและช่วงอายุอื่นด้วย
- 3) ควรจะมีการศึกษาในประชากรที่หลากหลายกลุ่ม จะทำให้ผลการศึกษาที่ได้สามารถเป็นข้อมูลของประชากรอินเดียที่แท้จริง

7. บรรณานุกรม

- [1] S.R. Qamra, B.R. Sharma, P. Kaila, Naked footmarks—a preliminary study of identification factors, *Forensic Sci. Int.* 16 (1980) 145–152.
- [2] B.R. Sharma, *Forensic Science in Criminal Investigation*, Central Law Agency, Allahabad, India, 1990, pp. 176–190.
- [3] G.W. Gayer, *Footprints*, Government Publication, Lucknow, U.P., India, 1904.
- [4] L.M. Robbins, The individuality of human footprints, *J. Forensic Sci.* 23 (1978) 778–785.
- [5] W. Winkelmann, Use of footprints, especially forefoot prints, from the forensic viewpoint, *Z. Rechtsmed.* 99 (1987) 121–128.
- [6] G.E. Laskowski, V.L. Kyle, Barefoot impressions—a preliminary study of identification characteristics and population frequency of their morphological features, *J. Forensic Sci.* 33 (1988) 378–388.
- [7] R.B. Kennedy, I.S. Pressman, S. Chen, P.H. Patersen, A.E. Pressman, Statistical analysis of barefoot impressions, *J. Forensic Sci.* 48 (2003) 55–63.
- [8] R.B. Kennedy, S. Chen, I.S. Pressman, A.B. Yamashita, A.E. Pressman, A large-scale statistical analysis of barefoot impressions, *J. Forensic Sci.* 50 (2005) 1071–1080.
- [9] V.L. Naples, J.S. Miller, Making tracks: the forensic analysis of footprints and footwear impressions, *Anat. Rec. B: New Anat.* 279 (2004) 9–15.
- [10] K. Krishan, Individualizing characteristics of footprints in Gujjars of North India—Forensic aspects, *Forensic Sci. Int.* 169 (2007) 137–144.
- [11] L.M. Robbins, A method for analyzing footprints/shoeprints, in: *Proceedings of the 10th Triennial Meeting of the International Association of Forensic Sciences*, Oxford, England, 18–25 September, 1984.
- [12] L.M. Robbins, *Footprints—Collection, Analysis and Interpretation*, Charles C. Thomas, Springfield, IL, USA, 1985.
- [13] L.M. Robbins, Estimating height and weight from size of footprints, *J. Forensic Sci.* 31 (1986) 143–152.
- [14] E. Giles, P.H. Vallandigham, Height estimation from foot and shoeprint length, *J. Forensic Sci.* 36 (1991) 1134–1151.
- [15] O.P. Jasuja, J. Singh, M. Jain, Estimation of stature from foot and shoe measurements by multiplication factors: a revised attempt, *Forensic Sci. Int.* 50 (1991) 203–215.

- [16] C.C. Gorden, J.E. Buikstra, Linear models for the prediction of stature from foot and boot dimensions, *J. Forensic Sci.* 37 (1992) 771–782.
- [17] O.P. Jasuja, Manjula, Estimation of stature from footprint length, *Forensic Sci. Int.* 61 (1993) 1–5.
- [18] S.L. Barker, J.L. Scheuer, Predictive value of human footprints in a forensic context, *Med. Sci. Law* 38 (1998) 341–346.
- [19] K. Krishan, Limb bilateral asymmetry and footprints of male adult Gujjar population in parts of Punjab and Haryana, PhD Dissertation, Panjab University, Chandigarh, India, 2002.
- [20] K. Krishan, R.N. Vashisht, Estimation of stature from foot-prints in adult male Gujjars, in: M.K. Bhasin, S. Nath (Eds.), *Role of Forensic Science in the New Millennium*, Department of Anthropology, University of Delhi, New Delhi, India, 2002, pp. 13–18.
- [21] K. Krishan, A. Sharma, Estimation of stature from dimensions of hands and feet in a North Indian population, *J. Clin. Forensic Med.* 14 (2007) 327–332.
- [22] P. Topinard, *L'Anthropologie*, C. Reinwald, Paris, 1876.
- [23] P. Topinard, *Anthropology*, Chapman and Hall, London, 1876.
- [24] R. .Martin, *Lehrbuch der Anthropologie*, 1914, Gustav Fischer, Jena, 1928
- [25] R. Martin, K. Saller, *Lehrbuch der Anthropologie*, Gustav Fischer, Stuttgart, 1959.
- [26] L. Pales, *Les Empreintes de Pieds Humains dans les Cavernes Archives de l'Institut de Pale´ontologie Humaine Me´m.* 36, 1976 (cited from [14]).
- [27] O.P. Jasuja, Calculation of stature from foot and shoe impressions, PhD Dissertation, Punjabi University, Patiala, India, 1987.
- [28] V.K. Sharma, R.K. Garg, P.K. Chattopadhyay, Calculation of stature from foot measurements: a study of Gaur Brahmins, *Coll. Antropol.* 2 (1978) 194–195.
- [29] T.A. Philip, Formulae for estimating stature from foot size by regression method, *J. Ind. Acad. Forensic Med.* 12 (1990) 57–62.
- [30] H. Ozden, Y. Balci, C. Demirustu, A. Turgut, M. Ertugrul, Stature and sex estimate using foot and shoe dimensions, *Forensic Sci Int.* 147 (2005) 181–184.
- [31] J. Comas, *Manual of Physical Anthropology*, C.C. Thomas Springfield, USA, 1960, pp. 713–717.
- [32] J.S. Weiner, J.A. Lourie, *Human Biology—A Guide to Field Methods*, Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, 1981.

- [33] M. Anderson, M. Blais, W.T. Green, Growth of the normal foot during childhood and adolescence—length of the foot and interrelations of foot, stature and lower extremity as seen in serial records of children between 1–18 years of age, *Am. J. Phys. Anthropol.* 14 (1956) 287–308.
- [34] M.M. Blais, W.T. Green, M. Anderson, Lengths of the growing foot, *J. Bone Joint Surg.* 38A (1956) 998–1000.
- [35] A.F. Roche, Bone growth and maturation, in: F. Falkner, J.M. Tanner (Eds.), 2nd ed., *Human Growth—A Comprehensive Treatise*, vol. 2, Plenum Press, New York and London, 1986, pp. 25–60.
- [36] A.F. Roche, G.H. Davila, Late adolescent growth in stature, *Pediatrics* 50 (1972) 874–880.
- [37] J.S. Friedlaender, P.T. Costa Jr., R. Bosse, E. Ellis, J.G. Rhoads, H.W. Stoudt, Longitudinal physique changes among healthy white veterans at Boston, *Hum. Biol.* 49 (1977) 451–558.
- [38] T.A. Philip, Foot size for predicting stature of males, *J. Ind. Acad. Forensic Sci.* 27 (1988) 30–39.
- [39] I. Singh, Functional asymmetry in the lower limbs, *Acta Anat.* 77 (1970) 131–138.
- [40] N.G. Rao, M.S. Kotian, Footprint ratio (FPR)—a clue for establishing sex identity, *J. Ind. Acad. Forensic Med.* 12 (1990) 51–56.
- [41] A.D. Dangour, Growth of upper and lower body segments in Patamona and Wapishana Amerindian children (cross-sectional data), *Ann. Hum. Biol.* 28 (2001) 649–663.
- [42] A.D. Dangour, Cross-sectional changes in anthropometric variables among Wapishane and Patamona Amerindian adults, *Hum. Biol.* 75 (2003) 227–240.
- [43] S.J. Ulijaszek, D.A. Kerr, Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status, *Br. J. Nutr.* 82 (1999) 165–177.
- [44] T.A. Philip, Reconstruction of stature from foot outline and footprint size, *J. Ind. Acad. Forensic Med.* 11 (1989) 15–20.
- [45] T.S. Singh, M.N. Phookan, Stature and foot size in four Thai communities of Assam, India, *Anthrop. Anz.* 51 (1993) 349–355