



การคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย
กรณีศึกษาจังหวัดอุดรดิตถ์และจังหวัดแพร่

โดย

นางสาววรารัตน์ ก่อเกิด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย
กรณีศึกษาจังหวัดอุดรดิตถ์และจังหวัดแพร่

โดย
นางสาววรารัตน์ ก่อเกิด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**ESTIMATION OF STATURE AND SEX FROM FOOTPRINTS IN THAILAND: A CASE
STUDY OF UTTARADIT AND PHRAE PROVINCE.**

**By
Wararat Kowkerd**

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Program of forensic science

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2011

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การคาดคะเนความสูงและ
เพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุดรดิตถ์และจังหวัดแพร่”
เสนอโดย นางสาววรารัตน์ ก่อเกิด เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ชารัทสนวงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัจน์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(พันตำรวจโทสุฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก นายแพทย์อุทัย ตีระวนินทร)

...../...../.....

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัจน์)

...../...../.....

52312332 : สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : การคาดคะเน / ความสูง / เพศ / รอยพิมพ์ฝ่าเท้า

วรารัตน์ ก่อเกิด : การคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่ม
ประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุดรดิตถ์และจังหวัดแพร่. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ.
พ.ต.อ.สันต์ สุขวณัน. 89 หน้า.

รอยเท้าเป็นพยานหลักฐานที่มีคุณค่าอย่างยิ่งทางนิติวิทยาศาสตร์เนื่องจากสามารถระบุ
เอกลักษณ์บุคคลและบ่งบอกลักษณะสำคัญเจ้าของฝ่าเท้า เช่น เพศและความสูง ได้ ในประเทศไทยการศึกษา
เกี่ยวกับรอยเท้ายังค่อนข้างน้อยเนื่องจากขาดความตระหนักเรื่องคุณค่าวัตถุพยานทั้งที่สามารถตรวจพบได้ง่าย
และขั้นตอนไม่ยุ่งยาก การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์และคาดคะเนความสูงและเพศ
ของบุคคลจากความยาวและความกว้างจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้า โดยทำการวัดและเปรียบเทียบความยาวสูงสุดและ
ความกว้างสูงสุดรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในทำขึ้น จากกลุ่มตัวอย่างเชื้อชาติไทย ที่มีอายุระหว่าง 18 – 55 ปี จำนวน 200
คน เป็นเพศชาย 100 คนและเพศหญิง 100 คน ผลการวิจัยพบว่าความยาวฝ่าเท้ามีความสัมพันธ์ส่วนมากอยู่ใน
ระดับสูงกับความสูงทั้งสองกลุ่มเพศ ส่วนความกว้างฝ่าเท้ามีความสัมพันธ์ระดับต่ำกับความสูง โดยสามารถ
สร้างสมการคาดคะเนความสูงได้ 7 สมการ ขณะที่ความสัมพันธ์ความยาวและความกว้างฝ่าเท้ากับเพศอยู่ใน
ระดับปานกลางทั้งสองกลุ่มและสามารถสร้างสมการคาดคะเนความสูงได้ 2 สมการ

การศึกษานี้พบว่าความยาวและความกว้างฝ่าเท้ามีความสัมพันธ์กับความสูงและเพศอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ สามารถนำสร้างเป็นสมการคาดคะเนความสูงและเพศของประชากรไทยได้

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2554

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

52312332 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE

KEY WORD : ESTIMATION / STATURE / SEX / FOOTPRINTS

WARARAT KOWKERD : ESTIMATION OF STATURE AND SEX FROM
FOOTPRINTS IN THAILAND : A CASE STUDY OF UTTARADIT AND PHRAE PROVINCE.

THESIS ADVISORS : ASSOC.PROF.POL.COL.SANT SOOKAWATCHANA. 89 pp.

A footprint is value evidence in forensic science. Not only use to identification but also to determine one's sex or height. The less of footprints study in Thai is offered to lack of realize of its value in spite of the fact that can easy detect. The aim of the study was to correlate and develop a formula to estimate the stature and sex of an individual using foot length and width from footprints in standing position. Measurements of a Thai target group of 200 individuals were taken. The group was composed of 100 males and 100 females. The results, among the group, a significant correlation was high found in regard to stature and foot length while significant correlation was moderate found in regard to sex and foot dimensions. This study revealed 7 appropriate regression equations for estimation of the stature and 2 regression equations for estimation of the sex for the Thai population when their foot dimensions were obtained.

It was understood that footprints are a criteria to estimate the stature and sex of a person that there was a strong relationship between foot length and width and that these can be used to aid estimation better to obtain meaningful results

Program of Forensic science Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2011

Student's signature

Thesis Advisors' signature.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัจน์ อาจารย์คณะนิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรและโรงเรียนนายร้อยตำรวจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พันตำรวจโทสฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ ศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก นายแพทย์อุทัย ธีระวินนทร คณะกรรมการตรวจสอบที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาในทุกขั้นตอนของการทำวิจัยเรื่องนี้ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ พันตำรวจโทหญิง ดร. สมวดี ไชยเวช จากโรงเรียนนายร้อยตำรวจ เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำเรื่องการเขียนโครงร่างวิทยานิพนธ์และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัยอย่างเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.กัญญารัตน์ ผึ้งประเสริฐ อาจารย์พยาบาล ประจำวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และอธิบายสถิติขั้นสูงให้เข้าใจง่าย และสามารถทำให้งานวิจัยนี้ลุล่วงมาได้

ขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่กรุณาเสียสละเวลาให้ผู้วิจัยในการเก็บข้อมูลงานวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนขอขอบพระคุณผู้มีอุปการคุณทุกท่านที่ช่วยเหลือให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัว ที่ให้กำลังใจและเชื่อมั่นว่าสามารถทำสำเร็จลงได้ ขอขอบคุณค่ะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์งานวิจัย.....	5
สมมติฐานงานวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	7
แนวคิดเกี่ยวกับการพิสูจน์หลักฐาน	8
ประวัติการพิสูจน์หลักฐาน	9
กระบวนการตรวจพิสูจน์หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์	12
ทฤษฎีกายวิภาคศาสตร์ส่วนเท้า.....	13
การเคลื่อนไหวของเท้า	20
วงจรการเดินและการเกิดรอยเท้า.....	23
ความผิดปกติของเท้า	24
การเกิดรอยฝ่าเท้าและการตรวจพิสูจน์รอยฝ่าเท้า	28
การตรวจหารอยฝ่าเท้าและรูปแบบรอยฝ่าเท้าในสถานที่เกิดเหตุ	29
การตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบรอยเท้า	31
การหารอยนิ้วมือและนิ้วเท้าแฝง.....	34
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรอยฝ่าเท้ากับความสูง.....	44
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับรอยฝ่าเท้า.....	46
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	47

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	51
ประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่าง	51
ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	52
การวิเคราะห์ข้อมูล	53
วิธีกำหนดจุดอ้างอิง	53
วิธีวัดความยาวรอยฝ่าเท้า.....	54
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล	55
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	68
สรุปและอภิปรายผล	68
ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป.....	74
รายการอ้างอิง	75
ภาคผนวก	78
ภาคผนวก ก แบบบันทึกข้อมูลส่วนตัว.....	81
ตารางบันทึกข้อมูลตัวแปรที่ได้จากการวัดรอยฝ่าเท้า	82
ภาคผนวก ข เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดสอบและวิธีการทดสอบ..	85
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	85
วิธีการทดสอบ	86
ประวัติผู้วิจัย	89

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า t - value ค่า p - value ข้อมูลทั่วไป.....	58
2	ค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า t -value และค่า p - value เปรียบเทียบระหว่างเท้าทั้งสองข้างในกลุ่มเพศเดียวกัน	59
3	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าการวัดตำแหน่งต่าง ๆ ของรอยพิมพ์ ฝ่าเท้ากับส่วนสูง.....	60
4	สมการถดถอยในการประมาณค่าความสูงในแต่ละกลุ่มประชากร ..	61
5	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าการวัดตำแหน่งต่าง ๆ ของรอยพิมพ์ ฝ่าเท้ากับเพศ.....	65
6	สมการถดถอยในการทำนายเพศ.....	65
7	ผลของการทำนายเพศจากสมการที่ได้จากความยาวฝ่าเท้าขวาและ ความกว้างฝ่าเท้าขวา.....	66
8	ผลของการทำนายเพศจากสมการที่ได้จากความยาวฝ่าเท้าซ้ายและ ความกว้างฝ่าเท้าซ้าย	67

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	อัลฟองเซ เบอทิลลอง.....	9
2	วิธีการวัดขนาดบุคคลของอัลฟองเซ เบอทิลลอง.....	9
3	เซอร์ ฟรานซิส กาลตัน.....	10
4	เอ็ดมอน โคลการ์ด.....	11
5	แสดงกระดูกของขาส่วนต้นและขาส่วนปลาย	14
6	แสดงกระดูกของขาส่วนต้นและขาส่วนปลาย	15
7	แสดงข้อต่อแบบเส้นใยของกะโหลกศีรษะ	16
8	แสดงโครงสร้างของข้อต่อแบบซินโนเวียล	17
9	แสดงข้อต่อชนิดที่เคลื่อนไหวได้มากแบบต่างๆ	19
10	แสดงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ	21
11	แสดงการเคลื่อนไหวของเท้าลักษณะต่างๆ	22
12	วงจรการเดินในแต่ละช่วง	24
13	แสดงนิ้วหัวแม่เท้าเอียง	24
14	แสดงลักษณะนิ้วหัวค้อน.....	25
15	แสดงลักษณะ Claw toes	25
16	แสดงลักษณะเท้าแบน	26
17	แสดงลักษณะเท้าปุก.....	26
18	แสดงลักษณะเท้าแบบ	27
19	แสดงลักษณะเท้าแบบ	27
20	รอยฝ่าเท้าที่เกิดจากเท้าที่เปียกบนพื้น	28
21	รอยฝ่าเท้าที่บนพื้นดิน	28
22	รอยฝ่าเท้าแฝง.....	29
23	รอยประทับของเท้าบนพื้นที่ไม่หืออะไรห่อหุ้ม	30
24	รอยประทับที่เกิดจากการสวมถุงเท้า	30
25	รอยเท้าประเภทรอยประทับและร่องรอยที่ถูกทิ้งไว้บนผิวหนังของ พื้นรองเท้าที่สวมใส่	31
26	เทคนิคการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของนิ้ว.....	31

รูปที่		หน้า
27	เทคนิคการวัดความกว้างและความยาวของฝ้ายแท้	32
28	เทคนิคการวัดแบบรอยแผ่กว้างของฝ้ายแท้.....	33
29	แปรงขนกระต่าย	34
30	แปรงขนกระรอก.....	35
31	แปรงแม่เหล็ก	35
32	เทปกายยาง.....	36
33	ขั้นตอนการมัดผงฝุ่นเพื่อเก็บร่อนนิ้วมือแฝง	38
34	ขั้นตอนการเก็บร่อนนิ้วมือแฝงโดยใช้น้ำยานินไฮดริน.....	39
35	ขั้นตอนการเก็บร่อนนิ้วมือแฝงโดยใช้น้ำยาเกลือเงินไนเตรท.....	40
36	ขั้นตอนการเก็บร่อนนิ้วมือแฝงด้วยวิธีรมควันไอโอดีน	41
37	ร่อนนิ้วมือแฝงด้วยวิธีการใช้ผลึกม่วง.....	42
38	หาร่อนนิ้วมือแฝงด้วยแสงเลเซอร์.....	43
39	หาร่อนนิ้วมือแฝงด้วยเครื่องโพลิไลท์.....	44
40	การวัดความยาวฝ้ายแท้และความกว้างฝ้ายแท้.....	54
41	อุปกรณ์ที่ใช้ทำความสะอาดเท้าก่อนและหลังการพิมพ์ร่อนฝ้ายแท้	85
42	อุปกรณ์สำหรับใช้พิมพ์ร่อนฝ้ายแท้.....	85
43	อุปกรณ์สำหรับใช้เก็บข้อมูลและวัดร่อนฝ้ายแท้.....	86
44	อุปกรณ์ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง.....	86
45	แสดงการเตรียมพื้นที่สำหรับการพิมพ์ร่อนฝ้ายแท้.....	87
46	แสดงการคลึงหมึกสีดำพร้อมกลิ้งบนแท่นพิมพ์.....	87
47	แสดงการใช้ลูกกลิ้งยางเข้าบนฝ้ายแท้ของกลุ่มตัวอย่างที่ละข้าง.....	88
48	แสดงการพิมพ์ฝ้ายแท้กลุ่มตัวอย่างในทำขึ้นและตัวอย่างร่อนพิมพ์ฝ้ายแท้	88

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาวะทางสังคม เศรษฐกิจและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในปัจจุบันทำให้การลักษณะการดำรงชีวิตของคนไทยเปลี่ยนไป จากวิถีชีวิตที่เรียบง่ายและเกื้อกูลในอดีตกลายเป็นสังคมที่เต็มไปด้วยการแข่งขันและความมีศีลธรรมของคนน้อยลงตามโลกยุคโลกาภิวัตน์จนทำให้วัฒนธรรมและจริยธรรมของบุคคลลดลงอย่างมาก ก่อให้เกิดปัญหาสังคมอาชญากรรมด้านต่างๆ มากมาย เกิดความเสียหายต่อร่างกาย ชีวิต และทรัพย์สินของประชาชนส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของชาติอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อีกทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ความเจริญก้าวหน้าด้านต่างๆ แม้จะทำให้เศรษฐกิจของประเทศโดยรวมพัฒนาขึ้น โดยเฉพาะความเจริญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศข้อมูลข่าวสารเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันของประชาชนทั้งในเมืองและชนบทค่อนข้างมาก มีช่องทางการสื่อสารที่มีความรวดเร็วเกิดขึ้นมากมายทั้ง อินเทอร์เน็ต ระบบการถ่ายทอดโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม เครือข่ายวิทยุชุมชน ทำให้ประชาชนได้รับข้อมูลข่าวสารจากทั่วโลกได้รวดเร็วทันเหตุการณ์ แต่ก็พบว่าความเจริญเหล่านี้ก็เสมือนเป็นดาบสองคม ทำให้การเข้าถึงข้อมูลข่าวสารของบุคคลไม่ประเสริฐดีถูกนำไปใช้ในด้านลบ เพื่อเป็นคู่มือในการกระทำความผิดให้แนบเนียนและสลับซับซ้อนยิ่งขึ้น รวมถึงเกิดการกระทำความผิดรูปแบบใหม่ๆ ใช้สื่อเหล่านี้เป็นช่องทางในการแสวงหาประโยชน์ทางทรัพย์สินจากประชาชนผู้รู้เท่าไม่ถึงการณ์ เช่น การฉ้อโกงทางอินเทอร์เน็ต การฉ้อโกงบัตรเครดิต การหลอกให้โอนเงินทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้เกิดผลกระทบและความเสียหายออกไปในวงกว้างได้มากและรวดเร็วยิ่งกว่าในอดีต หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน เข้ามาควบคุมและตรวจสอบได้ยากขึ้นและไม่ทันต่อสถานการณ์ เนื่องจากข้อจำกัดในด้านต่างๆ เช่น อำนาจหน้าที่ตามกฎหมาย จำนวนเจ้าหน้าที่ และงบประมาณที่ใช้ในการดำเนินการ จากปัจจัยดังกล่าวทำให้สถานการณ์อาชญากรรมต่างๆ ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีรูปแบบที่สลับซับซ้อน กระทั่งการปฏิบัติหน้าที่ปราบปรามอาชญากรรมของเจ้าพนักงานที่เกี่ยวข้องยากขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะเจ้าพนักงานสืบสวนสอบสวนหรืองานด้านนิติวิทยาศาสตร์

งานด้านนิติวิทยาศาสตร์อันเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์ข้อเท็จจริง เพื่อเกิดผลในการบังคับใช้กฎหมายและนำตัวผู้กระทำผิดที่แท้จริงมาลงโทษตามกระบวนการยุติธรรม โดยหนึ่งกระบวนการอันดับแรกๆที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ การรวบรวมพยานหลักฐานจากสถานที่เกิดเหตุมา ยืนยันให้สามารถพิสูจน์ความผิด โดยนำเอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในการตรวจพิสูจน์หลักฐานต่างๆเชื่อมโยงกับบุคคล เรียกว่าการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเพื่อค้นหาผู้กระทำผิดเข้าสู่กระบวนการทางกฎหมายและกระบวนการยุติธรรม

การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลหรือการระบุตัวบุคคล (Identification) [1] เป็นขั้นตอนที่สำคัญยิ่งในกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยเป็นกระบวนการอันเกิดจากการพิสูจน์พยานหลักฐานที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุ เพื่อเชื่อมโยงและระบุตัวตนของบุคคลผู้เป็นเจ้าของอันเกี่ยวข้องกับทางคดี ไม่ว่าบุคคลนั้นจะเป็นผู้กระทำความผิด ผู้เสียหายหรือผู้ที่คาดว่าเกี่ยวข้อง ซึ่งพยานหลักฐานที่ได้นั้นมักได้มาจากการตรวจสถานที่เกิดเหตุเป็นสำคัญ ไม่ว่าจะเป็นหลักฐานทางชีววิทยา เช่น คราบเลือด คราบอสุจิ เส้นผม เส้นขน หลักฐานทางฟิสิกส์ เช่น ร่องรอยการต่อสู้ เชื้อยวชน หรือแม้แต่ร่องรอยที่เกิดจากการสัมผัสหรือเหยียบย่ำ เช่น รอยนิ้วมือ รอยฝ่าเท้า ซึ่งพบว่ารอยฝ่าเท้าเป็นวัตถุพยานที่มักพบเป็นอันดับแรก และสามารถตรวจพบได้ง่ายในสถานที่เกิดเหตุ[1] จึงมักพบรอยฝ่าเท้าในพื้นที่ของสถานที่เกิดเหตุไม่ว่าจะเป็น พื้นดิน พื้นโคลนหรือบริเวณตัวอาคารพื้นไม้ พื้นขัดเงา พื้นปาเก้ พื้นซีเมนต์ เป็นต้น แต่วัตถุพยานเหล่านี้กลับถูกละเลยจากพนักงานเจ้าหน้าที่ เนื่องจากไม่เห็นความสำคัญเท่าที่ควร

ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วรอยเท้าถือว่าเป็นพยานหลักฐานที่มีคุณค่าอย่างยิ่งในการสืบสวนสอบสวน เนื่องจากไม่เพียงบอกขนาด รูปร่างของเท้าเท่านั้น ด้วยคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของโครงกระดูกและกล้ามเนื้อของแต่ละบุคคลได้ ทำให้รอยเท้าสามารถบ่งบอกลักษณะรูปร่างความเป็นไปได้ของเจ้าของฝ่าเท้าด้วย เช่น เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง[2] ที่แสดงถึงลักษณะเฉพาะตัวหรือแม้แต่บอกเอกลักษณ์บุคคลและระบุตัวตนได้ เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างร่างกาย และลายเส้นที่ปรากฏในรอยฝ่าเท้าสามารถใช้พิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้เช่นเดียวกับรอยนิ้วมือ ซึ่งหากพนักงานเจ้าหน้าที่มีความตระหนักถึงคุณค่าของวัตถุพยานประเภทรอยฝ่าเท้า สามารถตรวจสถานที่เกิดเหตุด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและระมัดระวัง อาจทำให้ได้พยานหลักฐานและเบาะแสที่สำคัญในการสืบสวนสอบสวนได้ [3]

แม้ว่ารอยฝ่าเท้าจะเป็นวัตถุพยานที่มีคุณค่าทางนิติวิทยาศาสตร์อย่างยิ่ง แต่พบว่าหน่วยงานทั้งด้านการศึกษาและหน่วยงานด้านการตรวจพิสูจน์ที่เกี่ยวข้อง ไม่ได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรอยฝ่าเท้าเท่าที่ควร ทั้งที่การศึกษาในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา[4] ตุรกี[5] หรืออินเดีย[6] ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับรอยฝ่าเท้าอย่างกว้างขวางและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในการ

สืบสวนสอบสวนเพื่อคลี่คลายทางคดีได้จริง โดยเฉพาะในประเทศไทยรอยฝ่าเท้ามักเป็นวัตถุพยานที่ผู้กระทำความผิดมักทิ้งเอาไว้ในสถานที่เกิดเหตุ ด้วยลักษณะมารยาททางวัฒนธรรมท้องถิ่นที่ปฏิบัติกันมาแต่ครั้งโบราณกาลที่ต้องถอดรองเท้าไว้นอกบ้านเสมอ อีกทั้งการสวมรองเท้าบางครั้งทำให้การป็น การเดินในบางพื้นที่ไม่สะดวก หรือทำให้เกิดเสียงดังอาจทำให้เหยื่อรู้ตัวก่อน ทำให้มีความเป็นไปได้สูงที่จะพบวัตถุพยานประเภทรอยฝ่าเท้าได้มากกว่าวัตถุพยานชนิดอื่น นอกจากนี้วัตถุพยานรูปแบบอื่นนั้นอาจถูกอำพรางการกระทำความผิดได้ง่ายกว่าเนื่องจากผู้กระทำความผิดปัจจุบันมีความรู้ในการปกปิดพยานหลักฐานที่เชื่อมโยงสู่ตนจากข้อมูลข่าวสารที่ปัจจุบันสามารถเข้าถึงได้ง่ายจากสื่อต่างๆ พยานหลักฐานในเรื่องรอยเท้าอาจเป็นเรื่องที่ค่อนข้างแปลกใหม่และมีผู้ให้ความสนใจค่อนข้างน้อย จึงไม่ค่อยถูกนำมาใช้ในการตรวจพิสูจน์ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วสามารถถูกตรวจพบได้ง่ายกว่าวัตถุพยานชนิดอื่น

รอยฝ่าเท้ายังมีคุณค่าในแง่ของความคุ้มค่าในการตรวจพิสูจน์ เนื่องจากวิธีการพิสูจน์สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ง่าย ขั้นตอนไม่ยุ่งยาก สามารถตรวจสอบได้เกือบทุกสถานที่ ไม่ต้องอาศัยเทคโนโลยีราคาแพงหรืออาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ทำให้สะดวกและประหยัดงบประมาณในการตรวจพิสูจน์ ทั้งจากวิธีการตรวจเอกลักษณ์บุคคลจากลายเส้นที่เกิดจากรอยฝ่าเท้าได้ จากการอาศัยหลักการสังเกตลักษณะลายเส้นที่เกิดจากรอยประทับของเท้าในแต่ละบุคคลที่แตกต่างกัน[3] และโดยการตรวจรอยฝ่าเท้าโดยไม่คำนึงถึงลายเส้น (Bare footprints) ซึ่งสามารถบอกได้ถึงลักษณะทางกายวิภาคของเจ้าของรอยฝ่าเท้านั้น เนื่องจากมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับกระดูกและลักษณะโครงร่างของบุคคลหนึ่งๆ ดังนั้นจากความจำเพาะในเรื่องทางกายวิภาคของเจ้าของรอยฝ่าเท้า รอยฝ่าเท้าจึงสามารถเป็นตัวชี้วัดรูปร่างความสูงหรือกระทั่งเพศของเจ้าของรอยฝ่าเท้าได้

แต่การตรวจพิสูจน์ในการสืบสวนสอบสวนโดยใช้ลายเส้นของรอยฝ่าเท้า แม้จะมีประโยชน์ในการยืนยันเอกลักษณ์บุคคลแต่ยังมีข้อจำกัด เช่น กลุ่มผู้ต้องสงสัยที่มีจำนวนมากอาจเป็นการยุ่งยากและใช้ระยะเวลาในการตรวจพิสูจน์นาน หากต้องพิมพ์รอยฝ่าเท้าเพื่อเทียบเคียงกับรอยฝ่าเท้าต้นฉบับ และในสถานที่เกิดเหตุจริงอาจพบลักษณะของรอยฝ่าเท้าที่เกิดจากมีการเคลื่อนไหว หรือเคลื่อนที่ของบุคคลร่วมด้วย เช่น การเดิน การวิ่งหรือการบิดหมุนตัว หรือรอยเท้าที่เดินบนพื้นผิวที่สกปรก เปื้อนฝุ่น เช่น บนหลังคาบ้าน ฯลฯ ซึ่งทำให้การพบรอยฝ่าเท้าที่เห็นลายเส้นชัดเจนเพียงพอสำหรับพิสูจน์ลายพิมพ์เท้าได้น้อย ดังนั้นการตรวจพิสูจน์รอยฝ่าเท้าโดยไม่อาศัยลายเส้นก็จะมีประโยชน์อย่างมากในการคัดกรองเบื้องต้น และหากสามารถพิสูจน์ระบุเพศของเจ้าของรอยเท้าได้ก็จะสามารถแยกเจ้าของรอยฝ่าเท้าได้ถึงครั้งหนึ่งเลยทีเดียว ดังนั้นการศึกษาที่น่าจะเป็นประโยชน์เพื่อช่วยในกระบวนการสืบสวนสอบสวนที่แท้จริง โดยเฉพาะเมื่อต้องใช้ในการตรวจทางนิติวิทยาศาสตร์ควรคำนึงถึงการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เกิดเหตุจริงได้ด้วย

ในประเทศไทยการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการตรวจพิสูจน์รอยฝ่าเท้าเพื่ออ้างอิงกับรูปร่างบุคคลมีค่อนข้างจำกัด เนื่องจากความสนใจเกี่ยวกับคุณค่าของวัตถุพยานชนิดนี้ยังน้อย การศึกษาของกาญจนา[7] ได้ทำการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลและทำการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของคนเดียวกันในทำขึ้น เดินและวัง ในกลุ่มตัวอย่างเพศชายจำนวน 90 คน พบว่ารอยพิมพ์ฝ่าเท้ากลุ่มตัวอย่างมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน และรอยฝ่าเท้าของบุคคลเดียวกันที่เกิดจากท่าทางการขึ้น เดินและวังมีความแตกต่างกัน ขณะที่การศึกษาของอัจฉราภรณ์[8] ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเท้ากับความสูงของบุคคลและนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินความสูงของบุคคล จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 500 คน เพศชาย 194 คน และเพศหญิง 306 คน พบว่าในเพศชายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่สูงสุดจากความยาวของนิ้วโป้งเท้าข้างซ้าย เช่นเดียวกับในเพศหญิง แต่ยังไม่มีการศึกษาใดเลยในไทยที่ใช้รอยฝ่าเท้าเพื่อช่วยในการทำนายเพศ

Ozden และคณะ[5] ได้ทำการศึกษาคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากการวัดรอยเท้าและร่องเท้าในกลุ่มประชากรประเทศตุรกีจำนวน 569 คน เพศชาย 294 คนและเพศหญิง 275 คน ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์สูงสุดระหว่างความสูงของเพศชายกับความยาวร่องเท้าข้างขวา ($r = 0.591, p < 0.001$) และพบความสัมพันธ์สูงสุดระหว่างความสูงของเพศหญิงกับความยาวฝ่าเท้าขวาและร่องเท้าข้างขวา ($r = 0.460, p < 0.001$) ในขณะที่ความยาวของรอยฝ่าเท้าและร่องเท้าทั้งซ้ายและขวา มีความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสูงกับเพศ และสามารถใช้ในการระบุแยกเพศได้ดีกว่าความกว้างของทั้งรอยฝ่าเท้าและร่องเท้า

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลจากรอยฝ่าเท้าด้วยวิธีการใหม่ เพื่อใช้ในการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากของรอยฝ่าเท้าจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าเปล่า ที่ได้จากกลุ่มประชากรตัวอย่างในประเทศไทย ตลอดจนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปพัฒนาและสามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในกระบวนการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลในกระบวนการสืบสวนสอบสวนในประเทศต่อไป สอดคล้องกับหน้าที่ของนักพิสูจน์หลักฐาน ที่ว่า “จะต้องพยายามใช้ประโยชน์จากพยานหลักฐานที่มีอยู่ให้มากที่สุด”

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและความกว้างของรอยฝ่าเท้ากับความสูงและเพศของบุคคล
2. เพื่อคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากความยาวและความกว้างของรอยฝ่าเท้า
3. เพื่อหาวิธีการใหม่ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลจากรอยฝ่าเท้า

สมมติฐานงานวิจัย

1. ความยาวและความกว้างของรอยฝ่าเท้าสามารถคาดคะเนความสูงของบุคคลได้
2. ความยาวและความกว้างของรอยฝ่าเท้าสามารถคาดคะเนเพศของบุคคลได้

ขอบเขตงานวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ทำการวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบรอยเท้า โดยเก็บจากข้อมูลตัวอย่าง รอยพิมพ์ฝ่าเท้าจากประชากรเชื้อชาติไทย ทำการศึกษาเฉพาะจังหวัดอุดรดิตถ์และจังหวัดแพร่ เนื่องจากสามารถจัดเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างได้ง่ายและให้ความร่วมมือในการศึกษาเป็นอย่างดี โดยเป็นเพศชาย จำนวน 100 คน และเพศหญิง จำนวน 100 คน ที่มีช่วงอายุระหว่าง 18 – 55 ปี เนื่องจากเป็นช่วงอายุที่มีสรีระทางด้านร่างกายและการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างคงที่ และกลุ่มตัวอย่างทุกคนต้องไม่มีลักษณะความผิดปกติทางร่างกายภายนอกที่เห็นได้ชัดเจน เช่น ภาวะเข้าเฝือก กระดูกสันหลังคด เท้าผิดรูป เท้าปุก หรือ เคยมีประวัติกระดูกขาหัก เป็นต้น โดยทำการเก็บรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เกิดจากท่าทางการยืน แล้วทำการเปรียบเทียบลักษณะความยาวและความกว้างของรอยฝ่าเท้าเพื่อคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคล

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ตำแหน่งจุดกึ่งกลางส่วนโค้งส้นเท้า (pternion; pte) กำหนดจุดต่ำสุดของส้นเท้าให้ตั้งฉากกับแกนของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า และเส้นสัมผัสที่ตั้งฉากกับแกนเท้าคือ เส้น base line (BL) จุดสัมผัสคือ pternion นั้นเอง
2. ตำแหน่งจุดปลายสุดของนิ้วที่ยาวที่สุดของเท้า (Tip of toe)
3. ตำแหน่งนูนที่สุดของฝ่าเท้าด้านนอก (lateral metatarsal point; mt.l) คือจุดนอกสุดของ metatarsophalangeal joint
4. ตำแหน่งเว้าที่สุดของฝ่าเท้าด้านใน (medial metatarsal point; mt.m) คือจุดในสุดของ metatarsophalangeal joint

5. ความยาวฝ่าเท้า (Foot Length) คือ ความยาวสูงสุดของฝ่าเท้า เป็นระยะที่วัดจากจุดกึ่งกลางส้นเท้า (pte) ไปจนถึงจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ยาวที่สุดของเท้า นั้นๆ (อาจเป็นนิ้วโป้งเท้าหรือนิ้วชี้เท้า)

6. ความกว้างฝ่าเท้า (Foot Width) คือ ความกว้างสูงสุดของฝ่าเท้า เป็นระยะที่วัดจากจุดสัมผัสด้านนอกสุดไปยังจุดสัมผัสนอกสุดของฝ่าเท้า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากความยาวและความกว้างของรอยฝ่าเท้าได้
2. เพื่อเป็นแนวทางในการนำวัตถุพยานประเภทรอยฝ่าเท้าที่ได้ไปใช้ในกระบวนการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล
3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยรอยฝ่าเท้าที่เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลต่อไป

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุดรดิตถ์และจังหวัดแพร่ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย เพื่อให้สามารถดำเนินการศึกษาวิจัยได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยจำแนกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้อง ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ส่วนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎี
2. ส่วนที่ 2 ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของเท้า
3. ส่วนที่ 3 การเกิดรอยฝ่าเท้าและการตรวจพิสูจน์รอยฝ่าเท้า
4. ส่วนที่ 4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรอยฝ่าเท้ากับความสูง
5. ส่วนที่ 5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับรอยฝ่าเท้าและการเคลื่อนไหวของเท้า
6. ส่วนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎี

แนวคิดเกี่ยวกับการพิสูจน์หลักฐาน

อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ[9] ได้ให้นิยามว่า การพิสูจน์หลักฐาน (Criminalistics) จัดเป็นนิติวิทยาศาสตร์ (Forensic science) ประเภทวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural Science) โดยสมาคมพิสูจน์หลักฐานแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (California Association of Criminalists) ได้อธิบายความหมายของคำว่า “การพิสูจน์หลักฐาน” ไว้หมายถึง กฎเกณฑ์ทั้งทางอาชีพและทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นการรับรองการชี้เฉพาะ การจำแนกและการตีความหมายของวัตถุพยาน โดยนำเอาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในกรณีที่เกี่ยวข้องกันระหว่างกฎหมายกับวิทยาศาสตร์ หรืออาจขยายให้ชัดเจนว่า การพิสูจน์หลักฐานเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่อาศัยกฎเกณฑ์ ทฤษฎีต่างๆ ของวิทยาศาสตร์หลายสาขา เช่น เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา มารวมกันภายใต้กฎเกณฑ์แห่งกฎหมาย เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือการพิสูจน์การกระทำความผิดหรือความบริสุทธิ์ของผู้ถูกกล่าวหา โดยอาศัยหลักการสำคัญ 2 ประการคือ

1. การจำแนก (Classification) เป็นการจัดวัตถุ จัดประเภท การแสดงให้เห็นถึงความแตกต่าง เช่น กรณีรถหายแจ้งความกับตำรวจ เมื่อตำรวจพบรถ ผู้เสียหายต้องสอบถามก่อนว่าเป็นรถชนิดใด สีอะไร ยี่ห้ออะไร ซึ่งเป็นการจำแนกก่อนขั้นตอนการชี้เฉพาะ

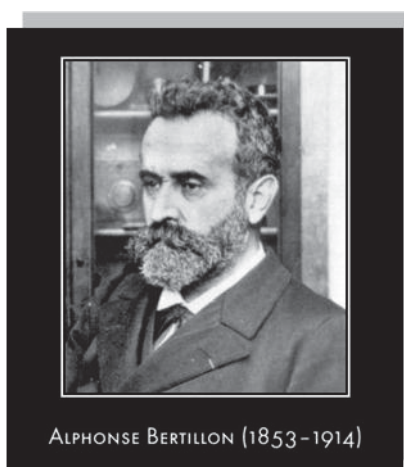
2. การชี้เฉพาะ (Identification) เป็นการจัดให้สิ่งของที่มีตัวตนหนึ่งสิ่ง โดยอาศัยหลักการที่กำหนดไว้แล้วจากลักษณะสำคัญพิเศษต่างๆ เช่น fingerprint identification โดยการชี้เฉพาะต้องอาศัยคุณลักษณะ 2 ประการคือ

- 2.1 คุณลักษณะโดยทั่วไป (Class Characteristic) เช่น รถรุ่นอะไร มีดำหนิหรือการตกแต่งเฉพาะอะไรบ้าง

- 2.2 คุณลักษณะเฉพาะ (Individual Characteristic) เช่น ตัวถังเลขรถอะไร

ประวัติการพิสูจน์หลักฐาน

การพิสูจน์หลักฐานเริ่มปรากฏขึ้นมาตั้งแต่สมัยกลางทศวรรษที่ 18 โดยอัลฟองเซ เบอติล ลอง (Alphonse Bertillon, ค.ศ. 1853 - 1914) เป็นบุคคลแรกที่วางรากฐานของการชี้เฉพาะ (Identification) เมื่อปี ค.ศ. 1879 โดยใช้หลักฐานชี้ตัวบุคคลที่เรียกว่า Anthropometry ซึ่งมีหลักการว่า “บุคคลสองคนไม่มีโอกาสที่ขนาดของร่างกายตรงกันได้ทุกประการ” เขาได้จัดระบบการวัดขนาดอวัยวะส่วนต่างๆของร่างกายไว้เพื่อเป็นหลักฐานการชี้ตัวบุคคล จนเป็นที่ยอมรับในองค์การตำรวจและส่วนหนึ่งคือการใช้ภาพแสดงลักษณะบุคคล (Portrait Pate) ซึ่งยังคงใช้จนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 1 อัลฟองเซ เบอติลลอง (Alphonse Bertillon, ค.ศ. 1853 - 1914)

ที่มา : Alphonse Bertillon [Online], เข้าถึงเมื่อ 6 November 2010.

เข้าถึงได้จาก <http://www.all-about-forensic-science.com/alphonse-bertillon.htmlpg>

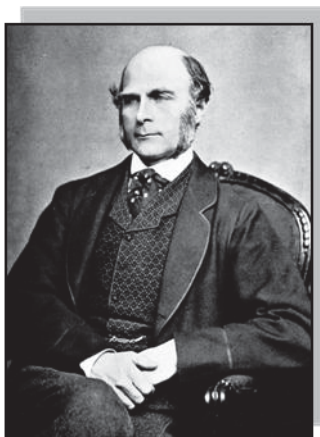


รูปที่ 2 วิธีการวัดขนาดบุคคลของอัลฟองเซ เบอติลลอง

ที่มา : Bertillon measurements [Online], เข้าถึงเมื่อ 6 September 2010.

เข้าถึงได้จาก <http://www.all-about-forensic-science.com/alphonse-bertillon.html>

ต่อมาปี พ.ศ. 2435 เซอร์ ฟรานซิส กาลตัน (Sir Francis Galton, ค.ศ. 1822 - 1911) นักมานุษยวิทยาชาวอังกฤษ เป็นผู้ริเริ่มค้นคว้าเรื่องลายพิมพ์นิ้วมือและพบว่าลายนิ้วมือของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ไม่สืบทอดไปถึงลูกหลาน เป็นความเด่นชัดทางมานุษยวิทยาและสามารถนำลายพิมพ์นิ้วมือมาชี้ยืนยันตัวบุคคล ได้ดีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการเป็นครั้งแรกเกี่ยวกับระบบแบบแผนลายนิ้วมือที่สามารถระบุบุคคลได้ด้วยลักษณะพิเศษของลายเส้นบนนิ้วมือ ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลที่เรียกว่า จุดสำคัญ (minutiae point) ซึ่งสามารถคงอยู่ได้นานถาวรตลอดอายุของบุคคลนั้น และได้เขียนหนังสือชื่อ Fingerprints ซึ่งได้กล่าวถึงวิธีพิสูจน์หลักฐานตัวบุคคล ระบบลายนิ้วมือโดยใช้จุดสำคัญของกาลตันนี้ยังคงใช้กันอยู่ในปัจจุบันและมีการพัฒนาเก็บไว้เครื่องตรวจลายนิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS)



รูปที่ 3 เซอร์ ฟรานซิส กาลตัน (Sir Francis Galton F.R.S., 1822 - 1911)

ที่มา : Sir Francis Galton [Online], เข้าถึงเมื่อ 6 November 2010

เข้าถึงได้จาก <http://lesstewart.wordpress.com/category/shame-humiliation>

นอกจากนี้ในช่วงสมัยเดียวกัน Edmond Locard (ค.ศ. 1877 - 1966) ผู้ให้กำเนิดทฤษฎี Locard's Exchange Principle Theory ชาวฝรั่งเศสได้ทำการบุกเบิกด้านวิทยาศาสตร์และอาชญาวิทยา โดยมีความเชื่อว่า ทุกวิธีการในวิชาที่เกี่ยวกับธรรมชาติโดยตรงสามารถดัดแปลงมาใช้งานในด้านการเปรียบเทียบเพื่อชี้ยืนยันตัวบุคคลและเป็นประโยชน์ต่อการสืบสวน ซึ่งเป็นที่มาของทฤษฎีที่ว่า เมื่อวัตถุสองสิ่งมากระทบกันย่อมเกิดการแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน (Every contact leaves a trace)



รูปที่ 4 เอ็ดมอน โลคาร์ด (Edmond Locard)

ที่มา : Professor Edmond Locard [Online], เข้าถึงเมื่อ 6 November 2010

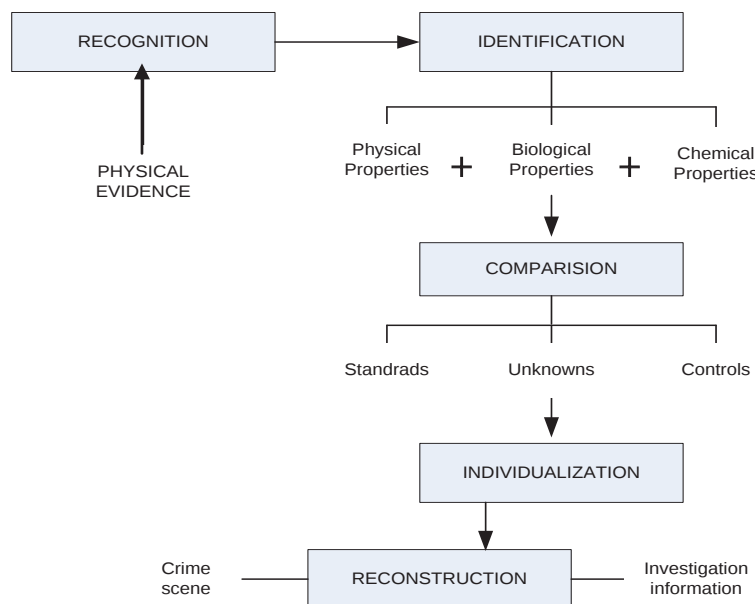
เข้าถึงได้จาก http://rcloudsbio-tech.blogspot.com/2009_01_01_archive.html

ทฤษฎีของ Locard ก่อให้เกิดแนวคิดในการเชื่อมโยงพยานหลักฐานซึ่งเป็นรากฐานในการปฏิบัติงานของผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุในปัจจุบัน

ขอบเขตของงานพิสูจน์หลักฐาน[10] ประกอบด้วย

1. การตรวจลายนิ้วมือ ฝ่ามือและฝ่าเท้า (Fingerprint, Palmprint, Footprint) รวมถึงระบบตรวจลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ
2. การตรวจเอกสาร (Document) ได้แก่ การตรวจหมึกพิมพ์ การตรวจลายเซ็นลายมือเขียน การตรวจอายุเอกสาร
3. การตรวจอาวุธปืนและกระสุนปืน (Forensic Ballistics)
4. การตรวจสถานที่เกิดเหตุและการถ่ายรูป (Crime scene investigation and Forensic photography)
5. การตรวจทางเคมีและฟิสิกส์ (Forensic chemistry and physics) เช่น การตรวจวิเคราะห์สารต่างๆ ตรวจร่องรอยการเผาไหม้
6. การตรวจวัตถุพยานทางชีววิทยา (Biological trace evidence) เช่น ตรวจเส้นผม เลือด น้ำลาย
7. การตรวจทางนิติเวช (Forensic medicine) เช่น งานนิติพยาธิ งานชีววิทยา งานพิสูจน์บุคคล งานภาพทางแพทย์

กระบวนการตรวจพิสูจน์หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์



แผนภูมิที่ 1 กระบวนการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ (Forensic Examination) [11]

กระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์นั้นเริ่มต้นจาก

1. สถานที่เกิดเหตุ

ผู้ทำการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุตรวจพบและให้การรับรอง (Recognition) การมีอยู่จริงของวัตถุพยานนั้นในสถานที่เกิดเหตุ

2. ห้องปฏิบัติการ

การระบุชนิด (Identification) วัตถุพยานถูกส่งมาตรวจพิสูจน์ที่ห้องปฏิบัติการ ซึ่งการตรวจพิสูจน์ทางห้องปฏิบัติการก็จะเริ่มขึ้นตั้งแต่ก่อนว่าวัตถุพยานนั้นคืออะไร โดยอาศัยการทดสอบคุณสมบัติทางเคมี ชีววิทยาหรือฟิสิกส์

การตรวจเปรียบเทียบ (Comparison) เป็นขั้นตอนการตรวจพิสูจน์พยานวัตถุที่ไม่สามารถระบุได้ชัดจากคุณสมบัติทางเคมี ชีววิทยาหรือฟิสิกส์ ต้องอาศัยตัวอย่างเปรียบเทียบในการตรวจพิสูจน์

การระบุความเป็นเอกลักษณ์ (Individualization) เป็นขั้นตอนต่อเนื่องจากการตรวจกับตัวอย่างที่ทราบแหล่งที่มา ใช้การตรวจพิสูจน์ยืนยันโดยอาศัยเอกลักษณ์ความเป็นหนึ่งเดียวของสิ่งที่ตรวจได้ เช่น คำหกรอยพิมพ์นิ้วมือ ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

3. ขั้นสอบสวน

เป็นขั้นตอนการปะติดปะต่อเรื่องราว (Reconstruction) เป็นการนำผลการตรวจพิสูจน์และข้อมูลจากการสืบสวนสอบสวน มาสร้างลำดับย้อนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานที่เกิดเหตุ

ส่วนที่ 2 ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของเท้า

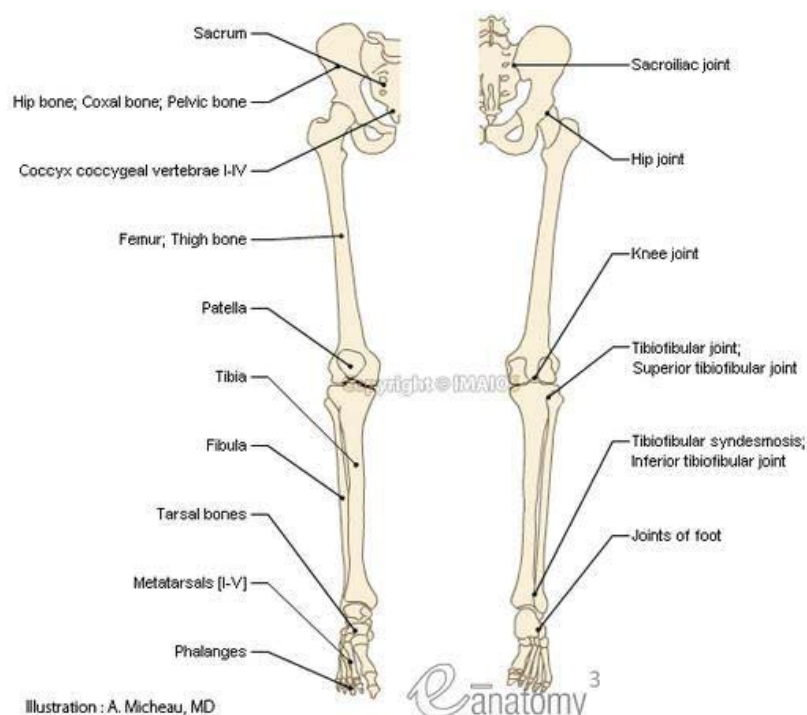
1. ทฤษฎีกายวิภาคส่วนเท้า

พรทิพย์ บุญเรืองศรี[12] กล่าวว่า เท้า (Foot) เป็นอวัยวะส่วนล่างสุดของร่างกาย ที่ต่อจากส่วนปลายของขาที่ข้อเท้า ทำหน้าที่รับน้ำหนักทั้งหมดของร่างกายที่ผ่านลงสู่เบื้องล่าง ดังนั้นโดยทั่วไปจึงนิยมเรียกเท้าว่าเป็น “Weight bearing foot” นอกจากนั้นยังช่วยรักษาสมดุลของร่างกายในการยืน (Standing) หรือเดิน (Walking) ที่ควบคุมการทำงานโดยอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อที่จะเคลื่อนที่จากจุดเกาะปลาย (Insertion) ไปสู่จุดเกาะต้น (Origin) ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของเท้าให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของบุคคล

มานิตย์ หุยมะกุล[13] ได้อธิบายว่า เท้าเป็นส่วนหนึ่งของร่างกายมนุษย์อยู่ในส่วนที่เป็นรยางค์ล่าง เรียกว่า Lower limb หรือ lower extremities ซึ่งต่อมาจากกระดูกของปลายขาส่วนล่าง กระดูกขาส่วนล่างประกอบด้วย

1. **กระดูกหน้าแข้ง (Tibia bones)** มี 1 ชิ้นในแต่ละข้าง อยู่ด้านหน้าและด้านในของขาส่วนล่าง พื้นปลายบนเว้าเข้าเป็นที่รองรับปุ่มของกระดูกต้นขา ด้านหน้าปลายบนมีปุ่มนูนเรียกว่าปุ่มทิวเบิล (Tibial tuberosity) สำหรับเป็นที่ยึดเกาะของเอ็นกระดูกสะบ้า ปลายล่างจะเล็กกว่าปลายบน มีปุ่มยื่นออกไปข้างๆ เรียกว่า ตาคู่ด้านใน (Medial malleolus) ปลายล่างนี้จะไปต่อกับกระดูกทาลัส (Talus) ของข้อเท้า

2. **กระดูกน่อง (Fibula bones)** มี 1 ชิ้นในแต่ละข้าง อยู่ด้านนอกและขนานกับกระดูกหน้าแข้ง แต่เล็กกว่า และเรียวที่สุดในจำพวกกระดูกยาว ปลายล่างเป็นรูปสามเหลี่ยมไม่เรียบ ซึ่งกลายเป็นตาคู่ด้านนอกของเท้า (Lateral malleolus)



รูปที่ 5 แสดงกระดูกของขาส่วนต้นและขาส่วนปลาย

ที่มา : Human anatomy leg bones [Online], เข้าถึงเมื่อ 6 November 2010

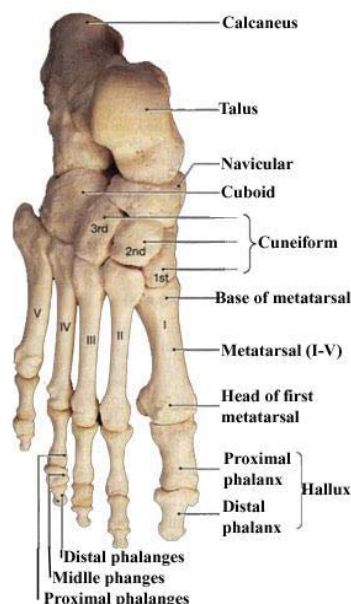
เข้าถึงได้จาก <http://frog-bone-anatomy.anatomyandphysiologyss.com/human-anatomy-leg-bones/>

กระดูกที่ต่อเนื่องจากกระดูกปลายขานั้นคือ กระดูกเท้าซึ่งประกอบด้วยกระดูกเล็กจำนวน 26 ชิ้น แบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ คือ tarsal bone 7 ชิ้น metatarsal 5 ชิ้น และ phalanges 14 ชิ้น

1. กระดูกข้อเท้า (Tarsal bones) มี 7 ชิ้นในแต่ละข้าง แต่ละชิ้นจะโตกว่ากระดูกข้อมือและมีรูปร่างไม่เหมือนกัน กระดูกชิ้นใหญ่และแข็งแรงที่สุดของข้อเท้า คือ กระดูกส้นเท้า (Calcaneus) ซึ่งทำหน้าที่รองรับน้ำหนักครึ่งหนึ่งของร่างกาย ประกอบด้วยกระดูก Calcaneus 1 ชิ้น กระดูก Talus 1 ชิ้น กระดูก Cuboid 1 ชิ้น กระดูก Navicular 1 ชิ้น และ กระดูกCuneiform 3 ชิ้น

2. กระดูกฝ่าเท้า (Metatarsal bones) มี 5 ชิ้นในแต่ละข้าง ซึ่งคล้ายกับฝ่ามือ จัดเป็นกระดูกชนิดยาวประกอบด้วยฐาน (base) ค้ำ (shaft) และหัว (head) กระดูกฝ่าเท้าแต่ละชิ้นจะมีปลายข้างหนึ่งต่อกับกระดูกข้อเท้าเกิดเป็นข้อต่อที่เรียกว่า tarsometatarsal joint ส่วนปลายด้านหัวอีกข้างหนึ่งต่อกับกระดูกนิ้วเท้าชิ้นบน (proximal phalanx) เกิดเป็นข้อต่อที่เรียกว่า metatarsophalangeal joint

3. กระดูกนิ้วเท้า (Phalanges) มี 14 ชิ้นในแต่ละข้าง คล้ายกับนิ้วมือ คือ แต่ละนิ้วจะมีกระดูก 3 ชิ้น ยกเว้นหัวแม่เท้ามี 2 ชิ้น



รูปที่ 6 แสดงกระดูกของขาส่วนต้นและขาส่วนปลาย

ที่มา : Tarsal [online], เข้าถึงเมื่อ 24 December 2011

เข้าถึงได้จาก <http://www.bcnlp.ac.th/Anatomy/page/apichat/bone/page/tarsal.html>

ระบบข้อต่อและเอ็นของข้อเท้า

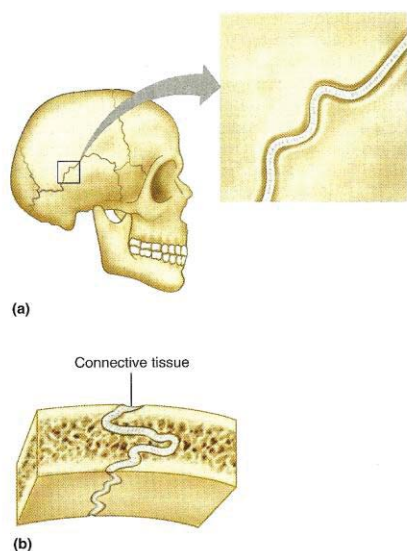
ข้อต่อและเอ็น (Joints and Ligaments)

มานิตย์ หยุมาก[13] ได้อธิบายว่าข้อต่อเป็นส่วนที่กระดูกตั้งแต่สองชิ้นขึ้นไปมาต่อกัน โดยมีเอ็นยึดกระดูก (Ligament) ยึดเกาะระหว่างกระดูกกับกระดูก ทำให้กระดูกมีการทำงานร่วมกันเป็นระบบ เพื่อการค้ำจุนปกป้องร่างกายและการเคลื่อนไหวในรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสม การเคลื่อนไหวนี้จะเกิดขึ้นรอบๆ ข้อต่อโดยมีข้อต่อเป็นจุดหมุนของการเคลื่อนไหว ข้อต่อแต่ละส่วนของร่างกายที่กระดูกมาต่อกันนั้น อาจมีช่องว่างเพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนไหว แต่หากบริเวณนี้ไม่มีช่องว่างก็จะทำให้ข้อต่อนั้นเคลื่อนไหวไม่ได้

1. ข้อต่อ (Joints) หมายถึงบริเวณที่กระดูกตั้งแต่สองชิ้นขึ้นไปมีการติดต่อกัน ข้อต่อในร่างกายมนุษย์มีหลายแบบ สามารถจัดจำแนกได้ตามลักษณะโครงสร้าง และคุณสมบัติในการเคลื่อนไหว ดังนี้

1.1 ข้อต่อจัดจำแนกตามโครงสร้าง สามารถแบ่งชนิดของข้อต่อในร่างกาย ตามลักษณะการติดต่อกันของกระดูกแต่ละชิ้น โดยแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

1.1.1 ข้อต่อแบบเส้นใย (Fibrous joints) ข้อต่อลักษณะนี้กระดูกจะเชื่อมติดกันโดยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนาแน่น (Dense connective tissue) ซึ่งทำให้ข้อต่อชนิดนี้เคลื่อนไหวไม่ได้ หรือเคลื่อนไหวได้น้อยมาก ได้แก่ ข้อต่อที่อยู่ระหว่างกระดูกแต่ละชิ้นของกะโหลกศีรษะ

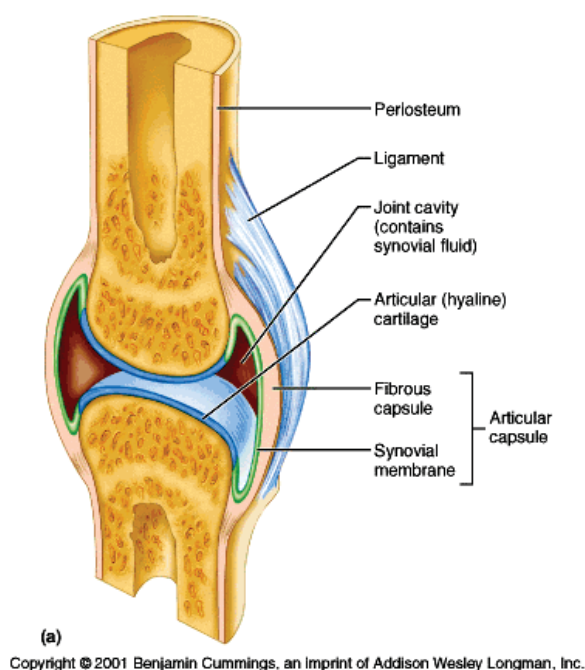


รูปที่ 7 แสดงข้อต่อแบบเส้นใยของกะโหลกศีรษะ

ที่มา : Shier, David, Jackie Butler and Ricki Lewis. **Hole's Essentials of Human Anatomy & Physiology**, 10th ed. (New York : McGraw-Hill Companies Inc., 2009.) 162.

1.1.2 ข้อต่อแบบกระดูกอ่อน (Cartilaginous joints) ข้อต่อในแบบนี้จะมีการเชื่อมติดกันโดยมีกระดูกอ่อนคั่นอยู่ตรงกลาง เนื่องจากกระดูกอ่อนมีความยืดหยุ่น จึงทำให้ข้อต่อในลักษณะนี้มีการเคลื่อนไหวได้มากกว่าข้อต่อแบบเส้นใย แต่น้อยกว่าข้อต่อแบบซินโนเวียล ได้แก่ ข้อต่อระหว่างกระดูกซี่โครงกับกระดูกอก

1.1.3 ข้อต่อแบบซินโนเวียล (Synovial joints) ข้อต่อแบบนี้ไม่ได้มีการเชื่อมติดต่อกันของกระดูกโดยตรง แต่จะมีโครงสร้างที่เรียกว่า แคปซูลข้อต่อ (Articular capsule) เป็นตัวกลาง และภายในแคปซูลข้อต่อนี้จะเป็นโพรงข้อต่อ (Articular space) ซึ่งจะมีของเหลว คือ ซินโนเวียล ฟลูอิด (Synovial fluid) ที่สร้างจากเนื้อเยื่อโดยรอบแคปซูลข้อต่อ ช่วยในการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ข้อต่อในแบบซินโนเวียลจึงเป็นข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มาก และพบได้ในเกือบทุกข้อต่อของแขนและขา



รูปที่ 8 แสดงโครงสร้างของข้อต่อแบบซินโนเวียล

ที่มา : SynovialJoints [online], เข้าถึงเมื่อ 24 December 2011

เข้าถึงได้จาก <http://legacy.owensboro.kctcs.edu/gcaplan/anat/Notes/Image585.gif>

1.2 ข้อต่อจำแนกตามลักษณะและระดับของการเคลื่อนไหว ซึ่งจะสอดคล้องกับลักษณะทางโครงสร้างของข้อต่อนั้นๆ โดยสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 แบบ คือ ข้อต่อที่เคลื่อนไหวไม่ได้ (Synarthrosis) ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้น้อย (Amphiarthrosis) และข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มาก (Diarthrosis)

1.2.1 ข้อต่อที่เคลื่อนไหวไม่ได้ (Synarthrosis) และข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้น้อย (Amphiarthrosis) ข้อต่อในทั้งสองแบบนี้มักมีการเชื่อมต่อกันโดยตรง หรือมีกระดูกอ่อนเป็นตัวเชื่อม จึงทำให้การเคลื่อนไหวจำกัดอย่างมาก ข้อต่อในลักษณะนี้จะมีความเสถียรสูง โดยส่วนใหญ่ข้อต่อที่มีการเคลื่อนไหวที่จำกัดนี้จะเป็นข้อต่อแบบเส้นใย หรือเป็นข้อต่อแบบอ่อน

1.2.2 ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มาก (Diarthrosis) ข้อต่อในลักษณะนี้มักจะเป็นข้อต่อแบบซินโนเวียล และมีการเคลื่อนไหวได้ทั้งในสองมิติและสามมิติ ข้อต่อแบบนี้มีหลายแบบ ได้แก่ แบบบานพับ แบบเดือย แบบเบ้า แบบขั้วรีแบบเลื่อน แบบอานม้า รายละเอียดดังนี้

1.2.2.1 ข้อต่อแบบบานพับ (Hinge joint) มีการเคลื่อนไหวในสองมิติ คล้ายบานพับประตู ตัวอย่างของข้อต่อแบบบานพับ เช่น ข้อศอก และข้อเข่า

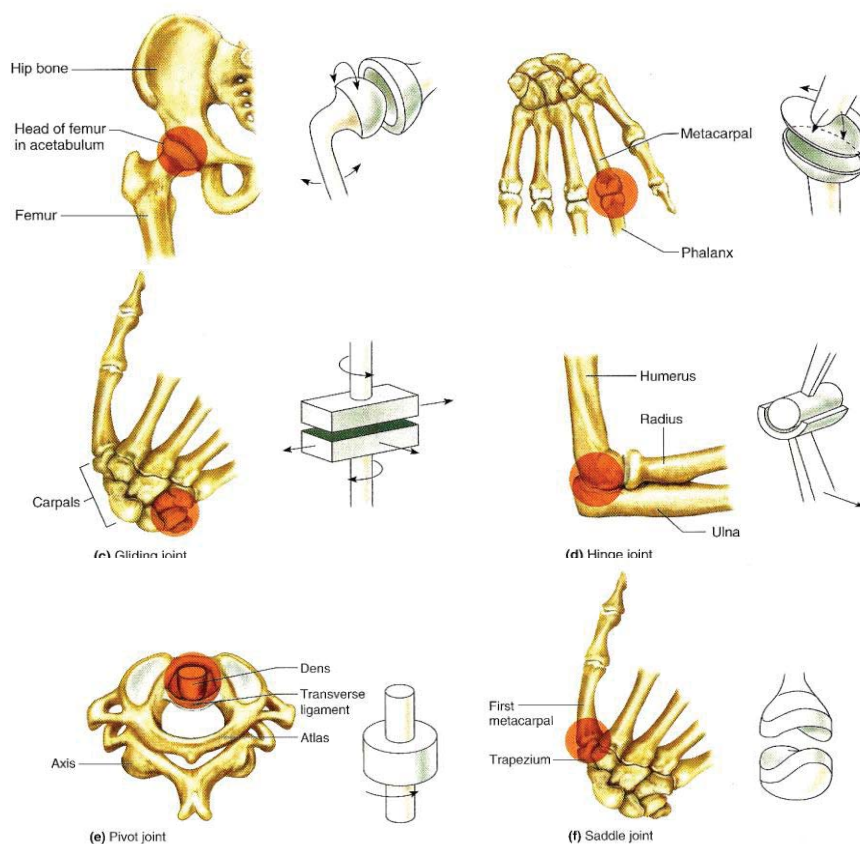
1.2.2.2 ข้อต่อแบบเดือย (Pivot joint) เป็นข้อต่อที่กระดูกชิ้นหนึ่งจะมีส่วนยื่นออกไปเป็นเดือย และรับกับกระดูกอีกชิ้นที่มีลักษณะคล้ายเบ้าหรือวงแหวน ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวแบบหมุนตามแนวแกนของเดือย ตัวอย่างที่เห็นชัด คือ ข้อต่อระหว่างกระดูกสันหลังชิ้นที่ 1 และชิ้นที่ 2 (Atlantoaxial joint) ซึ่งทำให้มีการหมุนของศีรษะและลำคอได้ รอยต่อระหว่างกระดูกปลายแขนอันในกับปลายแขนอันนอก

1.2.2.3 ข้อต่อแบบเบ้า (Ball and socket joint) เป็นข้อต่อที่มีความอิสระในการเคลื่อนไหวสูงที่สุด เนื่องจากสามารถเคลื่อนไหวได้ในสามมิติ อย่างไรก็ตามข้อต่อแบบเบ้ามีโอกาสเคลื่อนหลุดได้ง่าย จึงจำเป็นต้องมีเอ็นรอบข้อต่อและกล้ามเนื้อจำนวนมาก เพื่อเพิ่มความเสถียรของข้อต่อ ตัวอย่างของข้อต่อแบบเบ้า ได้แก่ ข้อต่อกลีโนฮิวเมอร์ล (Glenohumeral joint) ของไหล่ ข้อต่อสะโพก (Hip joint)

1.2.2.4 ข้อต่อแบบวงรี (Condylod joint) มีพื้นผิวของข้อต่อคล้ายกับข้อต่อแบบเบ้า แต่จะมีการจำกัดการเคลื่อนไหวในด้านใดด้านหนึ่ง เช่น ข้อต่อของข้อมือ

1.2.2.5 ข้อต่อแบบเลื่อน (Gliding joint) เป็นข้อต่อที่มีเพียงการเคลื่อนไหวในแนวระนาบ เช่น ข้อต่อระหว่างกระดูกข้อมือ

1.2.2.6 ข้อต่อแบบอานม้า (Saddle joint) เป็นข้อต่อที่มีการประกบกกันของส่วนเว้าของปลายกระดูกทั้งสองในแนวที่ต่างกันทำให้มีการจำกัดการหมุน ได้แก่ ข้อต่อฝ่ามือของนิ้วหัวแม่มือ



รูปที่ 9 แสดงข้อต่อชนิดที่เคลื่อนไหวได้มากแบบต่างๆ

ที่มา : Shier, David, Jackie Butler and Ricki Lewis. **Hole's Essentials of Human Anatomy & Physiology**, 10th ed. (New York : McGraw-Hill Companies Inc., 2009.) 164.

2. เอ็น (Ligament)

เอ็น (Ligament) หมายถึง เอ็นของข้อต่อซึ่งยึดเชื่อมกระดูกเข้าด้วยกัน เพื่อเกิดเป็นข้อต่อ (Joint) ส่วนเอ็นที่ยึดกล้ามเนื้อกับกระดูก เรียกว่า เอ็นกล้ามเนื้อ (Tendon) เอ็นเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนาแน่นและเป็นระเบียบ (Dense regular connective tissue) เหนียวและสั้น มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเส้นใยคอลลาเจน เอ็นมีคุณสมบัติยืดหยุ่น เมื่อมีแรงดึงจะสามารถยืดออกได้เล็กน้อย (ต่างจากเอ็นกล้ามเนื้อซึ่งไม่มีความยืดหยุ่น) อย่างไรก็ตามถ้าเอ็นถูกยืดมากเกินไป ข้อต่อก็จะอ่อนแอลงและอาจเกิดข้อเคลื่อนได้ ดังนั้นก่อนการเล่นกีฬาจึงควรอบอุ่นร่างกายด้วยการเหยียดยืด (Stretching exercise) เพื่อให้เอ็นโค้งงอได้ง่าย

ลักษณะข้อต่อของข้อเท้า

โครงสร้างทางกายวิภาคของข้อเท้า ประกอบด้วยส่วนบนเป็นกระดูก tibia-fibular ซึ่งประกอบกันเป็น distal tibiofibular joint และส่วนล่างเป็นกระดูก talus โดยด้าน medial กระดูก distal tibia ยื่นลงมาเป็นตาตุ่มใน (medial malleolus) และด้าน lateral ส่วน distal fibular เป็นตาตุ่มนอก (lateral malleolus) กระดูกส่วน posterior ของ distal tibia มีลักษณะยื่นจุ่มลงเล็กน้อย จึงทำให้บ่อครั้งที่เรียกว่า third malleolus โครงสร้างลักษณะนี้ทำให้การเคลื่อนไหวของข้อเท้าอยู่ในทิศทาง sagittal plane ซึ่งในข้อปกติเคลื่อนไหวประมาณ 70° แบ่งเป็น 20° of dorsiflexion และ 50° of plantarflexion เป็นลักษณะการเคลื่อนไหวแบบ Pivot Joint นอกจากนี้เส้นเอ็น deltoid ligament ซึ่งยึดระหว่าง medial malleolus และ talus เป็นโครงสร้างสำคัญที่ทำให้ข้อเท้าด้าน medial มีความมั่นคงมากกว่าด้าน lateral

ขณะที่ระหว่างกระดูก Tarsal bone ด้วยกันเองจะเคลื่อนที่แบบ Gliding joint และเคลื่อนไหวแบบ Pivot joint กับกระดูก Metatarsal bone และพบข้อต่อแบบ Hinge joint ระหว่างนิ้วหัวแม่โป้ง และพบการเคลื่อนไหวของกระดูก Metatarsal bone กับ กระดูก Phalanx เป็นแบบลักษณะ Condylloid joint

การเคลื่อนไหวของเท้า

1. การเคลื่อนไหวของข้อต่อ

การเคลื่อนไหวของข้อต่อมีการเคลื่อนไหวในลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1 การงอ (Flexion) คือ การทำให้ปลายกระดูกข้างหนึ่งเข้าหากระดูกอีกด้านหนึ่ง โดยมุมระหว่างกระดูกลดลง เช่น การงอข้อศอก การงอเข่า ฯลฯ

1.2 การเหยียด (Extension) คือ การเคลื่อนไหวที่ตรงข้ามกับการงอ

1.3 การกาง (Abduction) คือ การเคลื่อนไหวในลักษณะที่ห่างออกไปจากเส้นผ่ากลางของร่างกาย (Middle line) เช่น กางแขน กางขา กางนิ้วมือ ฯลฯ

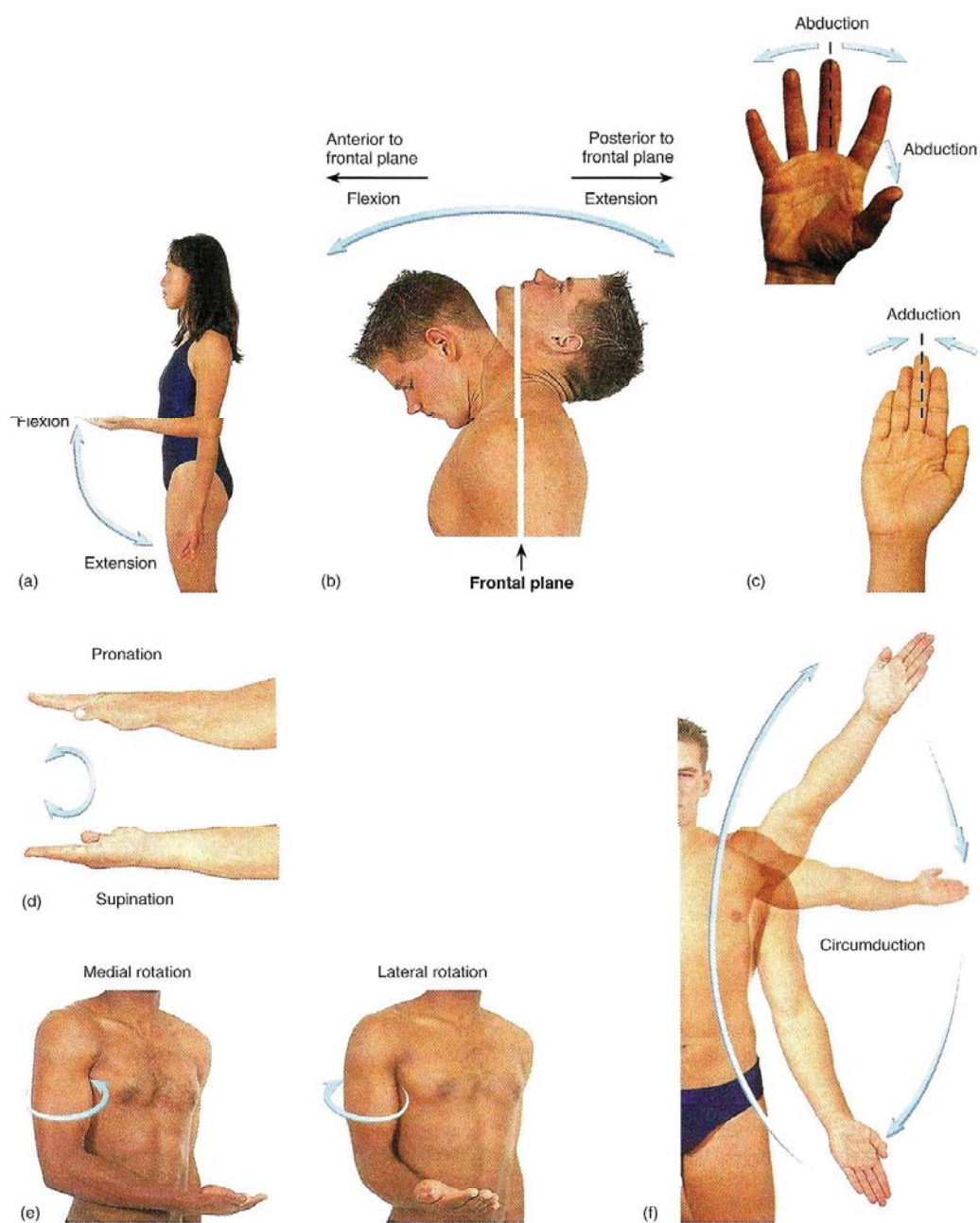
1.4 การหุบ (Adduction) คือ การเคลื่อนไหวที่ตรงข้ามกับการกาง

1.5 การบิดรอบแกน (Rotation) คือ การเคลื่อนไหวในลักษณะการบิดรอบแกนแต่ไม่ครบรอบ โดยหมุนอยู่กับที่หันไปมา เช่น การบิดคอ การบิดข้อมือ

1.6 การหมุนเป็นวงกลม (Circumduction) คือ การเคลื่อนไหวชนิดที่หมุนเป็นวงกลม เช่น การแขนให้เป็นวง การหมุนขาให้เป็นวง ฯลฯ

1.7 การคว่ำมือ (Pronation)

1.8 การหงายมือ (Supination)



รูปที่ 10 แสดงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

ที่มา : Plane and motions used in anatomy [online], เข้าถึงเมื่อ 24 December 2011

เข้าถึงได้จาก <http://www.imaio.com/en/e-Anatomy/Limbs/Planes-and-motions-diagrams>

2. การเคลื่อนไหวของเท้า

2.1 Plantar flexion เป็นการเคลื่อนไหวที่ปลายเท้าชี้ลงและมีการงอ (flexion) ของข้อเท้า (ankle joint) ส่วนของส้นเท้า (heel) ชี้ขึ้น

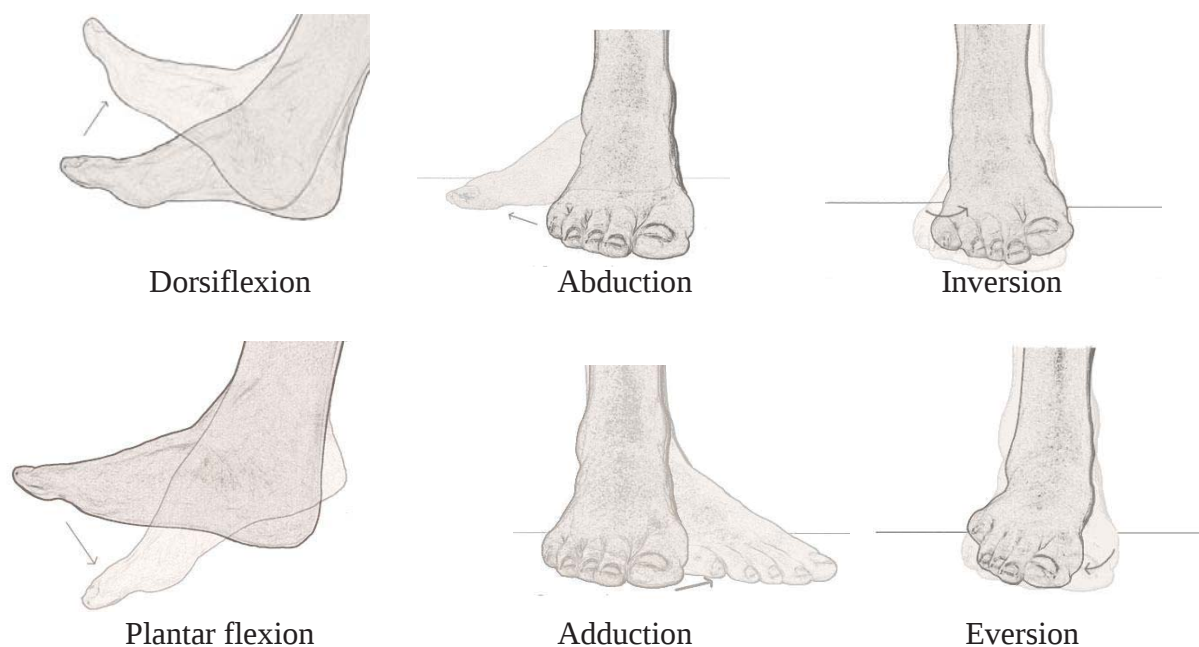
2.2 Dorsiflexion เป็นการเคลื่อนไหวที่กระดูกปลายเท้าชี้ขึ้นบน โดยที่มีการเหยียด (extension) ของข้อเท้า (ankle joint) ส่วนส้นเท้าชี้ลง

2.3 Adduction เป็นการเคลื่อนส้นเท้าเข้าหาแกนกลาง (midline axis) ซึ่งแกนกลางของฝ่าเท้าคือ นิ้วที่ 2 ส่วนแกนกลางของเท้าคือเส้นที่ลากผ่านตรงกลางของเอ็นร้อยหวาย (Achilles tendon)

2.4 Abduction เป็นการเคลื่อนออกจากแกนกลาง (midline axis) ตรงข้ามกับ adduction

2.5 Inversion เป็นการตะแคงฝ่าเท้าด้านใน (medial) ขึ้นจากพื้น โดยมีการทำ adduction ของส้นเท้าร่วมด้วย

2.6 Eversion เป็นการตะแคงฝ่าเท้าด้านนอก (lateral) ขึ้นจากพื้น โดยมีการทำ abduction ของส้นเท้าร่วมด้วย



รูปที่ 11 แสดงการเคลื่อนไหวของเท้าลักษณะต่างๆ

ที่มา : Motions of the foot and ankle [Online], เข้าถึงเมื่อ 6 November 2010

เข้าถึงได้จาก <http://www.orthoticsshop.com/orthotic-adjustments-foot-biomechanics.html>

3. วงจรการเดินและการเกิดรอยเท้า

ปริญญ์[14] ได้อธิบายเกี่ยวกับวงจรการเดิน (Gait cycle) ว่า หนึ่งวงจรการเดินเริ่มจากระยะที่ส้นเท้าของขาข้างหนึ่งแตะพื้น สิ้นสุดเมื่อเท้าของขาข้างนั้นแตะพื้นอีกครั้งหนึ่งจะคิดเป็นระยะทางมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ หนึ่งวงจรการเดินแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ

3.1 ช่วงรับน้ำหนัก (stance phase) เริ่มเมื่อส้นเท้าแตะพื้น สิ้นสุดเมื่อเท้าข้างนั้นพ้นพื้นในคนปกติคิดเป็นระยะทางประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของวงจรการเดิน การเดินช่วงนี้แบ่งเป็น 4 ระยะคือ

3.1.1 ระยะที่ส้นเท้าแตะพื้น (heel strike) เป็นระยะที่เท้าทั้งสองข้างนั้นแตะพื้น

3.1.2 ระยะเท้าวางราบ (flat foot) เป็นระยะสั้นๆหลังจากส้นเท้าแตะพื้นแล้ว ฝ่าเท้าทั้งหมควางราบกับพื้น

3.1.3 ระยะยืนกลาง (mid stance) เท้าข้างนั้นจะรับน้ำหนักทั้งหมด ระยะนี้จะสิ้นสุดเมื่อส้นเท้าพ้นพื้น

3.1.4 ระยะถีบเท้า (push off หรือ toe off) เป็นระยะที่ปลายเท้ากำลังถีบพื้นเพื่อส่งเท้าข้างนั้นก้าวเดิน

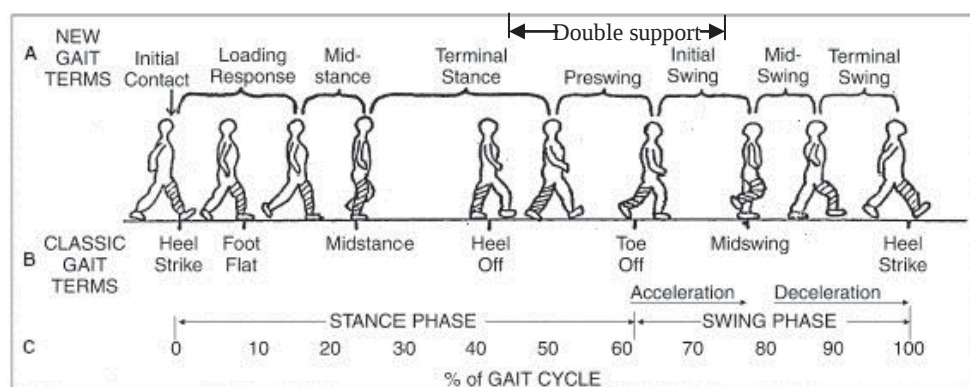
3.2 ช่วงแกว่งขา (swing phase) เป็นช่วงที่ขาแกว่งเท้าพ้นพื้น ในคนปกติคิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ของวงจรการเดิน การเดินช่วงนี้แบ่งเป็น 3 ระยะคือ

3.2.1 ระยะมีอัตราเร่ง (acceleration) เป็นระยะแรกของการแกว่งขา ขาจะมีอัตราเร่งเพื่อก้าวต่อไป ระยะนี้ลำตัวจะอยู่น้ำต่อขาที่แกว่ง

3.2.2 ระยะแกว่งกลาง (mid swing) เป็นระยะที่ขากำลังแกว่งอยู่ในแนวกลาง ลำตัวเป็นระยะที่ขาเหวี่ยงที่สุดเพื่อให้เท้าพ้นพื้น

3.2.3 ระยะลดอัตราเร่ง (deceleration) เป็นระยะที่ขาเคลื่อนไหวยาวมาด้านหน้าต่อลำตัวและมีการลดอัตราของขาลง โดยการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อให้ส้นเท้าแตะพื้น ระยะนี้ลำตัวจะอยู่หลังต่อขาที่แกว่ง

3.3 ช่วงที่เท้าทั้งสองข้างแตะพื้นพร้อมกัน (double support) เป็นระยะที่แทรกอยู่ระหว่างช่วงรับน้ำหนักและช่วงแกว่งขาในคนปกติ คิดเป็นระยะทางประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ของวงจรการเดิน การเดินช่วงนี้เกิดในระยะแรกและระยะหลังของช่วงที่รับน้ำหนัก คือ ขณะที่เท้าของขาหน้ากำลังสัมผัสพื้นและเท้าของขาหลังยังคงสัมผัสพื้น เมื่อเดินเร็วขึ้นระยะเวลาที่เท้าทั้งสองข้างแตะพื้นพร้อมกันจะสั้นลงและระยะนี้จะหายไปเมื่อเป็นการวิ่ง

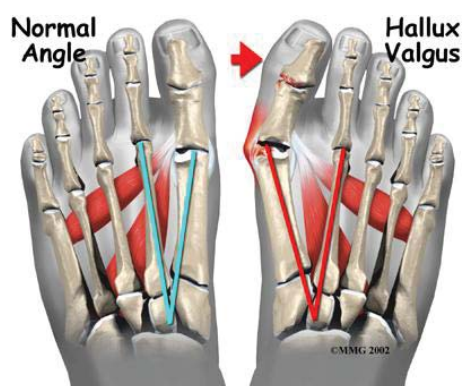


รูปที่ 12 วงจรการเดินในแต่ละช่วง

4. ความผิดปกติของเท้า

อารี ตนาวลี[15] กล่าวว่าเนื่องจากเท้าและข้อเท้า เป็นโครงสร้างที่อยู่ต่ำสุดของร่างกาย มีความจำเป็นต้องรับน้ำหนักมากและถูกใช้งานที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างที่อยู่เหนือขึ้นไป ดังนั้นจะเกิดการบาดเจ็บความผิดปกติของเท้าและข้อเท้าได้ง่าย

4.1 นิ้วหัวแม่เท้าเอียง (Hallux valgus) เป็นความผิดปกติของเท้าที่มีลักษณะการเอียงของนิ้วหัวแม่เท้าออกทางด้านข้าง ในท่าเดินปกตินิ้วหัวแม่เท้าจะต้ององประมาณ 75 องศา ก่อนที่เท้าจะก้าวพ้นพื้นแต่ถ้านิ้วหัวแม่เท้าไม่สามารถงอในลักษณะที่ช่วยเป็นแรงส่งได้ก็จะเกิดอาการบาดเจ็บขึ้นได้ที่นิ้วหัวแม่เท้า ในบางกรณีการเอียงของนิ้วดังกล่าวมากจนไปเลื่อนทับเกยนิ้วที่ 2 ได้ เนื่องจาก Sesamoid ที่อยู่ใต้หัวของนิ้วหัวแม่เท้าหนุนโปนออกมาอาจเสียดสีกับรองเท้าเกิดการอักเสบของ bursa เรียกว่า bunion บางครั้งอาจเกิด hard corn ซึ่งเป็นการอักเสบของผิวหนังที่หนาบริเวณด้านบนของ proximal interphalangeal joint โดยเฉพาะนิ้วที่ 5

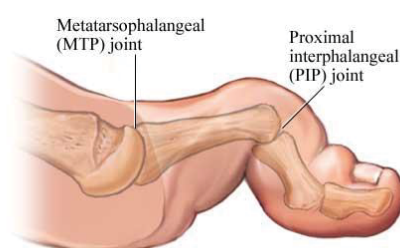


รูปที่ 13 แสดงนิ้วหัวแม่เท้าเอียง (Hallux valgus)

ที่มา : Hallux valgus [Online], เข้าถึงเมื่อ 25 December 2011

เข้าถึงได้จาก http://www.graphicshunt.com/health/images/hallux_valgus-1311.htm

4.2 นิ้วหัวค้อน (Hammer toe) เป็นการผิดรูปที่ proximal phalanx ที่อยู่ในท่างอนิ้ว อย่างถาวรที่ Metatarsophalangeal joint และ middle phalanx อยู่ในท่างมนิ้วเท้าที่ proximal interphalangeal joint ส่วน distal phalanx งอหรือเหยียดทำให้นิ้วเท้า (ซึ่งมักเป็นนิ้วเท้าที่ 2) มี ลักษณะคล้ายค้อน การผิดรูปของนิ้วเท้าหนึ่งหรือมากกว่านั้นอาจเกิดจากการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ lumbricals และ interossei ซึ่งทำหน้าที่งอ metatarsophalangeal joint กับเหยียด interphalangeal joint บริเวณของผิวหนังของหลังนิ้วเท้าที่เสียดสีกันซ้ำอีกกับรองเท้าอาจทำให้ผิวหนังส่วนนั้นหนาและแข็งขึ้น เรียกว่า callosity หรือ callus

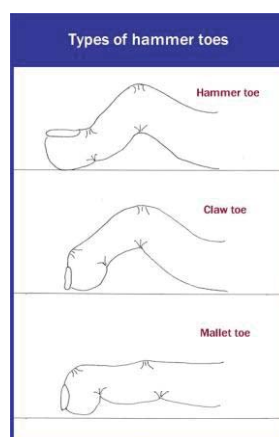


รูปที่ 14 แสดงลักษณะนิ้วหัวค้อน (Hammer toe)

ที่มา : Hammer toe [Online], เข้าถึงเมื่อ 25 December 2011

เข้าถึงได้จาก http://feetdoc.com/hammer_toes.htm

4.3 Claw toes มีลักษณะการเหยียดของ metatarsophalangeal joint มากเกินไปและงอ interphalangeal joint มักเป็นที่นิ้วเท้าทั้ง 4



รูปที่ 15 แสดงลักษณะ Claw toes

ที่มา : Claw toes [Online], เข้าถึงเมื่อ 25 December 2011

เข้าถึงได้จาก <http://blog.yogapro.com/2010/11/30/hammer-toe-claw-toe-mallet-toe-cross-toe-and-foot-pain-part-1/>

4.4 เท้าแบน (Pes planus หรือ flat feet) ในเท้าของทารกแบบเท้าลักษณะนี้ถือว่าปกติ เนื่องจากมีไขมันใต้ชั้นผิวหนังที่หน้าของฝ่าเท้า ความโค้งของเท้าจะปรากฏชัดเจนจนกระทั่งเดินได้ 2-3 เดือน เท้าแบนในวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่เป็นผลมาจากโค้ง medial longitudinal แพลบลง เมื่อยืนลงน้ำหนักจะทำให้ plantar ligament ที่หลายและ plantar aponeurosis จะถูกยืดออก หากเกิดการแบนเนื่องจากการยืนเป็นระยะเวลานาน อาจตามด้วยการเฉือนนอกของเท้าส่วนหน้า

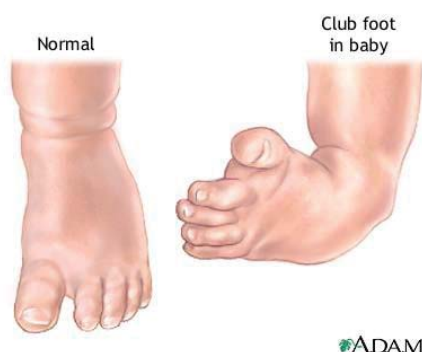


รูปที่ 16 แสดงลักษณะเท้าแบน

ที่มา : Flat feet [Online], เข้าถึงเมื่อ 25 December 2011

เข้าถึงได้จาก <http://www.touchabletoes.com/five-foot-problems-caused-by-flat-feet>

4.5 เท้าปุก (Club foot) หมายถึงลักษณะเท้าที่บิดออกจากตำแหน่งปกติมีหลายชนิด ซึ่งเป็นตั้งแต่กำเนิดทั้งสิ้น พบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง เกิดจากความผิดปกติของ subtalar joint บิดเข้าใน ข้อเท้าอยู่ในเท้ากระดูกง ทำให้เท้ามีลักษณะคล้ายกับม้าจึงใช้ศัพท์ equines (แปลว่าม้า) ครั้งหนึ่งของผู้ป่วยโรคนี้ไม่สามารถเดินลงน้ำหนักที่เท้าปกติได้ มักจะลงน้ำหนักที่ปลายเท้าแทน



ADAM.

รูปที่ 17 แสดงลักษณะเท้าปุก (club foot)

ที่มา : Club foot [Online], เข้าถึงเมื่อ 25 December 2011

เข้าถึงได้จาก <http://www.hmh.net/AdamHealth/Surgery%20and%20Procedures/13/100056.htm>

4.6 Pes calcaneus คือสภาวะที่สันเท้าติดพื้น แต่ปลายนิ้วเท้าลอยอยู่ในอากาศ คล้ายอยู่ในท่ากระดกนิ้วเท้าตลอดเวลา

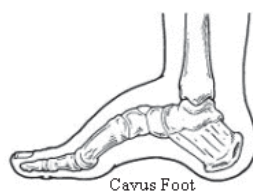
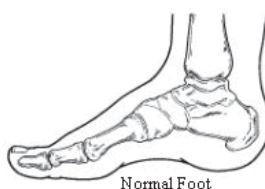


รูปที่ 18 แสดงลักษณะเท้าแบบ Pes calcaneus

ที่มา : Pes calcaneus [Online], เข้าถึงเมื่อ 25 December 2011

เข้าถึงได้จาก <http://www.fachgebaerdenlexikon.de/index.php?id=2140>

4.7 Pes cavus สภาวะที่รูปของเท้ามีลักษณะ medial longitudinal arch ของเท้าสูงกว่าปกติ



รูปที่ 19 แสดงลักษณะเท้าแบบ Pes cavus

ที่มา : Pes cavus [Online], เข้าถึงเมื่อ 25 December 2011

เข้าถึงได้จาก <http://www.comfortshoe.com/foot-conditions/charcot-marie-tooth/>

ส่วนที่ 3 การเกิดรอยฝ่าเท้าและการตรวจพิสูจน์รอยฝ่าเท้า

รอยฝ่าเท้าหรือรอยรองเท้า ถือเป็นวัตถุพยานที่เกิดรอยประทับที่ได้จากการเหยียบย่ำประทับของเท้า สามารถพบได้ง่ายและพบได้มากในสถานที่เกิดเหตุ เนื่องจากผู้กระทำความผิดหรือผู้ที่เกี่ยวข้องเหยียบเข้าไปในสถานที่เกิดเหตุ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. รอยฝ่าเท้าที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Patent print) แบ่งย่อยได้อีก 2 ชนิดคือ

1.1 ชนิด 2 มิติ เป็นรอยฝ่าเท้าที่เกิดจากการเปื้อนสารที่ทำให้เกิดร่องรอยก่อนประทับรอยฝ่าเท้า เช่น รอยฝ่าเท้าเปื้อนเลือด รอยฝ่าเท้าที่เหยียบย่ำบนพื้นที่มีฝุ่นเกาะผิวหน้า และสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 20 รอยฝ่าเท้าที่เกิดจากเท้าที่เปียกบนพื้น

ที่มา : wet footprints on stone floor [Online], เข้าถึงเมื่อ 6 November 2010

เข้าถึงได้จาก <http://www.shutterstock.com/pic-33048376/stock-photo-wet-footprints-on-stone-floor.html>

1.2 ชนิด 3 มิติ เป็นรอยฝ่าเท้าที่ไปสัมผัสหรือกดบนผิวของพื้นที่ยื่น ไม่ยืดหยุ่น (ไม่คืนตัว) เช่น พื้นทราย พื้นดินเหนียว ทำให้เกิดร่องรอยบนวัตถุนั้นที่เป็น 3 มิติ



รูปที่ 21 รอยฝ่าเท้าที่บนพื้นดิน

ที่มา : Footprint [Online], เข้าถึงเมื่อ 6 November 2010

เข้าถึงได้จาก <http://www.msnbc.msn.com/id/14063446/>

2. รอยฝ่าเท้าแฝง (Latent footprint) เป็นรอยฝ่าเท้าที่ไม่เห็นชัดด้วยตาเปล่า เช่น รอยเท้าบนพื้นกระเบื้อง รอยเท้าบนพื้นขัดมัน รอยเท้าประเภทนี้ต้องใช้วิธีทางฟิสิกส์ เคมี หรือเคมีฟิสิกส์ช่วยจึงจะทำให้รอยปรากฏขึ้น



รูปที่ 22 รอยฝ่าเท้าแฝง

ที่มา : Latent Footprint [Online], เข้าถึงเมื่อ 6 November 2010

เข้าถึงได้จาก <http://www.sirchie.com/training/training-programs/-latent-palm-print-course.html>

การตรวจรอยฝ่าเท้าและรูปแบบรอยฝ่าเท้าในสถานที่เกิดเหตุ

1. การรักษาสถานที่เกิดเหตุ

ตำแหน่งของรอยเท้าหรือรอยรองเท้าที่อยู่บนพื้น บางครั้งยากที่จะตรวจพบ โดยเฉพาะรอยเท้า รอยเท้าแฝง หรือร่องรอยที่เกือบมองไม่เห็นด้วยแล้วยังต้องใช้ความพยายามมาก บ่อยครั้งที่ต้องใช้เทคนิคของแสงช่วยซึ่งผู้ที่ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุส่วนใหญ่ไม่มีความชำนาญ เรื่องนี้ อีกทั้งมีความพยายามที่จะหาวัตถุพยานนี้อย่างจริงจัง นอกจากนี้รอยเท้าหรือรอยรองเท้า อาจถูกเหยียบทับจากเจ้าหน้าที่อื่นที่เข้ามาในสถานที่เกิดเหตุก่อน ทำให้ผู้ตรวจสอบมองข้าม ความสำคัญไป ทั้งที่รอยเท้านั้นอาจไม่ถูกทำลายเนื่องจากการซ้อนทับนั้น ดังนั้นเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องจึงควรป้องกันสถานที่เกิดเหตุ โดยเฉพาะเส้นทางที่คาดว่าจะมีรอยฝ่าเท้าแฝงอยู่ เช่น ทางเข้าออกประตูหรือทางเข้าออกของคนร้าย ทางลิ้นจรมฝานั่ง บริเวณที่มีการต่อสู้ เพื่อรักษาซึ่ง คุณค่าของวัตถุพยานรอบเท้าหรือรอยรองเท้านี้

2. รูปแบบของรอยเท้าที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ

รอยเท้าที่ปรากฏชัดเห็นลายเส้นในสถานที่เกิดเหตุ นั้น หากมีลายเส้นปรากฏเพียงพอ ก็สามารถนำไปเปรียบเทียบเอกลักษณ์บุคคลด้วยวิธีเดียวกันกับการเปรียบเทียบลายพิมพ์นิ้วมือ แต่หากรอยเท้านั้นปรากฏลายพิมพ์ไม่ชัดเจน รอยเท้านั้นก็ยังมีคุณค่าโดยการวิเคราะห์รายละเอียดอื่นที่สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบได้ ด้วยคุณลักษณะของขนาดและรูปร่างของเท้าซึ่งสามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์ได้เช่นกัน ซึ่งในสถานที่เกิดเหตุ นั้นอาจตรวจรอยฝ่าเท้าได้ 3 รูปแบบ คือ

2.1 รูปแบบรอยประทับที่ไม่มีอะไรห่อหุ้มเท้า



รูปที่ 23 รอยประทับของเท้าบนพื้นที่ไม่มีอะไรห่อหุ้ม

ที่มา : Footprint [Online], เข้าถึงเมื่อ November 2010

เข้าถึงได้จาก <http://www.cryptomundo.com/cryptozoo-news/yowie-dog09/1>

2.2 รอยประทับที่เกิดจากการสวมถุงเท้า



รูปที่ 24 รอยประทับที่เกิดจากการสวมถุงเท้า

ที่มา : Footprint [Online], เข้าถึงเมื่อ 8 September 2010

2.3 รอยเท้าประเภทรอยประทับและร่องรอยที่ถูกทิ้งไว้บนผิวหน้าของพื้นรองเท้าที่สวมใส่



รูปที่ 25 รอยประทับและร่องรอยที่ถูกทิ้งไว้บนผิวหน้าของพื้นรองเท้าที่สวมใส่

ที่มา : Footprint [Online], เข้าถึงเมื่อ 8 September 2010

การตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบรอยเท้า

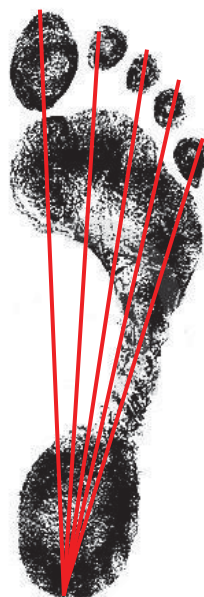
1. เทคนิคการวัด

1.1 เทคนิคการวัดระยะห่าง ระหว่างจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้าแต่ละนิ้ว ใช้วิธีการกำหนดจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้าแต่ละนิ้ว แล้วลากเส้นโยงจากจุดศูนย์กลางนิ้วโป้งไปยังจุดศูนย์กลางของนิ้วอื่น วัดระยะห่างของแต่ละเส้นที่โยงจะพบว่า บุคคลแต่ละคนจะมีระยะห่างระหว่างนิ้วไม่เท่ากัน สามารถนำมาเปรียบเทียบระหว่างบุคคลต้องสงสัยว่าเป็นเจ้าของฝ่าเท้า นั้นหรือไม่



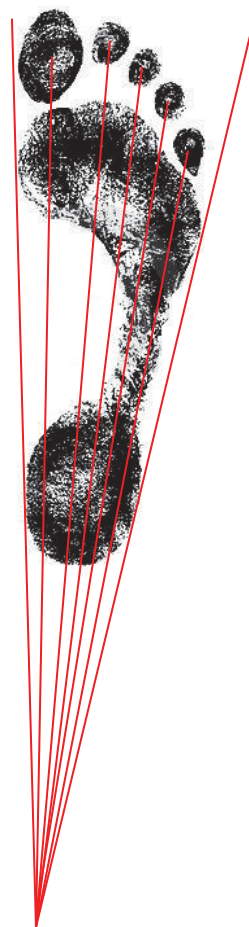
รูปที่ 26 เทคนิคการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของนิ้ว

1.2 เทคนิคการวัดขนาดความยาวของฝ่าเท้า ใช้วิธีการวัดระยะจากจุดปลายสุดของส้นเท้าไปยังจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้าแต่ละนิ้วแล้วตีกรอบเป็นสี่เหลี่ยมให้สัมผัสกับส้นเท้า ฝ่าเท้า นิ้วชี้และนิ้วก้อย จะพบว่าบุคคลแต่ละคนจะมีขนาดความยาวของฝ่าเท้าไม่เท่ากันและมีระยะทางที่วัดจากจุดปลายสุดของส้นเท้าไปยังจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้าแต่ละนิ้วไม่เท่ากันด้วย



รูปที่ 27 เทคนิคการวัดความกว้างและความยาวของฝ่าเท้า

1.3 เทคนิคการวัดรูปแบบการแผ่กว้างของฝ่าเท้า ใช้วิธีกำหนดจุดหนึ่งจุดห่างจากส้นเท้าของฝ่าเท้านั้นพอประมาณและกึ่งกลางของฝ่าเท้า จากนั้นลากเส้นออกจากจุดนี้ 7 เส้น โดยเส้นที่ 1 ลากไปยังขอบฝ่าเท้าด้านในให้สัมผัสทั้งส้นเท้าและฝ่าเท้าด้านบน ลากเส้นที่ 2 3 4 5 และ 6 ไปยังจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้าทั้ง 5 เรียงตามลำดับ ลากเส้นที่ 7 ไปยังขอบฝ่าเท้าด้านนอกให้สัมผัสทั้งส้นเท้าและฝ่าเท้าด้านนอก จะพบว่าบุคคลแต่ละคน มีรูปแบบของฝ่าเท้าไม่เหมือนกัน สามารถนำมาใช้ตรวจเปรียบเทียบกับผู้ต้องสงสัยได้



รูปที่ 28 เทคนิคการวัดแบบรอยแผ่กว้างของฝ่าเท้า

1.4 ตรวจจาก สัณฐานวิทยา (Morphology) ของเท้า

- 1.4.1 รูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เป็นแบบแบนราบ (Flat Foot)
- 1.4.2 รูปแบบความยาวของนิ้วเท้า (Lengths of toes pattern)
- 1.4.3 จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏรายนิ้วเท้าที่ 5 (Missing 5th toe)
- 1.4.4 จำนวนแนวโค้งหักบนแนวนิ้วเท้า (hump)
- 1.4.5 จำนวนรอยขื่อนิ้วที่ปรากฏในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวา

(Phalange Marks)

1.5 การทาบแบบ (Tracing) –เป็นการลอกรอยฝ่าเท้าที่พบในสถานที่เกิดเหตุไป
ทาบซ้อน บนรอยฝ่าเท้าของผู้ต้องสงสัย

2. การหลายนิ้วมือและนิ้วเท้าแฝง [16]

ลายนิ้วมือของคนเรานั้น มีอยู่สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

2.1 ลายนิ้วมือนิ้วเท้าที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า

2.2 ลายนิ้วมือที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า เรียกว่า ลายนิ้วมือนิ้วเท้าแฝง

วิธีการหลายนิ้วมือและนิ้วเท้าแฝง

1. การใช้ผงฝุ่นเคมี

ก่อนนำเอาสารที่เป็นของแข็งบางอย่างมาทำเป็นผงฝุ่นสีต่างๆ ซึ่งแต่ละสีมีคุณสมบัติและความเหมาะสมต่างกัน ในอันที่จะทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงมองเห็นได้ชัดเจนพร้อมที่จะนำไปตรวจเปรียบเทียบ สีที่เหมาะสมที่สุดคือสีดำ เนื่องจากเหงื่อจะปรากฏอยู่ในสภาพไร้สีและมักพบเห็นได้อย่างดีที่สุดบนพื้นผิววัตถุที่เรียบเป็นมัน เช่น แก้ว กระจก เครื่องเรือนขัดมัน เป็นต้น ซึ่งสีดำนี้จะตัดกับสีของพื้นผิววัตถุจนเห็นรอยได้ชัดเจน แต่ถ้าเป็นพื้นผิววัตถุที่มีสีมืดก็ควรใช้แป้งฝุ่นสีขาว (White Powder) จะเห็นภาพได้ชัดเจนเช่นเดียวกัน นอกจากนี้พื้นผิววัตถุบางอย่างอาจมีความเหมาะสมกว่าที่จะใช้ผงฝุ่นกว่า 2 ชนิดขึ้นไปผสมกัน เพื่อให้เห็นรอยและเก็บรอยแฝงได้ดีขึ้น ในการใช้ผงฝุ่นเคมีจะต้องมีอุปกรณ์อื่นเพื่อการบิดาและการเก็บลอกถูรอยลาย คือ

1.1 แปรง ซึ่งมีอยู่ทั่วไป 3 ชนิด คือ

1.1.1 แปรงขนกระต่าย ซึ่งใช้ในการบิดผงฝุ่นเบื้องต้น



รูปที่ 29 แปรงขนกระต่าย

ที่มา : แปรงขนกระต่าย [Online], เข้าถึงเมื่อ 12 December 2010

เข้าถึงได้จาก <http://www.science-proof.com/product.php>

1.1.2 แปรงขนกระรอก ใช้บิดผงฝุ่นเพื่อให้เห็นรอยลายอย่างละเอียดและในกรณีที่ไม่มีแปรงขนกระต่าย สามารถใช้แปรงขนกระรอกเพียงอย่างเดียวก็ได้ผลดีเช่นเดียวกัน แปรงที่ใช้ในการบิดฝุ่นมีหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นแปรงขนอูฐ แปรงขนกระรอก แปรงขนหางม้า

แปรงขนไฟเบอร์ แต่ที่ใช้ได้ผลดีที่สุดน่าจะเป็นแปรงขนกระรอกเพราะขนแปรงมีความอ่อนนุ่มมากกว่าแปรงชนิดอื่น ควรระวังที่จะไม่ใช้น้ำหนักมือกดลงไปทั้พู่แปรงจนเกินไป ซึ่งอาจมีผลต่อความคมชัดของลายเส้นได้



รูปที่ 30 แปรงขนกระรอก

ที่มา : แปรงปัดผงฝุ่นขนกระรอก [Online], เข้าถึงเมื่อ 12 December 2010
เข้าถึงได้จาก http://www.plastrochem.com/finger_1.html

1.1.3 แปรงแม่เหล็ก ใช้กับผงฝุ่นสีดำที่มีผงแม่เหล็กเป็นส่วนผสมอยู่ ซึ่งแปรงที่เป็นตัวแม่เหล็กหรือ Magna Brush นั้นไม่ได้มีลักษณะของรูปร่างแปรงที่เป็นตัวแม่เหล็กและใช้กับผงฝุ่นชนิดพิเศษ เรียงผงฝุ่นที่วานี้ติดอยู่กับแปรงนั้นจนสัมผัสพบกับแท่งที่เป็นรอยลายแฝงอยู่ก็จะเตะติดที่รอยแทน การใช้แปรงแม่เหล็กนี้ให้ผลดีมากโดยเฉพาะกับการหารอยที่ด้านใต้วัตถุ เช่น ใต้ลิ้นชักหรือเมื่อพื้นผิววัตถุมีความยืดหยุ่นได้ อาทิ พื่นหนัง และยังไม่เปลืองผงฝุ่นโดยไม่จำเป็นในช่วงที่มีการขีดฝุ่นออกไปในเบื้องต้นเพื่อหารอยอย่างคร่าวๆ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดที่ไม่มีความเหมาะสมกับการใช้แปรงแม่เหล็กคือ สามารถตรวจหารอยลายที่อาจปรากฏอยู่กับวัตถุที่มีพื้นผิวทำด้วยโลหะได้เท่านั้น



รูปที่ 31 แปรงแม่เหล็ก

ที่มา : แปรงแม่เหล็ก [Online], เข้าถึงเมื่อ 12 December 2010
เข้าถึงได้จาก <http://www.science-proof.com/product.php>

1.2 เทปกาวใส (Scotch Tape) หรือเทปกาวยาง (Rubber Lifter) ใช้ในการลอกรอย
 แผลง หลังจากปิดผงฝุ่นเห็นชัดเจนแล้ว สำหรับเทปกาวใสควรใช้ชนิดดีและเหมาะสมมากที่สุดควรมี
 ขนาดกว้างของเทปประมาณ 3/4 นิ้วฟุต ส่วนเทปกาวยางหรือ Rubber Lifter นั้น ใช้ได้ง่ายและใหญ่
 มีขนาดกว่า สามารถตัดออกมาได้ตามขนาดที่ต้องการโดยไม่ต้องต่อเทป เหมาะอย่างยิ่งกับการ
 ลอกรอย ฝ่ามือ ฝ่าเท้าและถอดรอยอุ้งมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าและสันเท้า



รูปที่ 32 เทปกาวยาง

ที่มา : Rubber- jell lifting tape [Online], เข้าถึงเมื่อ 12 December 2010

เข้าถึงได้จาก <http://www.science-proof.com/product.php>

1.3 กระดาษปรอยแผลงที่ลอกออกมา

หากใช้ผงฝุ่นสีดำหรือสีเข้มควรใช้เทปกาวใสลอกออกมา แปะลงบนกระดาษ
 ขาวเรียบมันที่ไม่มีแนวเส้นบรรทัด แต่หากเป็นการใช้ผงฝุ่นสีอ่อนหรือสีขาว ก็จำเป็นจะต้องใช้
 กระดาษสีดำเพื่อให้เห็นรอยลายเส้นที่เก็บมาติดกับสีพื้นโดยรอบของกระดาษนั้น

ส่วนกรณีที่ใช้เทปกาวยางหรือ Rubble Lifter ไม่จำเป็นต้องแปะกับกระดาษ
 เนื่องจากลักษณะของ Rubber Lifter ประกอบด้วยแผ่นกาวยาง (สีน้ำตาล หรือสีดำ) ซึ่งมีแผ่น
 เซลลูลอยด์ (Celluloid) ติดอยู่ เมื่อนำมาใช้ก็ตัดขนาดของแผ่นเทปกาวนี้ตามที่ต้องการ แล้วดึงแผ่น
 เซลลูลอยด์แปะทาบลงไปที่ย่อยนิ้วมือแผลงซึ่งปิดเรียบร้อยแล้ว จากนั้นดึงแผ่นเซลลูลอยด์ขึ้นนำไป
 ปะกลับไว้ที่ส่วนกาวยางเหมือนเดิม ด้วยวิธีการนี้รอยลายนิ้วมือแผลงที่ได้มานั้นจะปรากฏอยู่อย่าง
 ถาวรโดยจะไม่ถูกสภาวะอากาศ อุณหภูมิ หรือธรรมชาติอย่างอื่นทำอันตรายให้เสียหายได้ พร้อมทั้ง
 จะนำไปดำเนินการที่จำเป็นเพื่อระบุรายละเอียด ซึ่งควรทำเครื่องหมายกำกับก่อนส่งมอบไปตรวจ
 พิสูจน์หรือตรวจเปรียบเทียบต่อไป

วิธีการบัดผงฝุ่น

เพื่อให้เห็นภาพรอยลายมือแฝงได้ชัดเจน สามารถนำวิธีการใช้ผงฝุ่นปิดได้อย่างง่าย คือ เทผงฝุ่นเพียงจำนวนเล็กน้อยออกจากภาชนะบรรจุเทใส่ไว้ในกระดาษขาวสะอาดธรรมดา แล้วใช้แปรง(ขนกระต่ายหรือขนอูฐ) ตะผงฝุ่นแล้วสลัดออกเบาๆเพียงที่ติดอยู่กับแปรงเท่านั้น หากผงฝุ่นเกาะกันมากจนเกินไป อาจทำให้เป็นลายเส้นและและใช้ไม่ได้ ดังนั้นการใช้แปรงตะผงฝุ่นแม้จะดูเป็นเรื่องเล็กน้อย แต่ถ้าขาดความระวังในการใช้งานอาจจะทำให้เกิดความเสียหายต่อวัตถุพยานได้ ทั้งนี้ต้องระลึกไว้เสมอว่ารอยลายนิ้วมือแฝงในสถานที่เกิดเหตุเป็นสิ่งที่บอบบางมากแต่มีค่าอย่างสูงในการยืนยันพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

เมื่อใช้แปรงตะผงฝุ่นแล้ว จับแปรงในลักษณะตั้งฉากกับพื้นผิวของวัตถุที่จะตรวจหา รอยแล้วปิดแปรงอย่างเบาๆเป็นรูปวงกลมหรือปัดวน หากพื้นผิวนั้นมีรอยลายแฝง ผงฝุ่นก็จะเกาะติดอยู่กับคราบเหงื่อบนลายเส้นนั้น สิ่งที่ต้องทำต่อไปคือพยายามปิดฝุ่นซ้ำๆ ลงไปตรงบริเวณนั้นเพื่อให้ภาพชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งนี้ต้องปิดแปรงไปตามทิศทางของรอยลายเส้นของรูปแบบลายนิ้วมือนั้นๆด้วยเพื่อป้องกันการปิดของแปรงที่จะทำให้รอยอาจเลิขรูปได้

จากนั้นใช้เทปกาวยางเก็บลอกถอยดังที่กล่าวมาแล้ว คือ ตัดขนาดตามต้องการ ดึงเชลลูลอยด์ออก เปะทาบทับและกดลงไปบนรอยโดยตรง (อย่าให้เคลื่อนเด็ดขาด) แล้วดึงกลับขึ้นมาปะไว้กับแผ่นกาวยางชั้นเดิมเป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการ

แต่ถ้าเป็นกรณีทั่วไปที่มักนิยมใช้เทปกาวใสเนื่องจากมีความสะดวกต่อการใช้งาน โดยให้ดึงเทปออกมาจากม้วนให้ยาวพอสมควร (ประมาณ 5-6 นิ้วฟุตสำหรับหนึ่งรอยนิ้วมือ) แต่ต้องระวังด้วยที่จะไม่ให้มีรอยพับ หรือรอยหยุดของเทปปรากฏอยู่ในช่วงความยาวของเทปที่ต้องการ เนื่องจากไม่ต้องการรอยอื่นใดที่ไม่จำเป็นนอกจากรอยที่เห็นจากภาพรอยลายแฝงเท่านั้น และขณะที่ดึงเทปก็ยังคงระวังไม่ให้มีการม้วนหักหรืองอด้วย เมื่อได้เทปที่ต้องการแล้วจึงนำไปเปะทาบทับลงไปตรงที่พื้นผิววัตถุบริเวณที่เห็นรอยแล้ว โดยระวังไม่ให้มีฟองอากาศอยู่ซึ่งสามารถทำได้โดยขณะที่ตะเทปด้านหนึ่งลงไปที่วัตถุ (ระยะห่างจากรอยเล็กน้อย) แล้วดึงอีกปลายให้ตึงแล้วกดทับลงไป ใช้วิธีคลงไปบนตัวเทปนั้นโดยตรงจนไม่เหลือฟองอากาศตรงรอย ความระวังเช่นนี้ยังคงมีเช่นเดียวกันในขณะลอกรอยนั้นขึ้นมาจากวัตถุ แล้วนำไปปะทาบทับไว้กับกระดาษหรือแบบฟอร์ม โดยเทคนิคการวางเทปทำนองเดียวกัน จากนั้นจึงเขียนรายละเอียดของคดีและเครื่องหมายกำกับ รวมทั้งร่างแผนที่สังเขปอยู่ด้านหลังของกระดาษหรือแบบฟอร์มแผ่นนั้น



รูปที่ 33 ขั้นตอนการปัดผงฝุ่นเพื่อเก็บรอยนิ้วมือแฝง

ที่มา :เข้าถึงเมื่อ 12 December 2010

เข้าถึงได้จาก http://www.odec.ca/projects/2004/mcgo4s0/public_html/t5/fingerprints.html

การตรวจหารอยนิ้วมือที่แฝงด้วยน้ำยาทางเคมี

เทคนิคสำหรับการตรวจหารอยลายแฝงด้วยวิธีการทางเคมีนั้น โดยหลักการได้ครอบคลุมถึงการใช้อยู่ประโยชน์ของสารหรือสารประกอบทางเคมีที่เป็นของเหลวในรูปสารเคมีละลาย (Immersion) เช่น น้ำยานินไฮดริน (Ninhydrin) และน้ำยาเกลือเงินไนเตรท (Silver Nitrate Solution) และน้ำยาฟลิกม่วง (Crystal Violet) หรือวิกตอเรียเพียวบลู (Victoria Pure Blue) รวมทั้งการใช้ประโยชน์ของสารประกอบทางเคมีบางชนิดที่ระเหย หรือระเหิดเป็นไอดังที่บางครั้งเราอาจเรียกกันได้ว่าเป็นวิธีรมควัน (Fuming) เช่น การใช้เกลือไอโอดีน (Iodine) และกาว (Super Glue) ดังมีคำอธิบายให้พอเข้าใจถึงสิ่งที่เจ้าหน้าที่วิทยาการหรือกองพิสูจน์หลักฐานใช้เป็นแนวทางในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงจากพื้นผิววัตถุที่เป็นกระดาษ (ทั้งอ่อนและแข็ง) ไม่เปลือย (ไม่ได้ทาสี) ตลอดจนพื้นผิวที่มีคุณสมบัติดูดซึมอื่นๆ ดังนี้

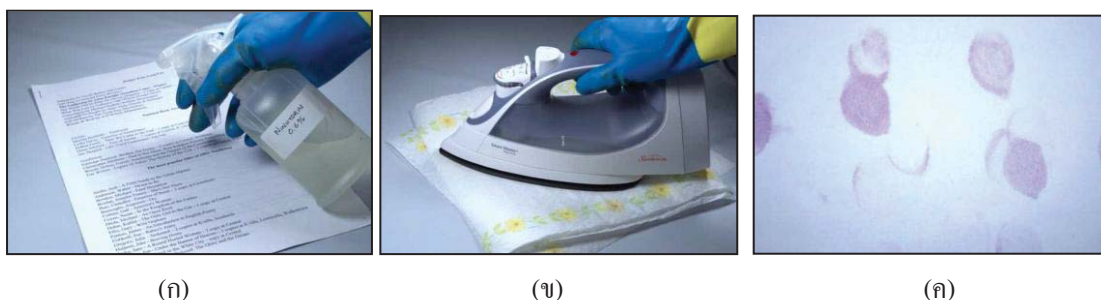
1. น้ำยานินไฮดริน (Ninhydrine Method)

น้ำยาเคมีชนิดนี้มีส่วนผสมของนินไฮดริน 0.5 กรัม ละลายในอะซิโตน (Acetone) 100 มิลลิลิตร เป็นสารละลายที่มีความเหมาะสมในการตรวจของกลางประเภทกระดาษและเอกสารต่างๆ แต่สิ่งที่พึงระวังคือด้วยส่วนผสมน้ำยาทางเคมีประเภทนี้อาจทำให้หมึกในเอกสารนั้นเสียหายได้ จึงต้องได้รับอนุญาตจากคู่กรณีซึ่งเป็นเจ้าของเสียก่อนลงมือปฏิบัติ

วิธีการโดยตรวจหาร่องรอยของกรดอะมิโน (Amino acid) ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของโปรตีนที่มีอยู่ในร่างกายของมนุษย์ทุกส่วน รวมทั้งส่วนที่เป็นเหงื่อด้วย การใช้น้ำยานินไฮดรินนั้นอาจทำได้ทั้งฉีดเป็นละอองฝอย การจุ่ม หรือการแปรง อย่างไรก็ตามเมื่อพื้นผิววัตถุถูกอาบด้วยน้ำยานี้แล้ว ควรนำไปอาบความร้อนทับซึ่งอาจใช้เตารีดไฟฟ้ามาบลงไปโดยตรงหรือใช้วิธี

ผึ่งไว้กลางแดดหรือผึ่งด้วยลมร้อนก็ได้แต่ต้องระวังอย่าใช้ความร้อนถึงขั้นที่จะลวกไหม้ได้

ด้วยกระบวนการที่กล่าวมาแล้ว หากพื้นผิวนั้นๆ มีรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ก็จะเกิดภาพมองเห็นได้อย่างชัดเจนเนื่องจากน้ำยานินไฮดรินจะไปทำปฏิกิริยากับโปรตีนในเหงื่อ น้ำยาเปลี่ยนจากภาวะไร้สี (Colorless) ไปสู่สีม่วงปนน้ำเงิน เมื่อเห็นเช่นนี้แล้วจึงควรถ่ายภาพโดยทันที แล้วจึงเอาเทปกาวยาสีปิดทับลงไป ถ่ายภาพซ้ำอีกครั้งหนึ่ง จดรายละเอียดแล้วจึงนำส่งตรวจพิสูจน์และตรวจเปรียบเทียบต่อไป



รูปที่ 34 ขั้นตอนการเก็บรอยนิ้วมือแฝงโดยใช้น้ำยานินไฮดริน

ที่มา : Revealing Latent Fingerprints Using Ninhydrin [online], เข้าถึงเมื่อ 12 December 2010
เข้าถึงได้จาก http://blog.makezine.com/science_room/forensics/forensics_laboratory_83_revealing_1/

2. น้ำยาเกลือเงินไนเตรท (Silver Nitrate Method)

วิธีการตรวจด้วยน้ำยาเคมีชนิดนี้เป็นวิธีการตรวจหาเกลือแกง (Sodium Chloride) ที่อยู่ในเหงื่อของมนุษย์ (ส่วนประกอบหลักๆ ได้แก่ น้ำประมาณ 98.5-99.5% และมีอัตราส่วนของสิ่งที่เป็นของแข็งเพียง 0.5-1.5% เท่านั้น ส่วนหลังนี้เองที่ประกอบด้วยสสารประเภทโลหะ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกลือถึง 1 ใน 3 อีก 2 ใน 3 มีธาตุยูเรีย (Urea) น้ำมัน และกรดชนิดต่างๆ ที่มีส่วนประกอบของโลหะอยู่ที่แนวจีบย่นต่างๆ ที่ด้านในของนิ้วมือ ฝ่ามือและฝ่าเท้าสันเท้า) น้ำยาเกลือเงินไนเตรทจะทำปฏิกิริยากับเกลือแกงที่มีอยู่ที่รอยเกิดเป็นเงินคลอไรด์ (Silver Chloride) ได้และจะสามารถให้ผลได้ดีมากสำหรับกาตรวจของกลางประเภทกระดาษและไม้

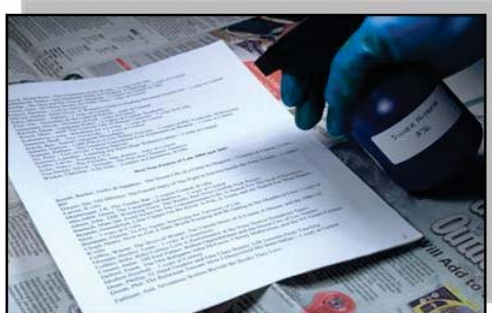
น้ำยามีส่วนผสมของเกลือเงินไนเตรทละลายน้ำความเข้มข้น 3% (เงินไนเตรท 3 กรัม ผสมกับน้ำ 100 มิลลิลิตร) ซึ่งเราอาจใช้วิธีนำเอกสารจุ่มลงไปในน้ำยาโดยตรง หรือเป็นละอองฝอย แล้วปล่อยให้แห้งเองในห้องมืด เมื่อแห้งแล้วจึงนำมาให้แสงสว่างจ้า (ประมาณ 1,000 แสงเทียน) ก็จะปรากฏเห็นรอยแฝงซึ่งเคยสัมผัสที่บริเวณพื้นผิวของวัตถุนั้นได้อย่างชัดเจน เป็นลายเส้นสีน้ำตาลไหม้เข้ม รอยที่ปรากฏขึ้นนี้จะต้องใช้วิธีการตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพบันทึกไว้

ข้อควรระวังอย่างที่สุดสำหรับการใช้น้ำยาทางเคมี ต้องตระหนักด้วยว่าอาจเป็นการทำให้วัตถุที่ตรวจเกิดความเสียหายไปจากเดิม จึงต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของก่อนและสำหรับน้ำยาเกลือเงินไนเตรทนี้ ยังเป็นการทำลายไขมัน น้ำมัน และกรดอะมิโนด้วย ซึ่งล้วนเป็นสิ่งจำเป็นที่เราต้องตรวจหาจากวิธีการของนินไฮดริน และการรมด้วยควันไอโอดีน ดังนั้นถ้าประสงค์จะใช้ทั้ง 3 วิธีในการตรวจรอยเดียวกัน จำเป็นต้องใช้วิธีการตรวจตามลำดับก่อนหลังดังนี้

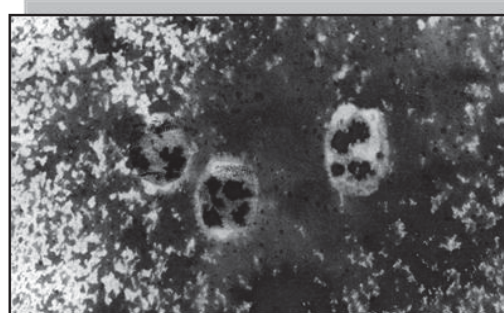
ขั้นที่ 1 ตรวจด้วยวิธีรมควันไอโอดีน (Iodine Fuming) เพื่อหาไขมันในเหงื่อ

ขั้นที่ 2 ตรวจด้วยวิธีการของนินไฮดริน เพื่อหากรดอะมิโนในโปรตีนของเหงื่อ

ขั้นที่ 3 ตรวจด้วยวิธีการของน้ำยาเกลือเงินไนเตรท (Silver Nitrate) เพื่อตรวจหาเกลือแกงในเหงื่อ



(ก)



(ข)

รูปที่ 35 ขั้นตอนการเก็บรอยนิ้วมือแฝงโดยใช้น้ำยาเกลือเงินไนเตรท

ที่มา : Revealing Latent Fingerprints Using Silver Nitrate[online], เข้าถึงเมื่อ 12 December 2010

เข้าถึงได้จาก http://blog.makezine.com/science_room/forensics/laboratory_84_revealing_latent_fing/

3. วิธีรมด้วยควันไอโอดีน (Iodine Fuming)

การใช้ประโยชน์ของสารไอโอดีนเพื่อตรวจรอยลายแฝงเหมาะกับการตรวจของกลางได้หลายอย่าง รวมทั้งกระดาษ ผง และพื้นผิวที่มีความเหนียวเหนอะหนะด้วย

หลักการโดยนำเกลือไอโอดีนซึ่งเป็นสสารแข็งที่มีคุณสมบัติที่จะระเหิดเป็นก๊าซได้เมื่อได้รับความร้อน ในระดับหนึ่ง และสามารถใช้รูปแบบของการตรวจในห้องทดลองปฏิบัติการได้โดยใช้ตู้ไอโอดีน (Iodine Fuming Cabinet) ส่วนหากจะนำไปใช้ตรวจ ณ สถานที่เกิดเหตุก็เหมาะสมที่จะใช้แบบที่บรรจุอยู่ในกระบอกแก๊วเล็กๆ ซึ่งมีความสะดวกในการพกพาและตรวจหาบนบริเวณพื้นผิวที่ไม่กว้างขวางเกินไปนัก กระบอกเช่นนี้เรียกว่า Iodine Fuming Gun ความร้อนของตู้ในอุณหภูมิที่ ประมาณ 80 - 90 Celsius's degree จะสามารถทำให้เกร็ดไอโอดีนในตู้ระเหิดเป็นควันขึ้นได้ ซึ่งถ้าไม่ใช่ตะเกียงวิทยาศาสตร์วางไว้ได้ตู้ตรงภาชนะบรรจุเกลือไอโอดีน ก็อาจใช้

หลอดไฟฟ้าขนาด 60 -100 แสงเทียนใส่ไว้ที่ด้านล่างในตู้ได้ การใช้ความร้อนช่วย จะทำให้ปรากฏภาพรอยได้รวดเร็วขึ้นสำหรับการใช้กระบอกไอโอดีน (Iodine Fuming Gun) ซึ่งเหมาะกับการพกพาไปในการตรวจหารอยลายแฝง ณ สถานที่เกิดเหตุ นั้น เป็นหลอดหรือกระบอกแก้วที่ภายในบรรจุใยแก้ว (Glass Wool) เกล็ดไอโอดีน (Iodine Crystals) และแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium Chloride) ซึ่งภายในหลอดแก้วมีท่อทางโปร่งอยู่ตรงกลางสำหรับใช้เป่าได้ เมื่อนำมาใช้ในการตรวจหารอยแฝงก็ใช้การเป่าท่อทาง ลมร้อนจากปากจะผ่านแคลเซียมคลอไรด์สู่ไอโอดีนทำให้เกิดการระเหิดของไอโอดีนขึ้น ไอระเหยหรือควันของไอโอดีนก็จะถูกปล่อยออกมายังปลายท่อทางอีกข้างหนึ่ง ซึ่งต้องจ่อไว้ใกล้ที่สุด (แต่ไม่ชิดหรือสัมผัสกับพื้นผิวของวัตถุที่ต้องการตรวจหารอยลายแฝง ซึ่งหากเคยมีการใช้มือหรือเท้าเปลือยสัมผัสมาก่อนแล้ว ก็จะปรากฏรอยลายเส้นให้เห็นขึ้นได้ อย่างชัดเจนเช่นเดียวกับการใช้ตู้ไอโอดีนตรวจหา

ในทางปฏิบัติปกติ เมื่อเราใช้เทคนิคนี้ในการตรวจหาตัวอย่างของลายแฝง จำเป็นต้องใช้วิธีการหยิบจับด้วยปากกิบหรือสวมถุงมือโดยเสมอ และพยายามไม่สัมผัสเลยไปกว่าบริเวณขอบวัตถุโดยไม่จำเป็นเพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสซ้ำทับลงไปบนบริเวณที่อาจมีรอยลายแฝง ปรากฏอยู่ได้ เมื่อนำไปใส่หีบจับไว้ในตู้ไอโอดีนแล้วใช้ความร้อนช่วยหรือการใช้ลมปากเป่าท่อทางไอโอดีน ลมร้อนอุ่นๆ เช่นนี้จะเป็นปัจจัยให้เกล็ดไอโอดีนระเหิดเป็นไอและควันสีม่วง ซึ่งถ้ามีไขมันหรือน้ำมัน (ของแข็ง) ปรากฏอยู่จุดสัมผัสไอควันเหล่านี้ไว้ปรากฏเห็นเป็นรอยเส้นสีน้ำตาลหรือออกสีเหลืองๆ ขึ้นติดกับสีพื้นวัตถุนั้น เมื่อภาพรอยปรากฏชัด ต้องถ่ายภาพไว้โดยทันที เนื่องจากรอยเส้นเหล่านี้จางหายอย่างรวดเร็วเมื่อกระบวนการนี้สิ้นสุดลง ส่วนวัตถุที่ปรากฏของลายแฝงเหล่านี้ ทำเครื่องหมายกำกับกำหนดตำแหน่งอย่างถูกต้องเพื่อการนำไปพิสูจน์เอกลักษณ์ต่อไป



รูปที่ 36 ขั้นตอนการเก็บรอยนิ้วมือแฝงด้วยวิธีรมควันไอโอดีน

ที่มา : [online], เข้าถึงเมื่อ 12 December 2010

เข้าถึงได้จาก <http://www.leelofland.com/wordpress/?p=259>

1.4 วิธีการใช้การระเหยจากกาว (Super Glue)

วิธีการใช้ Super Glue จะคล้ายคลึงกับการรมควันด้วยไอโอดีน แต่ต่างตรงที่ใช้การระเหยจาก Super Glue เมื่อสาร Cyanoacrylate Ester ได้รับความร้อนก็จะระเหยเป็นไอซึ่งมีความเข้มข้นสูงและจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนและน้ำที่มีอยู่ในเหงื่อทำให้ปรากฏเห็นเป็นรอยลายสีขาว แล้วจึงใช้ผงฝุ่นเคมีปิดขึ้นอีกครั้งหนึ่งเพื่อเก็บถอดลอกรอยลายนั้นออกมาตามปรกติ

1.5 วิธีการใช้ผลึกม่วง (Crystal Violet) หรือวิกตอเรีย เฟียว บลู (Victoria Pure Blue)

การใช้ผลึกม่วงตรวจหารอยลายแฝงที่ติดอยู่กับพื้นผิววัตถุมีความเหนียว เช่น เทป กาวใสหรือกระดาษกาวหรือเทปยางที่มีผู้นิยมในการมัดห่อยาเสพติดไว้ภายใน ซึ่งบริเวณที่มีความเหนียวนั้น มักจะมีรอยลายนิ้วมือของผู้ห่อติดอยู่ด้วยเสมอแต่ไม่สามารถเก็บรอยลายแฝงนั้นได้ด้วยวิธีการปัดฝุ่นปรกติ ส่วนผสมของน้ำยาชนิดนี้ประกอบด้วยผลึกม่วง (Crystal Violet) ขนาด 1 - 1.5 กรัม ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol) ปริมาณ 100 มิลลิลิตร แล้วนำน้ำยาที่ผสมแล้วนี้ปริมาณ 2 มิลลิลิตรเติมลงไปน้ำ 100 มิลลิลิตรใส่ในภาชนะต่อจากนั้นจุ่มหรือวางวัตถุชิ้นนั้นแช่ลงไปน้ำยาจนรอยลายแฝงปรากฏเห็นได้แล้วล้างน้ำ เพื่อล้างสีส่วนที่เกินออกไปจะเหลือแต่รอยลายเส้นของรอยลายแฝงเท่านั้น ต่อจากนั้นจึงนำไปวางบนด้านมันของกระดาษอัดรูปที่ยังไม่ได้รับแสงและมีความเปียกหมาด นำไปรีดด้วยความร้อนอ่อนๆ แล้วจึงดึงเทปที่เป็นวัตถุที่มีรอยลายแฝงออกจากกระดาษอัดรูป จากนั้นให้ตรวจเก็บรอยลายดังกล่าวที่กระดาษนั้นด้วยการถ่ายภาพบันทึกไว้ ส่วนการทำเครื่องหมายกำกับในการตรวจเก็บของกลางก็ต้องทำไว้เช่นเดียวกัน



รูปที่ 37 รอยนิ้วมือแฝงด้วยวิธีการใช้ผลึกม่วง

ที่มา : stain from Crystal Violet [online], เข้าถึงเมื่อ 12 December 2010

เข้าถึงได้จาก <http://www.evidentcrimescene.com/cata/chem/chem.html>

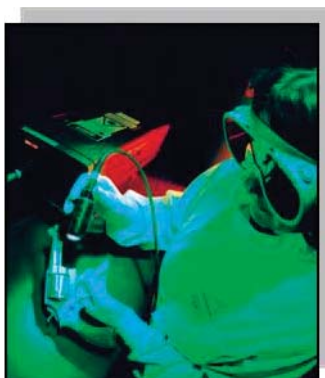
การตรวจหารอยลายแฝงด้วยวิธีการทางฟิสิกส์

วิธีการที่ใช้มากในการตรวจสถานที่เกิดเหตุเกี่ยวกับการหารอยลายนิ้วมือแฝงก็คือประโยชน์ของแสงและที่มีใช้อยู่ในการทำงานของกองพิสูจน์หลักฐานในประเทศไทยปัจจุบัน คือ แสงเลเซอร์ (LASER) และเครื่องโพลีไลท์ (Polilight)

1. แสงเลเซอร์ (LASER)

แสงเลเซอร์มาจากคำย่อภาษาอังกฤษว่า Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation ซึ่งเป็นแสงกล้าที่เป็นอุปกรณ์ทำขึ้นประกอบด้วยผลึกแก้วหรือสารอย่างอื่นที่มีความเหมาะสม ซึ่งจะยอมภายในนั้นเมื่อถูกกระตุ้นขึ้นด้วยการรวมจุดของคลื่นแสงทั้งหลายจะขยายและรวมกันอยู่ที่คลื่นเหล่านี้แล้วจึงฉายเปล่งออกมาเป็นลำแสงแคบและจ้ามก

ในเครื่องเลเซอร์ที่เราใช้อยู่เป็นแสงที่เกิดจากการกระตุ้นโดยใช้เครื่องมือซึ่งมีปริมาณก๊าซอาร์กอน (Argon-Ion) ซึ่งเป็นธาตุบริสุทธิ์ประเภทหนึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแสง โดยใช้ประโยชน์ของแสงเลเซอร์นี้ในการตรวจหารอยลายแฝงที่วัตถุพื้นผิวชนิดต่างๆ ได้ เช่น แก้ว กระจก ผง พลาสติก และไม้ เป็นต้น และยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจร่องรอยในลักษณะอื่นๆ ได้อีก เช่น รอยชุดลบแก้ไขเอกสาร ชนิดของหมึก รอยเหยียบย่ำ เป็นต้น



รูปที่ 38 หารอยนิ้วมือแฝงด้วยแสงเลเซอร์

ที่มา : Specialist Fingerprints[online], เข้าถึงเมื่อ 12 December 2010

เข้าถึงได้จาก <http://www.fsni.gov.uk/services/areas-of-expertise/specialist-fingerprints/>

2. เครื่องโพลีไลท์ (Polilight)

เครื่องโพลีไลท์เป็นเครื่องมือตรวจหาร่องรอยวัตถุพยานได้หลายอย่าง กล่าวคือนอกจากการตรวจหารอยลายแฝงต่างๆ แล้วยังตรวจหาคราบน้ำเชื้อ คราบโลหิต รอยเหยียบย่ำ ร่องรอยของตัวอักษรที่มีการขีดเขียนทับการบุคลบกแก้ไขเอกสารต่างๆ ได้โดยปรับคลื่นแสงตามความเหมาะสม

เครื่องมือนี้ใช้โคมแสงก๊าซซีนอน (Xenon Arc Lamp) ซึ่งเป็นก๊าซที่เป็นธาตุบริสุทธิ์ มีน้ำหนักมาก (น้ำหนักประมาณเท่ากับ 131.3 เท่าของไฮโดรเจน) ในด้านการทำงานนั้นใช้ Xenon Arc Lamp เป็นแหล่งกำเนิดแสงซึ่งเป็นเครื่องมือน้ำหนักเบา สามารถใช้ได้ทั้งในและนอกสถานที่ ประสิทธิภาพทางแสงเป็นสีขาวที่สามารถเปลี่ยนเป็นแสงสีต่างๆ ได้ 5 ช่องสีโดยการใช้เครื่องกรองแสง (Filter) ซึ่งแสงแต่ละช่องสีจะมีความเหมาะสมกับการตรวจหารอยลายแฝงบนพื้นผิวและวัตถุที่มีลักษณะต่างๆ กัน



รูปที่ 39 หารอยนิ้วมือแฝงด้วยเครื่องโพลีไลท์

ที่มา : The Polilight [online], เข้าถึงเมื่อ 12 December 2010

เข้าถึงได้จาก <http://www.unmultimedia.org/s/photo/detail/416/0416469.html>

ส่วนที่ 4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรอยฝ่าเท้ากับความสูง

ความสูง⁹ หมายถึง ระยะทางที่วัดจากสันเท้าจนถึงส่วนที่สูงที่สุดของศีรษะ โดยทำการวัดในท่ายืน หลังตรง เท้าทั้งสองข้างชิดติดกัน ระดับสายตามองขนานไปกับพื้นราบ

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนาการความสูง

1. พันธุกรรม ส่วนสูงของพ่อแม่เป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่ง ที่เป็นตัวกำหนดส่วนสูงของเด็ก
2. สอรัโมน บางชนิดหากหลั่งออกมามาก หรือน้อยเกินไปจะทำให้มีผลกระทบต่อเจริญเติบโต

3. การออกกำลังกาย การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระดูกเป็นผลให้มีการพัฒนาการด้านการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่

4. ภาวะโภชนาการ การได้รับสารอาหารอย่างเต็มที่ครบถ้วน และเหมาะสมต่อความต้องการของร่างกาย จะช่วยส่งเสริมกระบวนการของร่างกายให้พัฒนาการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การนอน การนอนหลับที่เพียงพอในช่วงกลางคืนจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตดีขึ้น เนื่องจาก Growth Hormone จะหลั่งออกมามากขณะนอนหลับ โดยจะเริ่มหลั่งตั้งแต่ช่วงหัวค่ำเป็นต้นไป

6. เชื้อชาติ ด้วยลักษณะทางกายวิภาคที่แตกต่างกันระหว่างแต่ละชนชาติ จากปัจจัยข้างต้น ทำให้ความสูงระหว่างเชื้อชาติต่างกัน เช่น คนยุโรปมักจะมีความสูงเฉลี่ยมากกว่าคนเอเชีย เป็นต้น

การคาดคะเนความสูงจากกระดูกยาว

ลักษณะทางกายวิภาคของกระดูกยาว (Long bone)[13]

ส่วนของกระดูกยาว (Long bone) บริเวณปลายเรียกว่า Epiphysis เมื่อผ่าดูภายในจะเห็นลักษณะของ Spongy bone บริเวณตรงกลางจะแคบ เรียกว่า Diaphysis เมื่อผ่าดูภายใน Diaphysis จะพบโพรง Marrow cavity และขอบของกระดูกยาวจะเป็น Compact bone

ในเด็กที่กำลังอยู่ในวัยเจริญเติบโตที่บริเวณรอยต่อระหว่าง Epiphysis กับ Diaphysis จะมีแผ่นกระดูกอ่อนที่เป็น Hyaline cartilage กันอยู่เรียกว่า Epiphyseal plate ซึ่งมีความสำคัญ คือ เป็นบริเวณที่กระดูกอ่อนมีการแบ่งตัวได้และกระดูกอ่อนก็ถูกแทนที่ด้วยกระดูก (Bone) ทำให้กระดูกสามารถยาวขึ้นเรื่อย ๆ ในเด็กที่อยู่ในวัยเจริญเติบโต จนอายุประมาณ 20 ปี ในเพศหญิง และ อายุ 25 ปี ในเพศชาย อัตราการแบ่งตัวของกระดูกอ่อนเหล่านี้จะช้าลงและถูกแทนที่ด้วยกระดูกจนหมดในที่สุด บริเวณที่เคยเป็น Epiphyseal plate จะกลายเป็นเส้นบาง ๆ แบ่งระหว่าง Epiphysis กับ Diaphysis เรียกแนวนี้ว่า Epiphyseal line

กระดูกยาวหลาย ๆ ชนิดสามารถนำมาใช้ในการคาดคะเนความสูงได้เป็นอย่างดี โดยกระดูกที่นักวิทยาศาสตร์นิยมนำมาศึกษา และนำมาคาดคะเนความสูงของมนุษย์ได้แก่ กระดูกต้นขา(Femur) กระดูกหน้าแข้ง (Tibia) กระดูกต้นแขน (Humerus) กระดูกปลายแขนด้านใน (Ulna) กระดูกปลายแขนด้านนอก (Radius) และกระดูกนิ้วมือ นิ้วเท้า (Phalanges)

ส่วนที่ 5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับรอยฝ่าเท้า

เพศ[19] มีความหมายตรงกับภาษาอังกฤษว่า Sex ให้หมายถึงเพศที่กำหนดขึ้นโดยธรรมชาติและ เป็นข้อกำหนดทางสภาวะชีววิทยาซึ่งเปลี่ยนแปลงไม่ได้ เป็นตัวกำหนดบทบาทหน้าที่ให้เพศหญิง และเพศชายมีบทบาทหน้าที่ที่แตกต่างกัน เช่น มนุษย์ผู้หญิงตั้งครรภ์และคลอดบุตร มนุษย์เพศชายจะมีส่วนในการให้กำเนิดโดยเป็นผู้ผลิตอสุจิที่จะผสมกับไข่จากหญิงในการก่อกำเนิดทารก

การแตกต่างกระดูกโครงร่างระหว่างเพศชายและหญิง

จรัสพล รินทระ[20] ได้กล่าวไว้ว่าเนื่องจากปัจจัยทางด้านชีววิทยา เช่น อิทธิพลของฮอร์โมน และปัจจัยทางด้านกายภาพ เช่น การใช้แรงงาน ทำให้ลักษณะโครงร่างกระดูกของเพศชาย และหญิงมีลักษณะที่แตกต่างกันสามารถและสามารถนำมาระบุเพศได้

เมื่อศึกษาโครงร่างกระดูกมนุษย์ทั้งร่างกาย พบว่ากระดูกหลายชิ้นสามารถแยกความแตกต่างระหว่างเพศหญิงและชายได้ เช่น กระดูกเชิงกราน (pelvic bone) กะโหลกศีรษะ (skull) กระดูกไหปลาร้า (sternum) และกระดูกยาว (long bone) ส่วนกระดูกที่สามารถระบุเพศได้น่าเชื่อถือมากที่สุด คือ กะโหลกศีรษะและกระดูกเชิงกราน โดยกระดูกกะโหลกศีรษะที่นิยมนำมาพิจารณาในการแยกเพศได้แก่ กระดูกหน้าผาก (frontal bone) มีตำแหน่งที่แตกต่างกันชัดเจนระหว่างเพศชาย และเพศหญิง (ได้แก่ supraorbital ridge และ frontal bossing) กระดูกขมับ (temporal bone) (มีตำแหน่งที่แตกต่างกันที่นิยมนำมาเปรียบเทียบระหว่างสองเพศได้แก่ mastoid process และ zygomatic process length) กระดูกท้ายทอย (occipital bone) (ตำแหน่งที่มีความแตกต่างกันคือ external occipital protuberance) กระดูกขากรรไกรล่าง (mandible) (ตำแหน่งที่มีความแตกต่างกันคือ ramus และ รูปร่างของคาง)

ยังมีกระดูกชิ้นอื่นที่มีความสำคัญในการระบุเพศหรือประมาณอายุผู้ตายได้ในเชิงนิติวิทยาศาสตร์ และจะสามารถเพิ่มน้ำหนักที่จะยืนยันหรือระบุบุคคลได้ดียิ่งขึ้นหากได้ข้อมูลจากกระดูกหลาย ๆ ชิ้นประกอบกัน

ส่วนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การคาดคะเนความสูงจากกระดูกนิ้วเท้าและรอยฝ่าเท้า

ชฎานิษฐ์ มนูญผล[17] ทำการศึกษาความสัมพันธ์และการประมาณความสูงจากขนาดเท้า ในคนไทย จำนวน 630 คน เพศชายจำนวน 330 ราย เพศหญิงจำนวน 300 รายอายุระหว่าง 18-25 ปี โดยทำการวัดขนาดของเท้า ทั้งความยาวและความกว้างของเท้าด้วยแคลิเปอร์ชนิดเลื่อน พบว่า ค่าเฉลี่ยขนาดเท้าในเพศหญิงค่าเฉลี่ยขนาดเท้าข้างขวามีค่ามากกว่าข้างซ้ายเล็กน้อย (0.02 เซนติเมตร) ส่วนในเพศชายมีค่าเฉลี่ยความยาวเท้าข้างซ้ายเท่านั้นที่มีค่ามากกว่าข้างขวาเล็กน้อย (0.07 เซนติเมตร) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดของเท้าระหว่างเพศชายและหญิงพบว่ามีความแตกต่างระหว่างเพศและระหว่างเท้าทั้งสองข้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) จากผล การศึกษานี้ผู้วิจัยได้อนุมานว่าคนไทยมีความสูงประมาณ 7 เท่าของความยาวเท้า และ ชายไทยมี ความสูงประมาณ 17 เท่าของความกว้างเท้า ส่วนหญิงไทยมีความสูงประมาณ 18 เท่าของความ กว้างเท้า เมื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆกับความสูง พบในเพศชายความยาวฝ่า เท้าทั้งเท้าขวาและเท้าซ้ายมีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง ($r = 0.68$ และ $r = 0.70$) เช่นเดียวกับใน เพศหญิงที่พบความยาวฝ่าเท้าขวาและเท้าซ้ายมีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง ($r = 0.54$ และ $r = 0.53$) ในขณะที่ความกว้างฝ่าเท้าเพศชายทั้งเท้าขวาและเท้าซ้ายแสดงความสัมพันธ์ระดับต่ำกับความ สูง ($r = 0.27$ และ $r = 0.29$) เช่นเดียวกับในเพศหญิงที่พบความกว้างฝ่าเท้าขวาและเท้าซ้ายมี ความสัมพันธ์ระดับต่ำเช่นกัน ($r = 0.15$ และ $r = 0.16$) การศึกษาครั้งนี้สามารถสร้างสมการถดถอย เพื่อใช้พยากรณ์ ความสูงที่เหมาะสม ที่สุดคือ ความสูง = $82.234 + 3.430 \times \text{ความยาวเท้าเฉลี่ย}$ ของ ทั้ง 2 ข้าง สมการนี้

กาญจนา สุขาบุรณ์[7] ทำการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าเพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลจาก รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและทำการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันในท่ายืน เดินและวิ่ง ในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาเพศชายจำนวน 90 คน มีช่วงอายุระหว่าง 18 -25 ปี ทำการศึกษาโดยการ ทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าและพิจารณาลักษณะทางกายภาพด้วยวิธีการวัดความกว้าง (Width) ความยาว (Length) และมุม (Angle) วัดรอยฝ่าพิมพ์ฝ่าเท้าในรูปแบบต่างๆ ทั้งหมด 21 วิธี ในลักษณะท่า เคลื่อนไหวแบบยืน เดินและวิ่ง พบว่ารอยพิมพ์ฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะทางกายภาพที่ แตกต่างกัน อัตราการเกิดรูปแบบเท้าแบบ fibularis สูงที่สุด รองลงมาคือ tibialis และ intermediate ตามลำดับ และรอยพิมพ์ฝ่าเท้าทั้ง 180 ข้างไม่มีรอยพิมพ์ใดที่ทาบกันได้สนิท แสดงให้ เห็นว่ารอยฝ่าเท้าสามารถระบุเอกลักษณ์บุคคลได้ และรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เกิดจากการยืน เดินและวิ่ง แตกต่างกัน

อัจฉราภรณ์ วุฒิรักรังสรรค์และสุทัศน์ ดวงจิต[8] ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของความยาวเท้าในตำแหน่งต่างๆกับความสูงของบุคคลจากรอยพิมพ์เท้าเปล่า จากกลุ่มประชากรตัวอย่างจำนวน 500 คน เพศชาย 194 คน และเพศหญิง 306 คน อายุตั้งแต่ 18 ถึง 55 ปี ที่อาศัยอยู่ในภาคเหนือและภาคเหนือตอนล่าง โดยทำการวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้าง โดยวัดความยาวของนิ้วเท้าทั้ง 5 นิ้ว ความยาวสูงสุดของเส้นสัมผัสด้านในของปลายนิ้วเท้าที่ 1 (DLA) และความยาวสูงสุดของเส้นตั้งฉากกับเส้นฐานของสันเท้า (Lmax) ผลการศึกษาพบว่าในเพศชายมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่สูงสุดคือ 0.755 ซึ่งได้จากความยาวของนิ้วเท้านิ้วที่ 1 ข้างซ้าย (LL1) ในเพศหญิงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงที่สุดคือ 0.728 ซึ่งได้จากความยาวของเส้นสัมผัสนิ้วเท้าที่ 1 ข้างซ้าย สามารถสร้างสมการถดถอยสำหรับการประเมินความสูงในเพศชายคือ ความสูง = $61.347 + 4.526(LL1)$ ซม. และในเพศหญิงคือ ความสูง = $56.898 + 4.558(LDLA)$ ซม. ในกรณีที่ไม่มีจำแนกเพศสามารถหาความสูงได้จาก ความสูง = $46.883 + 5.040(LDLA)$ ซม.

L.M. Robbins[4] ได้ศึกษาเรื่องลักษณะเอกลักษณ์ของรอยฝ่าเท้ามนุษย์ ได้เริ่มศึกษาจากถ้าในสมัยก่อนประวัติศาสตร์แถบเมือง Kentucky ร่วมกับนักโบราณคดีในปี ค.ศ. 1972 พบรอยฝ่าเท้าที่แยกเป็นกลุ่มๆบนพื้นที่อดีตเคยเป็นโคลน บางรอยเท้าพบว่ารอยเท้าที่เป็นเส้นแข็งของชาวอินเดียแดง จึงทำการบันทึกและถ่ายภาพไว้เนื่องจากยังไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้เก็บรอยฝ่าเท้า จากการวิจัยดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการหาจำนวนคนจากลักษณะเฉพาะของรอยฝ่าเท้า นับเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษารอยฝ่าเท้าในมนุษย์เพื่อคาดคะเนลักษณะต่างๆ เช่น เพศ น้ำหนัก ความสูง ในบุคคลตามมา

Robert B. Kennedy[17] ได้ศึกษาวิจัยลักษณะเฉพาะของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าและความเป็นไปได้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล โดยการศึกษาคุณลักษณะของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของอาสาสมัครจำนวน 4,000 รอย โดยวิธีการวัด 19 วิธีและใช้วิธีการทาบบรอยฝ่าเท้า โดยได้มีการสร้างฐานข้อมูลในการศึกษาเปรียบเทียบด้วย พบว่ารอยพิมพ์ฝ่าเท้าโดยส่วนมากแทบกันไม่สนิท แต่มีเพียงบางรอยที่สามารถแทบกันได้สนิททั้งแม่ไมโซรอยเท้าอันเดียวกัน แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยได้อธิบายว่าความผิดพลาดอาจเกิดจากวิธีการทาบบรอยวัดที่ใช้ในการศึกษาที่หยาบเกินไป ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างกันของคุณลักษณะของรอยเท้าในแต่ละบุคคลและสามารถนำไปใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้ได้ถูกนำมาอ้างอิงในการศึกษาต่อมา

Kewal Krishan[6] ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวฝ่าเท้ากับความสูงของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของชนกลุ่ม Gujjars เพศชาย จำนวน 1,040 คน ที่มีช่วงอายุระหว่าง 18 – 30 ปี รอยฝ่าเท้าและเส้นขอบร่างฝ่าเท้าทั้งสองข้างของแต่ละบุคคลจะใช้วิธีการวัด 10 และ 8 วิธีตามลำดับ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเส้น T-2 (เส้นความยาวที่ลากจากสันเท้าถึงปลายนิ้วชี้เท้า) กับ

เส้น T-5 (เส้นความยาวที่ลากจากสันเท้าถึงปลายนิ้วก้อยเท้า) และ เส้น T-1 (เส้นความยาวที่ลากจากสันเท้าถึงปลายนิ้วโป้งเท้า), เส้น T-4 (เส้นความยาวที่ลากจากสันเท้าถึงปลายนิ้วนางเท้า) กับส่วน bread of ball (ความกว้างของฝ่าเท้า) ของเส้นขอบร่างฝ่าเท้ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบระหว่างเท้าทั้งสองข้าง อีกทั้งยังแสดงความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความสูงของบุคคลกับการวัดความยาวฝ่าเท้าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ($P < 0.001$ และ 0.01)

จะเห็นได้ว่าการศึกษานี้ได้แสดงความสัมพันธ์อย่างสูงระหว่างความสูงของบุคคลกับความยาวของเท้า ด้วยวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าที่ถูกใช้ในการศึกษานี้ ($0.82 - 0.87$) การวิเคราะห์เชิงถดถอยพบว่ามีความผิดพลาดในการประมาณความสูงที่ต่ำ ดังนั้นสมการถดถอยที่สร้างจากการศึกษานี้มีความแม่นยำในการประมาณความสูงของบุคคล

การคาดคะเนเพศจากกระดูกนิ้วเท้าและรอยฝ่าเท้า

มนิรัตน์ ปัจฉิมะศิริ[21] ศึกษาขนาดเท้าของคนงานไทยในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขนาดรอยเท้าของคนไทยได้แก่ การวัดเปรียบเทียบและแบ่งประเภทจากกลุ่มตัวอย่างคนงานไทยในอุตสาหกรรมจำนวน 1, 007 คน เป็นชาย 489 คนและเป็นหญิง 518 คน กำหนดจุดอ้างอิง 9 จุดและวัด 32 สัดส่วน โดยใช้สายวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ ผลการศึกษารูปได้ว่าขนาดเท้าของชายโตกว่าหญิงในทุกสัดส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถแบ่งประเภทเท้าได้ 4 ประเภท คือ เท้าสั้นป้อม เท้าเรียวยาว เท้าเล็กและเท้าใหญ่

Hilmi Ozden และคณะ[4] ทำการหาความสัมพันธ์และประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากรอยฝ่าเท้าและขนาดรองเท้า โดยวัดทั้งความยาวและความกว้าง จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 569 คน เพศชาย 294 คนและเพศหญิง 275 คน อายุมากกว่า 19 ปี พบว่ามีความสัมพันธ์ที่สูงสุดระหว่างความสูงของบุคคลกับความยาวของรอยฝ่าเท้าและความยาวรองเท้าทั้งชายและหญิง โดยสามารถสร้างสมการความสูงได้ดังนี้คือ เท้าขวา, ความสูง = $47.93 + 1.083$ (ความยาวรอยฝ่าเท้าสูงสุด) + 0.788 (ความยาวรองเท้า) 1.813 (เบอร์รองเท้า) และเท้าซ้าย, ความสูง = $47.33 + 1.139$ (ความยาวรอยฝ่าเท้าสูงสุด) + 0.593 (ความยาวรองเท้า) - 1.924 (เบอร์รองเท้า) ในขณะเดียวกันพบความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสูงระหว่างความยาวของรอยฝ่าเท้าและรองเท้ากับเพศอีกด้วย

Gulsah Zeybek, Ipek Ergur และ Zehra Demiroglu[22] ในปี 2008 ทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณความสูงและเพศจากการวัดขนาดของเท้า โดยวัดความยาว ความกว้าง ความสูงของกระดูก malleol และความสูงของกระดูก navicular จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 249 คน ผลการศึกษพบว่าเพศชายมีความสูงและขนาดของเท้าใหญ่กว่าเพศหญิง พบความสัมพันธ์ที่สูงมากระหว่างความยาวฝ่าเท้าทั้งซ้ายและขวากับความสูง แต่พบความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบ

ความกว้างของเท้า และยังพบว่าเมื่อสร้างสมการความสูงโดยใช้เพศในการคำนวณร่วมด้วย จะมีความผิดพลาดในการประมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการประมาณความสูงโดยใช้ความยาวฝ่าเท้าอย่างเดียว (ความผิดพลาดในการประมาณเมื่อใช้เพศร่วมด้วยเท่ากับ 4 เซนติเมตร ขณะที่ใช้ความสูงเพียงอย่างเดียวมีความผิดพลาดในการประมาณเท่ากับ 9-10 เซนติเมตร) การทำนายเพศในการศึกษาครั้งนี้มีความแม่นยำถึง 95.6% สำหรับเท้าขวาและ 96.4% ในเท้าซ้าย การศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าสามารถประมาณความสูงและเพศได้จากการวัดขนาดเท้า

จากการทบทวนวรรณกรรมจะเห็นได้ว่ารอยฝ่าเท้ามีความสัมพันธ์กับความสูงและเพศของบุคคล อีกทั้งยังสามารถคาดคะเนทั้งความสูงและเพศได้โดยการวัดรอยฝ่าเท้า แต่ทั้งนี้ในประเทศไทย ยังไม่มีการวัดรอยฝ่าเท้าเพื่อใช้ในการหาความสัมพันธ์หรือคาดคะเนทั้งความสูงและเพศ ดังนั้นการศึกษานี้จึงสนใจทำการหาความสัมพันธ์และคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรในประเทศไทย ทั้งนี้เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรอยฝ่าเท้าและเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสืบสวนสอบสวนเชิงนิติวิทยาศาสตร์ในไทยต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

หัวข้อวิจัยเรื่อง การคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยฝ่าเท้า เป็นการวิจัย ทดลองเชิงปริมาณ (Quantitative Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดคะเนความสูงและทำนายเพศ ของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าเปล่าที่ได้จากทำขึ้น โดยทำการวัดตัวแปรสำคัญ 4 ตัวแปร คือ ความ ยาวฝ่าเท้าซ้าย ความยาวฝ่าเท้าขวา ความกว้างฝ่าเท้าซ้ายและความกว้างฝ่าเท้าขวา โดยมีขั้นตอน ดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากรเป้าหมาย คือ ผู้มีเชื้อชาติไทย ที่มีช่วงอายุระหว่าง 18 – 55 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุที่ร่างกายและกระดูกเจริญเติบโตเต็มที่และไม่ใช่วัยสูงอายุที่มีการเสื่อมของ กระดูก ซึ่งจะทำให้เกิดรอยฝ่าเท้าที่มีลักษณะสมบูรณ์ [23] โดยใช้การสุ่มแบบจำเพาะเจาะจง เนื่องจากผู้วิจัยสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ง่ายและกลุ่มตัวอย่างให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีจาก จังหวัดอุดรดิตถ์และจังหวัดแพร่ จำนวน 200 คน แบ่งเป็นเพศชาย 100 คนและ เพศหญิง 100 คน

สถานที่เก็บข้อมูล

1. โรงพยาบาลตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์
2. สถานีรถไฟ จังหวัดอุดรดิตถ์
3. อำเภอพิชัย จังหวัดอุดรดิตถ์
4. อำเภอร่องกวาง จังหวัดแพร่

แม้กลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัยนี้แม้จะมีความหลากหลายหลายด้านประชากรที่จะเป็น ตัวแทนภาคต่างๆ ซึ่งแม้ว่าลักษณะความหลากหลายทางด้านภูมิถิ่นที่ตั้งก่อให้เกิดความแตกต่าง ทางด้านสภาพการดำเนินชีวิต ภาวะโภชนาการ หรืออาจมีความแตกต่างทางด้านพันธุกรรมของ กลุ่มตัวอย่างในแต่ละภูมิภาค โดยปัจจัยเหล่านี้อาจเป็นผลทำให้เกิดความแตกต่างในเรื่องของ ส่วนสูงหรือสัดส่วนร่างกายส่วนอื่น ๆ ซึ่งอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการสร้างสมการเพื่อ ทำนายส่วนสูงของประชากรไทย แต่ในความเป็นจริงเนื่องจากมีปัจจัยภายนอก เช่น ในการย้ายถิ่นฐาน ของประชากร หรือการแต่งงานกันของประชากรต่างภูมิภาค ทำให้บุตรที่เกิดมาไม่สามารถระบุ

ว่าเป็นประชากรภาคใดได้ชัดเจน ด้วยเหตุนี้ทางผู้วิจัยจึงเห็นว่าสามารถใช้กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มเก็บจากประชากรเขตภาคเหนือเพียงภาคเดียว

โดยกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมงานวิจัยในครั้งนี้อาศัยอยู่ในจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดแพร่ โดยส่วนมากคือ ผู้ที่มารับบริการ ณ หน่วยงานของผู้วิจัย (งานคลินิกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์) คิดเป็นร้อยละ 57

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ต้องการรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่มีลักษณะที่สมบูรณ์เท่านั้น ดังนั้นก่อนการเก็บตัวอย่างจึงต้องมีการกำหนดเกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออกของกลุ่มตัวอย่างที่จะเข้าร่วมงานวิจัย ดังนี้คือ

เกณฑ์การคัดเข้า

1. ผู้ที่อาศัยอยู่ในประเทศไทยและมีสัญชาติไทย อายุ 18-55 ปี
2. สามารถยืนได้โดยไม่ใช้เครื่องช่วยเดิน
3. ให้ความร่วมมือและสามารถเข้าร่วมการศึกษาได้ครบถ้วนสมบูรณ์
4. ไม่เคยได้รับการผ่าตัดบริเวณขาค้าง

เกณฑ์การคัดออก

1. ผู้ที่ใช้กายอุปกรณ์เทียมทั้งรยางค์แขนและรยางค์ขา (Orthosis or Prosthesis)
2. มีความผิดปกติอย่างอื่นร่วมทำให้มีปัญหาการทรงตัว เช่น ตาบอด, การบกพร่องการรับรู้ความรู้สึก, มึนงงหรือสับสน
3. มีลักษณะของรยางค์ขาที่ผิดปกติ เช่น เข่าโก่ง ขา 2 ข้างยาวไม่เท่ากัน
4. มีลักษณะของเท้าที่มีความพิการ ผิดปกติ หรือผิดปกติชัดเจน เช่น เท้าปุก (Club foot) นิ้วเท้างอ ขาด คดหรือ งอ

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการคัดเลือกผู้กลุ่มตัวอย่างที่จะเข้าร่วมงานวิจัยโดยใช้เกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออกที่กล่าวมาข้างต้น จากนั้นกรอกข้อมูลส่วนตัวกลุ่มตัวอย่างลงบนแบบบันทึกข้อมูล ได้แก่ ชื่อ – สกุล อายุ อาชีพ เชื้อชาติ สัญชาติ เพศ ที่อยู่ หลังจากซักประวัติและกรอกข้อมูลดังกล่าวแล้ว จะทำการวัดและเก็บข้อมูลสำคัญที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล กล่าวคือ น้ำหนักทำการวัดโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบหน้าจอตัวเลข (Digital screen) ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว ขณะที่ความสูงทำการวัดโดยใช้เครื่องชั่งคานสมดุล RGT-200 (ภาคผนวก ข)

จากนั้นชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนรายละเอียดของงานวิจัย และแนะนำวิธีการพิมพ์รอยฝ่าเท้าให้กลุ่มตัวอย่างให้เข้าใจก่อนโดยละเอียด พร้อมสาธิตวิธีการขึ้นหลักลิ้งหมึกลงบนฝ่าเท้าลงบนเท้าของกลุ่มตัวอย่าง โดยก่อนการทดสอบกลุ่มตัวอย่างต้องเซ็นใบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยด้วยทุกครั้ง

2. เตรียมพื้นที่ที่ใช้ในการพิมพ์รอยฝ่าเท้า โดยวางกระดาษขาวขนาดบาง (Flip chart) บนพื้นราบและอยู่ด้านหลังเก้าอี้ของกลุ่มตัวอย่าง ตัดเทปกาวยาวเพื่อป้องกันการปลิวและติดเทปกาวยับสนิทรหว่างหัวและท้ายกระดาษกับพื้น เพื่อป้องกันไม่ให้กระดาษเคลื่อนระหว่างการขึ้นทดสอบ

3. กลุ่มตัวอย่างทำความสะอาดเท้าของตนเองโดยใช้สบู่และน้ำ แล้วใช้ผ้าเช็ดอีกครั้งจนแห้งก่อนนั่งบนเก้าอี้ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้

4. กลุ่มตัวอย่างฝึกขึ้นบนกระดาษ Flip chart โดยยังไม่กลิ้งหมึกบนฝ่าเท้า เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกคุ้นเคย แล้วจึงเริ่มการทดสอบจริง

5. ให้กลุ่มตัวอย่างวางเท้าลงบนแท่นพิมพ์ที่ละข้างโดยลงน้ำหนักเล็กน้อย จากนั้นใช้ลูกกลิ้งยาง กลิ้งหมึกบนฝ่าเท้ากลุ่มตัวอย่างซ้ำอีกครั้งหนึ่งบนเท้าทั้งเท้าซ้ายและขวาจากฝ่าเท้าด้านในไปยังฝ่าเท้าด้านนอก จากส่วนสันเท้าไปสู่ปลายนิ้วทั้งห้าจนหมึกทั่วเสมอกันทั้งฝ่าเท้า

6. ให้กลุ่มตัวอย่างลุกขึ้นยืนตรงบนกระดาษ Flip chart ที่เตรียมไว้ แล้วนำกระดาษที่พิมพ์เสร็จแล้วพมให้แห้ง บันทึกชื่อ – สกุล บนหัวกระดาษที่ทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้รอยพิมพ์ฝ่าเท้าแล้ว จากนั้นผู้วิจัยจะทำการกำหนดตำแหน่งอ้างอิงและเส้นที่จะใช้ในการวิเคราะห์ 2 เส้น โดยใช้วิธีการวัดด้วยไม้บรรทัดในการหาจุดอ้างอิงและเส้นอ้างอิงในการวัดรอยฝ่าเท้าเพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำในการวัด ก่อนนำข้อมูลที่ได้ไปวัดระยะและวิเคราะห์ตัวแปรดังนี้

วิธีกำหนดจุดอ้างอิง

1. ตำแหน่งจุดกึ่งกลางส่วนโค้งสันเท้า (ptermion; pte) กำหนดจุดต่ำสุดของสันเท้าให้ตั้งฉากกับแกนของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า และเส้นสัมผัสที่ตั้งฉากกับแกนเท้าคือ เส้น base line (BL) จุดสัมผัสคือ ptermion นั่นเอง

2. ตำแหน่งจุดปลายสุดของนิ้วแต่ละนิ้ว

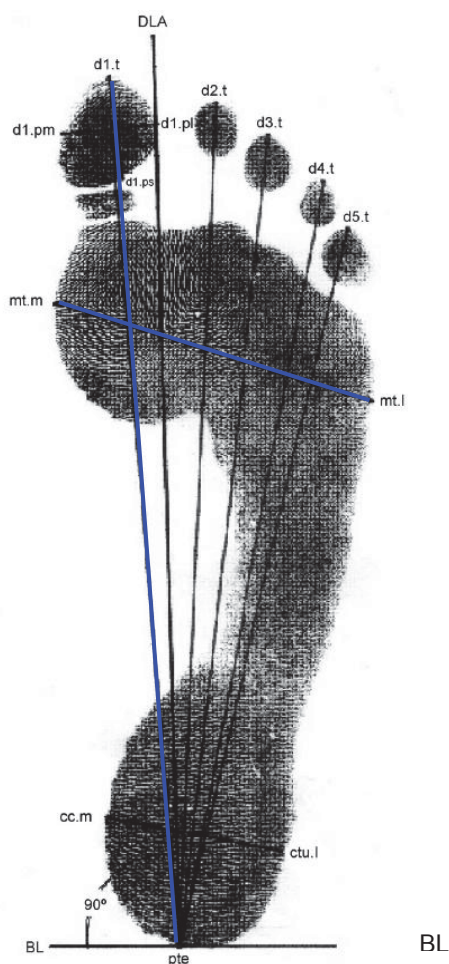
3. ตำแหน่งนูนที่สุดของฝ่าเท้าด้านนอก (lateral metatarsal point; mt.l) คือจุดนอกสุดของ metatarsophalangeal joint

4. ตำแหน่งเว้าที่สุดของฝ่าเท้าด้านใน (medial metatarsal point; mt.m) คือจุดในสุดของ metatarsophalangeal joint

วิธีวัดความยาวรอยฝ่าเท้า

1. ความยาวฝ่าเท้า (Foot length) คือความยาวสูงสุดของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า ทำการวัดโดยลากเส้นตรงจากจุดกึ่งกลางส้นเท้า (pte) ให้สัมผัสกับจุดปลายสุดของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า (ซึ่งอาจเป็นนิ้วโป้งหรือนิ้วชี้)

2. ความกว้างฝ่าเท้า (Foot width) คือความกว้างสูงสุดของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า ทำการวัดโดยลากเส้นจากฝ่าเท้าด้านนอกสุด (mt.l) คือจุดนูนที่สุดของฝ่าเท้าด้านนอกของ metatarsophalangeal joint ถึงฝ่าเท้าด้านในสุด (mt.m) คือจุดโค้งเว้าในสุดของ metatarsophalangeal joint



รูปที่ 40 การวัดความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้า

3. นำค่าอายุ น้ำหนัก ความสูง ความยาวและความกว้างรอยพิมพ์ฝ่าเท้า ที่รวบรวมได้ทั้งหมด มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ค่าต่ำสุด สูงสุด

3.2 ค่าเฉลี่ย

3.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

Karl Pearson's correlation coefficients ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวและความกว้างจากวิธีการวัดรอยฝ่าเท้ากับความสูง

Spearman's correlation coefficients ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวและความกว้างจากวิธีการวัดรอยฝ่าเท้ากับเพศ

Regression analysis ใช้ในการสร้างสมการถดถอยในการคาดคะเนความสูงของบุคคลจากการวัดวิธีต่างๆทั้งรอยฝ่าเท้า

Logistic regression analysis ใช้ในการสร้างสมการถดถอยในการคาดคะเนเพศของบุคคลจากการวัดวิธีต่างๆทั้งรอยฝ่าเท้า

Independent student t – test ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากการวัดวิธีต่างๆของรอยฝ่าเท้าเพศชายเพศหญิง

Paired sample t – test ใช้ในการเปรียบเทียบความต่างค่าเฉลี่ยจากการวัดวิธีต่างๆทั้งรอยฝ่าเท้าของเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มเพศเดียวกัน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ซึ่งทำการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากการวัดขนาดของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณความสูงและทำนายเพศของบุคคลจากการวัดตัวแปรสำคัญจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้า 4 ตัวแปร คือ ความยาวฝ่าเท้าซ้าย (Left foot length) ความยาวฝ่าเท้าขวา (Right foot length) ความกว้างฝ่าเท้าซ้าย (Left foot width) และความกว้างฝ่าเท้าขวา (Right foot width) จากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าเปล่าที่ได้จากท่าทางการยืน ในกลุ่มประชากรเชื้อชาติไทย มีช่วงอายุระหว่าง 18 – 55 ปี (ซึ่งเป็นช่วงอายุที่โครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูกมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์เต็มที่และยังไม่เกิดภาวะเสื่อม) จำนวน 200 คน เป็นเพศชาย 100 คนและเพศหญิง 100 คน ซึ่งมีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดอุดรธานีและจังหวัดแพร่

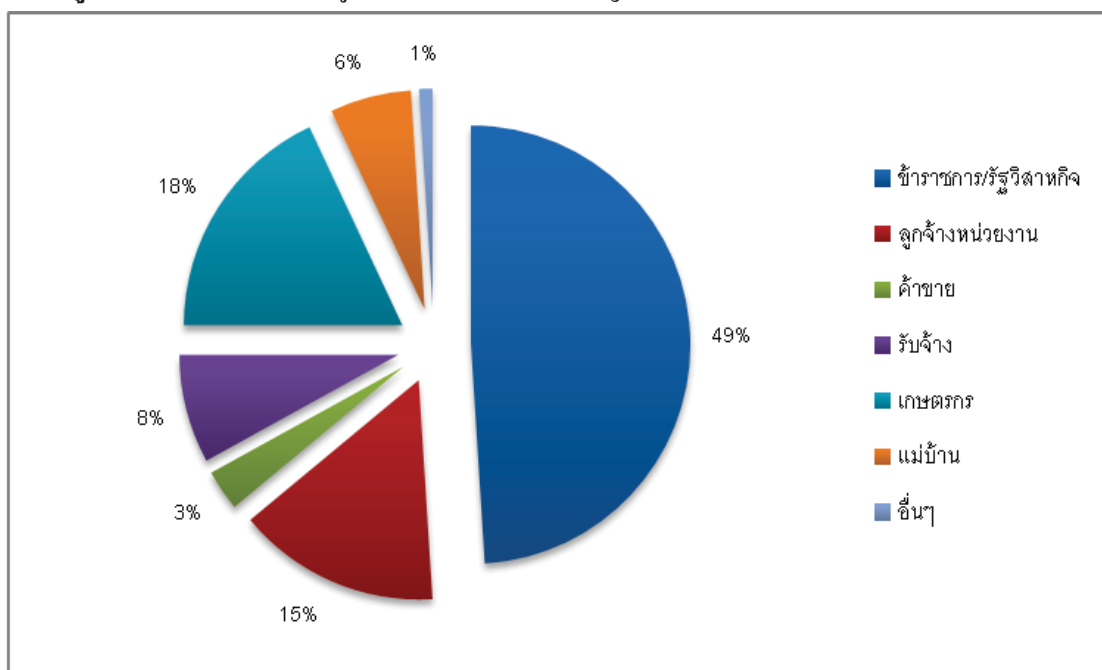
ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการศึกษา ทั้งสองกลุ่มอันได้แก่ อายุ ความสูง น้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลทั่วไประหว่างกลุ่มเพศชายและกลุ่มเพศหญิงโดยใช้สถิติ Independent student t-test ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า อายุเฉลี่ยอายุเพศชายเท่ากับ 40.12 ± 10.73 ปีและในเพศหญิงเท่ากับ 40.47 ± 8.81 ปี และทั้งสองกลุ่มมีค่าอายุเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($t = 6.098, p = 0.829$)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักและความสูง พบว่าเพศชายมีน้ำหนักและความสูงมากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 3.159, p < 0.001; t = 0.021, p < 0.001$ ตามลำดับ) โดยค่าเฉลี่ยน้ำหนักเพศชายคือ 67.23 ± 12.04 กิโลกรัมและค่าเฉลี่ยความสูงเพศชาย 167.38 ± 5.64 เซนติเมตร ในขณะที่กลุ่มเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 59.84 ± 11.82 กิโลกรัมและค่าเฉลี่ยความสูง 155.52 ± 4.71 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 1

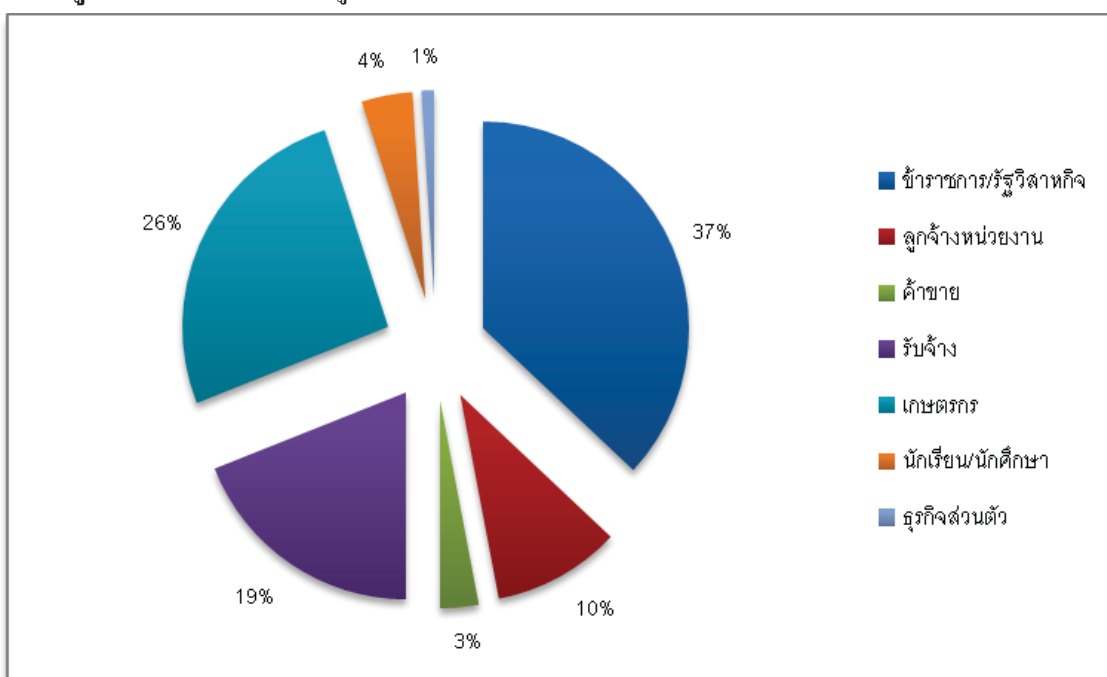
เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลด้านอาชีพของผู้เข้าร่วมการศึกษาที่ได้จากแบบสอบถาม ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าทั้งในเพศชายและเพศหญิงมีกลุ่มอาชีพที่คล้ายคลึงกัน โดยพบว่ากลุ่มอาชีพที่เข้าร่วมการศึกษานี้มากที่สุดคือ กลุ่มข้าราชการและรัฐวิสาหกิจ ในเพศหญิงกลุ่มข้าราชการและรัฐวิสาหกิจ คิดเป็น 49 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเกษตรกร คิดเป็น 18 เปอร์เซ็นต์ อันดับสามคือลูกจ้างหน่วยงาน คิดเป็น 15 เปอร์เซ็นต์ (ดังแสดงแผนภูมิที่ 2) ขณะที่เพศชายกลุ่มข้าราชการและ

รัฐวิสาหกิจ คิดเป็น 37 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เกษตรกร คิดเป็น 26 เปอร์เซ็นต์ อันดับสามคือ รับจ้างทั่วไป คิดเป็น 19 เปอร์เซ็นต์ (ดังแสดงแผนภูมิที่ 3)

แผนภูมิที่ 2 แสดงอาชีพของผู้ร่วมการศึกษาในเพศหญิง (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)



แผนภูมิที่ 3 แสดงอาชีพของผู้ร่วมการศึกษาในเพศชาย (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)



ตัวแปรที่สำคัญที่ได้จากการวัดขนาดของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในการศึกษาครั้งนี้ 4 ตัวแปร ได้แก่ ความยาวฝ่าเท้าซ้าย ความยาวฝ่าเท้าขวา ความกว้างฝ่าเท้าซ้าย และความกว้างฝ่าเท้าขวา เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเพศชายและเพศหญิง พบว่าค่าเฉลี่ยความยาวฝ่าเท้ากลุ่มเพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งเท้าซ้ายและขวา ($t = 3.985, p < 0.001$ c และ $t = 8.058, p < 0.001$ ตามลำดับ) โดยค่าเฉลี่ยความยาวฝ่าเท้าซ้ายในเพศชายเท่ากับ 23.87 ± 1.04 เซนติเมตร ขณะที่ค่าเฉลี่ยความยาวฝ่าเท้าซ้ายเพศหญิงเท่ากับ 22.28 ± 0.84 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยความยาวฝ่าเท้าขวาในเพศชาย 23.87 ± 1.02 เซนติเมตร ขณะที่ค่าเฉลี่ยความยาวฝ่าเท้าขวาในเพศหญิงเท่ากับ 22.22 ± 0.82 เซนติเมตร

เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยความกว้างฝ่าเท้าที่พบว่าในกลุ่มเพศชายมีค่ามากกว่ากลุ่มเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวา ($t = 2.616, p < 0.001$ และ $t = 0.137, p < 0.001$ ตามลำดับ) โดยค่าเฉลี่ยความกว้างฝ่าเท้าซ้ายในเพศชายเท่ากับ 9.56 ± 0.46 เซนติเมตร ขณะที่ค่าเฉลี่ยความกว้างฝ่าเท้าซ้ายเพศหญิงเท่ากับ 8.86 ± 0.56 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยความกว้างฝ่าเท้าขวาในเพศชาย 9.52 ± 0.48 เซนติเมตร ขณะที่ค่าเฉลี่ยความกว้างฝ่าเท้าขวาในเพศหญิงเท่ากับ 8.86 ± 0.52 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า t -value ค่า p -value ข้อมูลทั่วไปของผู้ร่วมการศึกษา

ข้อมูลทั่วไป	กลุ่ม	Average $\pm$ S.D.		t -value	p -value
		เพศชาย (จำนวน 100 คน)	เพศหญิง (จำนวน 100 คน)		
อายุ (ปี)		40.12 ± 10.73	40.47 ± 8.81	6.098	0.829
น้ำหนัก (กิโลกรัม)		67.23 ± 12.04	59.84 ± 11.82	3.159	0.000*
ความสูง (เซนติเมตร)		167.38 ± 5.64	155.52 ± 4.71	0.021	0.000*
ความยาวฝ่าเท้าซ้าย (เซนติเมตร)		23.87 ± 1.04	22.28 ± 0.84	3.985	0.000*
ความยาวฝ่าเท้าขวา (เซนติเมตร)		23.87 ± 1.02	22.22 ± 0.82	8.058	0.000*
ความกว้างฝ่าเท้าซ้าย (เซนติเมตร)		9.56 ± 0.46	8.86 ± 0.56	2.616	0.000*
ความกว้างฝ่าเท้าขวา (เซนติเมตร)		9.52 ± 0.48	8.86 ± 0.52	0.137	0.000*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรที่ได้จากการวัดขนาดรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ความยาวฝ่าเท้าซ้าย ความยาวฝ่าเท้าขวา ความกว้างฝ่าเท้าซ้าย และความกว้างฝ่าเท้าขวา ระหว่างเท้าซ้ายและขวาในกลุ่มเพศเดียวกันโดยใช้สถิติ Paired sample t-test พบว่ามีเพียงค่าเฉลี่ยความยาวฝ่าเท้าในเพศหญิงเท่านั้นที่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 2.446, p = 0.16$) โดยพบว่าค่าผลต่างระหว่างความยาวฝ่าเท้าซ้ายมีค่ามากกว่าความยาวฝ่าเท้าขวา 0.0650 ± 0.2653 เซนติเมตร ขณะที่ค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความกว้างฝ่าเท้าในกลุ่มเพศหญิงเท่ากับ 0.0065 ± 0.2554 เซนติเมตร และไม่พบความแตกต่างกันระหว่างเท้าซ้ายและเท้าขวา ($t = 0.254, p = 0.800$)

เช่นเดียวกับความยาวและความกว้างฝ่าเท้าในกลุ่มเพศชาย ที่พบว่าค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความยาวฝ่าเท้าระหว่างเท้าซ้ายและเท้าขวาเท่ากับ 0.0005 ± 0.3619 เซนติเมตร และค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความกว้างฝ่าเท้าเท่ากับ 0.0425 ± 0.2631 เซนติเมตร และไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองตัวแปร ($t = -0.014, p = 0.989$ และ $t = 1.615, p = 0.110$ ตามลำดับ)

และเมื่อเปรียบเทียบความยาวและความกว้างของฝ่าเท้าทั้งสองข้างในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ระบุเพศ พบว่าค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($t = 1.433, p = 0.153$ และ $t = 1.336, p = 0.183$ ตามลำดับ) โดยค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความยาวฝ่าเท้าในกลุ่มระบุไม่เพศเท่ากับ 0.0322 ± 0.3182 เซนติเมตร ขณะที่ค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความกว้างฝ่าเท้าในกลุ่มไม่ระบุเพศเท่ากับ 0.0245 ± 0.2593 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า t -value และค่า p -value เปรียบเทียบระหว่างเท้าทั้งสองข้างในกลุ่มเพศเดียวกัน

ตัวแปร	Mean difference $\pm$ S.D.	t -value	p -value
ความยาวฝ่าเท้าซ้าย (เซนติเมตร)	0.0005 ± 0.3619	-0.014	0.989
ความกว้างฝ่าเท้าซ้าย (เซนติเมตร)	0.0425 ± 0.2631	1.615	0.110
ความยาวฝ่าเท้าหญิง (เซนติเมตร)	0.0650 ± 0.2653	2.449	0.016*
ความกว้างฝ่าเท้าหญิง (เซนติเมตร)	0.0065 ± 0.2554	0.254	0.800
ความยาวฝ่าเท้าไม่ระบุเพศ (เซนติเมตร)	0.0322 ± 0.3182	1.433	0.153
ความกว้างฝ่าเท้าไม่ระบุเพศ (เซนติเมตร)	0.0245 ± 0.2593	1.336	0.183

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 4 ตัวแปรในการศึกษาครั้งนี้กับความสูง วิเคราะห์โดยใช้สถิติ Karl Pearson's correlation coefficients ในกลุ่มเพศชายพบว่าความยาวฝ่าเท้าทั้งซ้ายและขวาแสดงความสัมพันธ์ในระดับสูงกับความสูง ($r = 0.745$ และ $r = 0.738$ ตามลำดับ) ขณะที่ความกว้างฝ่าเท้าทั้งซ้ายและขวามีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ ($r = 0.338$ และ $r = 0.465$ ตามลำดับ)

ในกลุ่มเพศหญิงความยาวฝ่าเท้าซ้ายมีความสัมพันธ์ในระดับที่สูงกับความสูง ($r = 0.718$) ขณะที่ความยาวฝ่าเท้าขวามีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง $r = 0.689$) ในส่วนของความกว้างฝ่าเท้าทั้งซ้ายและขวานั้นมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำกับความสูงเช่นเดียวกับในกลุ่มเพศชาย ($r = 0.420$ และ $r = 0.331$)

เมื่อศึกษารอยฝ่าเท้าโดยไม่ระบุเพศ พบว่าความยาวฝ่าเท้าทั้งซ้ายและขวามีความสัมพันธ์กันในระดับสูงกับความสูง ($r = 0.855$ และ $r = 0.853$) ขณะที่ความกว้างฝ่าเท้าทั้งซ้ายและขวามีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางกับความสูง ($r = 0.629$ และ $r = 0.633$)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่สูงสุดคือ 0.745 ซึ่งได้จากความยาวฝ่าเท้าข้างซ้ายในกลุ่มเพศชาย ขณะที่ในเพศหญิงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดคือ 0.718 ที่ได้จากความยาวฝ่าเท้าข้างซ้ายเช่นเดียวกัน หากไม่จำแนกเพศพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดคือ ความยาวฝ่าเท้าข้างซ้าย = 0.855 ซึ่งจะสังเกตได้ในการศึกษานี้ว่า ทั้งในกลุ่มเพศชาย เพศหญิงและกลุ่มไม่ระบุเพศ พบผลการศึกษาที่เหมือนกันกล่าวคือ ความยาวฝ่าเท้าข้างซ้ายนั้นแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดกับความสูง ทั้ง 3 กลุ่ม ดังที่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าการวัดตำแหน่งต่าง ๆ ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้ากับส่วนสูง

ตัวแปร \ กลุ่ม	r		
	ชาย	หญิง	ไม่ระบุเพศ
ความยาวฝ่าเท้าซ้าย (เซนติเมตร)	0.745 ^{***}	0.718 ^{***}	0.855 ^{***}
ความยาวฝ่าเท้าขวา (เซนติเมตร)	0.738 ^{***}	0.679 ^{**}	0.853 ^{***}
ความกว้างฝ่าเท้าซ้าย (เซนติเมตร)	0.338 [*]	0.420 [*]	0.629 ^{**}
ความกว้างฝ่าเท้าขวา (เซนติเมตร)	0.465 [*]	0.331 [*]	0.633 ^{**}

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อวิเคราะห์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของค่าการวัดตำแหน่งต่าง ๆ ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้ากับความสูง จะพบว่าความยาวฝ่าเท้าทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวานั้นส่วนมากแสดงความสัมพันธ์ที่สูงกับความสูงของบุคคล ทั้งกลุ่มเพศชาย เพศหญิง และกลุ่มไม่ระบุเพศ ยกเว้นความยาวฝ่าเท้าขวาในกลุ่มเพศหญิงที่แสดงความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่ความกว้างฝ่าเท้าทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวาส่งส่วนมากแสดงความสัมพันธ์ที่ต่ำกับความสูงของบุคคล ทั้งเพศชายและเพศหญิง ขณะที่กลุ่มไม่ระบุเพศแสดงความสัมพันธ์ระดับปานกลางทั้งเท้าซ้ายและขวา ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าความยาวฝ่าเท้าสามารถนำมาใช้เป็นตัวคาดคะเนส่วนสูงได้เป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดความแม่นยำสูงสุดในการประมาณหรือทำนาย คือ ค่าการวัดในตำแหน่งที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในแต่ละข้าง แต่ทั้งนี้พบว่ามีความแตกต่างระหว่างความยาวฝ่าเท้าทั้งสองข้าง ผู้วิจัยจึงได้สร้างสมการคาดคะเนความสูงโดยแยกเป็นสมการของเท้าซ้ายและเท้าขวา ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis)

อีกทั้งในการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุแต่ละครั้ง หากตรวจพบหลักฐานประเภทรอยฝ่าเท้าแล้ว ทั้งนี้หากเจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐานยังไม่มี ความชำนาญในเรื่องการจำแนกรอยพิมพ์ฝ่าเท้า ก็จะไม่สามารถวิเคราะห์แยกได้ว่าเป็นรอยฝ่าเท้าของหญิงหรือชาย ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความแตกต่างทางด้านโครงสร้างร่างกายส่วนต่าง ๆ ระหว่างเพศชายและเพศหญิง จึงได้สร้างสมการจำแนกตามเพศและไม่ระบุเพศ เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้สมการไปใช้ในสถานการณ์จริงที่เหมาะสม ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สมการถดถอยในการประมาณค่าความสูงในแต่ละกลุ่มประชากร

กลุ่ม	สมการประมาณความสูง	
	ซ้าย	ขวา
ชาย	Stature = $71.192 + 4.029(\text{Lt. foot length}) \pm 3.778$	Stature = $70.133 + 4.083(\text{Rt. foot length}) \pm 3.823$
หญิง	Stature = $65.755 + 4.029(\text{Lt. foot length}) \pm 3.291$	Stature = $68.675 + 3.909(\text{Rt. foot length}) \pm 3.476$
ไม่ระบุเพศ	Stature = $35.585 + 5.454(\text{Lt. foot length}) \pm 4.097$	Stature = $36.598 + 5.418(\text{Rt. foot length}) \pm 4.124$
ไม่ระบุเพศ	Stature = $33.964 + 2.966(\text{Lt. foot length}) + 2.562(\text{Rt. foot length}) \pm 5.366$	

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) ของสมการคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าซ้ายของเพศชาย พบว่า ความยาวฝ่าเท้าซ้ายมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับความสูงจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสามารถสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นสำหรับคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าซ้ายพร้อมทั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า (Standard error of estimation) ได้ดังนี้

$$\text{Stature} = 71.192 + 4.029(\text{Lt. foot length}) \pm 3.778 \dots \dots \dots (1)$$

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น พบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าเท่ากับ 3.778 เซนติเมตร หมายความว่า ความแปรปรวนของความสูงจริงที่แตกต่างไปจากความสูงจากการคาดคะเนมีค่าเท่ากับ 3.778 เซนติเมตร อีกทั้งยังพบว่าสมการถดถอยมีค่า $R^2 = 0.555$ หรือ 55.5 % หมายความว่า ตัวแปรอิสระ (ความยาวฝ่าเท้าซ้าย) ที่อยู่ในสมการถดถอยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (ความสูง) 55.5 % ที่เหลืออีก 44.5 % เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) ของสมการคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าขวาของเพศชาย พบว่า ความยาวฝ่าเท้าขวามีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับความสูงจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสามารถสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นสำหรับคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าขวาพร้อมทั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า (Standard error of estimation) ได้ดังนี้

$$\text{Stature} = 70.133 + 4.083(\text{Rt. foot length}) \pm 3.823 \dots \dots \dots (2)$$

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น พบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าเท่ากับ 3.823 เซนติเมตร หมายความว่า ความแปรปรวนของความสูงจริงที่แตกต่างไปจากความสูงจากการคาดคะเนมีค่าเท่ากับ 3.823 เซนติเมตร อีกทั้งยังพบว่าสมการถดถอยมีค่า $R^2 = 0.544$ หรือ 54.4 % หมายความว่า ตัวแปรอิสระ (ความยาวฝ่าเท้าขวา) ที่อยู่ในสมการถดถอยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (ความสูง) 54.4 % ที่เหลืออีก 45.6 % เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) ของสมการคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าซ้ายของเพศหญิง พบว่า ความยาวฝ่าเท้าซ้ายมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับความสูงจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสามารถสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นสำหรับคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าซ้ายพร้อมทั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า (Standard error of estimation) ได้ดังนี้

$$\text{Stature} = 65.755 + 4.029(\text{Lt. foot length}) \pm 3.291 \dots \dots \dots (3)$$

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น พบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าเท่ากับ 3.291 เซนติเมตร หมายความว่า ความแปรปรวนของความจริงที่แตกต่างไปจากความสูงจากการคาดคะเนมีค่าเท่ากับ 3.291 เซนติเมตร อีกทั้งยังพบว่าสมการถดถอยมีค่า $R^2 = 0.516$ หรือ 51.6 % หมายความว่า ตัวแปรอิสระ (ความยาวฝ่าเท้าซ้าย) ที่อยู่ในสมการถดถอยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (ความสูง) 51.6 % ที่เหลืออีก 48.4 % เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) ของสมการคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าขวาของเพศหญิง พบว่า ความยาวฝ่าเท้าขวามีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับความสูงจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสามารถสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นสำหรับคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าขวาพร้อมทั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า (Standard error of estimation) ได้ดังนี้

$$\text{Stature} = 68.675 + 3.909(\text{Rt. foot length}) \pm 3.476 \dots \dots \dots (4)$$

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น พบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าเท่ากับ 3.476 เซนติเมตร หมายความว่า ความแปรปรวนของความจริงที่แตกต่างไปจากความสูงจากการคาดคะเนมีค่าเท่ากับ 3.476 เซนติเมตร อีกทั้งยังพบว่าสมการถดถอยมีค่า $R^2 = 0.460$ หรือ 46.0 % หมายความว่า ตัวแปรอิสระ (ความยาวฝ่าเท้าขวา) ที่อยู่ในสมการถดถอยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (ความสูง) 46.0 % ที่เหลืออีก 54.0 % เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) ของสมการคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าซ้ายของกลุ่มไม่ระบุเพศ พบว่า ความยาวฝ่าเท้าซ้ายมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับความสูงจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสามารถสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นสำหรับคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าซ้ายพร้อมทั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า (Standard error of estimation) ได้ดังนี้

$$\text{Stature} = 35.585 + 5.454(\text{Lt. foot length}) \pm 4.097 \dots\dots\dots(5)$$

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น พบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าเท่ากับ 4.097 เซนติเมตร หมายความว่า ความแปรปรวนของความจริงที่แตกต่างไปจากความสูงจากการคาดคะเนมีค่าเท่ากับ 4.097 เซนติเมตร อีกทั้งยังพบว่าสมการถดถอยมีค่า $R^2 = 0.731$ หรือ 73.1 % หมายความว่า ตัวแปรอิสระ (ความยาวฝ่าเท้าซ้าย) ที่อยู่ในสมการถดถอยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (ความสูง) 73.1% ที่เหลืออีก 26.9 % เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) ของสมการคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าขวาของกลุ่มไม่ระบุเพศ พบว่า ความยาวฝ่าเท้าขวามีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับความสูงจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสามารถสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นสำหรับคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าขวาพร้อมทั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า (Standard error of estimation) ได้ดังนี้

$$\text{Stature} = 36.598 + 5.418(\text{Rt. foot length}) \pm 4.124 \dots\dots\dots(6)$$

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น พบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าเท่ากับ 4.124 เซนติเมตร หมายความว่า ความแปรปรวนของความจริงที่แตกต่างไปจากความสูงจากการคาดคะเนมีค่าเท่ากับ 4.124 เซนติเมตร อีกทั้งยังพบว่าสมการถดถอยมีค่า $R^2 = 0.728$ หรือ 72.8 % หมายความว่า ตัวแปรอิสระ (ความยาวฝ่าเท้าขวา) ที่อยู่ในสมการถดถอยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (ความสูง) 72.8 % ที่เหลืออีก 27.2 % เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

และเมื่อทำการวิเคราะห์ถดถอย (Regression analysis) ของสมการคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าทั้งสองข้างในกลุ่มไม่ระบุเพศ พบว่า ความยาวฝ่าเท้าทั้งสองข้างมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับความสูงจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสามารถสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นสำหรับคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าทั้งสองข้างพร้อมทั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า (Standard error of estimation) ได้ดังนี้

$$\text{Stature} = 33.964 + 2.966(\text{Lt. foot length}) + 2.562(\text{Rt. foot length}) \pm 5.366 \dots\dots\dots(7)$$

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น พบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าเท่ากับ 5.366 เซนติเมตร หมายความว่า ความแปรปรวนของความจริงที่แตกต่างไปจากความสูงจากการคาดคะเนมีค่าเท่ากับ 5.366 เซนติเมตร อีกทั้งยังพบว่าสมการถดถอยมีค่า $R^2 = 0.742$ หรือ 74.2 %

หมายความว่า ตัวแปรอิสระ (ความยาวฝ่าเท้าขวา) ที่อยู่ในสมการถดถอยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (ความสูง) 74.2 % ที่เหลืออีก 25.8 % เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 4 ตัวแปรกับเพศด้วยสถิติ Spearman's correlation coefficients พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าการวัดตำแหน่งต่าง ๆ ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้ากับเพศ ได้แก่ ความยาวฝ่าเท้าซ้าย ความยาวฝ่าเท้าขวา ความกว้างฝ่าเท้าซ้าย และความกว้างฝ่าเท้าขวา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในระดับปานกลางกับเพศ ($r = 0.665$, $r = 0.691$, $r = 0.583$ และ $r = 0.560$ ตามลำดับ) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงที่สุดอยู่ที่ความยาวฝ่าขวา ($r = 0.691$) ดังแสดงตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าการวัดตำแหน่งต่าง ๆ ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้ากับเพศ

ตัวแปร	r
ความยาวฝ่าเท้าซ้าย (เซนติเมตร)	0.665*
ความยาวฝ่าเท้าขวา (เซนติเมตร)	0.691*
ความกว้างฝ่าเท้าซ้าย (เซนติเมตร)	0.583*
ความกว้างฝ่าเท้าขวา (เซนติเมตร)	0.560*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ทั้งความยาวและความกว้างฝ่าเท้าทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวาสามารถนำมาใช้สร้างสมการเพื่อคาดคะเนเพศได้ดีเช่นเดียวกัน โดยสามารถนำมาสร้างสมการถดถอยโดยใช้สถิติ Logistic regression analysis ได้ดังนี้

ตารางที่ 6 สมการถดถอยในการทำนายเพศ

เท้า	สมการ
ซ้าย	Sex = 43.175 – 1.409 (foot length) – 1.161 (foot width)
ขวา	Sex = 46.909 – 1.576 (foot length) – 1.165 (foot width)

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น พบว่าสมการถดถอยที่สร้างขึ้นจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวามีค่า $R^2 = 0.604$ หรือ 60.4 % หมายความว่าสมการนี้มีตัวแปรอิสระ (ความยาวฝ่าเท้าขวาและความกว้างฝ่าเท้าขวา) สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม (เพศ) ได้ถึง 60.4 %

ตารางที่ 7 ผลของการทำนายเพศจากสมการที่ได้จากความยาวฝ่าเท้าขวาและความกว้างฝ่าเท้าขวา

	การทำนายจากสมการถูกต้อง		
	เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)	เปอร์เซ็นต์การทำนายที่ถูกต้อง
เพศชาย (คน)	81	19	81.0
เพศหญิง (คน)	16	84	84.0
รวมทั้งหมด			82.5

ตารางที่ 7 แสดงผลของการทำนายตัวแปรตามในการศึกษานี้คือ เพศ โดยใช้สมการที่ได้จากความยาวฝ่าเท้าขวาและความกว้างฝ่าเท้าขวา กำหนดค่าน้อยกว่า 0.5 คือเพศชายและค่ามากกว่า 0.5 คือเพศหญิง จากตารางพบว่าสมการสามารถทำนายเพศชายได้ถูกต้องถึง 81 คน (คิดเป็น 81 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่ทำนายว่าเป็นเพศชายแต่กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงจำนวน 19 คน (คิดเป็น 19 เปอร์เซ็นต์) และสามารถทำนายเพศหญิงได้ถูกต้องถึง 84 คน (คิดเป็น 84 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่ทำนายว่าเป็นเพศหญิงแต่กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายจำนวน 16 คน (คิดเป็น 16 เปอร์เซ็นต์) โดยสามารถวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์รวมของการทำนายที่ถูกต้องได้ถึง 82.5 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์การถดถอย (Logistic regression analysis) ของสมการคาดคะเนเพศจากความยาวฝ่าเท้าขวาและความกว้างฝ่าเท้าข้างขวา พบว่าทั้งความยาวฝ่าเท้าขวาและความกว้างฝ่าเท้าข้างขวามีความสัมพันธ์กับเพศจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสามารถสร้างสมการถดถอยสำหรับคาดคะเนเพศได้ดังนี้

$$\text{Sex} = 46.909 - 1.576 (\text{foot length}) - 1.165 (\text{foot width}) \dots\dots\dots (8)$$

เมื่อวิเคราะห์สมการถดถอยที่สร้างขึ้นจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้าย พบว่าความยาวฝ่าเท้าซ้าย และความกว้างฝ่าเท้าซ้าย มีค่า $R^2 = 0.578$ หรือ 57.8 % หมายความว่าสมการนี้มีตัวแปรอิสระ (ความยาวฝ่าเท้าซ้ายและความกว้างฝ่าเท้าซ้าย) สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม (เพศ) ได้ถึง 57.8 %

ตารางที่ 8 ผลของการทำนายเพศจากสมการที่ได้จากความยาวฝ่าเท้าซ้ายและความกว้างฝ่าเท้าซ้าย

	เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)	เปอร์เซ็นต์การทำนายที่ถูกต้อง
เพศชาย (คน)	81	19	81.0
เพศหญิง (คน)	18	82	82.0
รวมทั้งหมด			81.5

ตารางที่ 8 แสดงผลของการทำนายตัวแปรตามในการศึกษานี้คือ เพศ โดยใช้สมการที่ได้จากความยาวฝ่าเท้าซ้ายและความกว้างฝ่าเท้าซ้าย กำหนดค่าน้อยกว่า 0.5 คือเพศชายและค่ามากกว่า 0.5 คือเพศหญิง จากตารางพบว่าสมการสามารถทำนายเพศชายได้ถูกต้องถึง 81 คน (คิดเป็น 81 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่ทำนายว่าเป็นเพศชายแต่กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงจำนวน 19 คน (คิดเป็น 19 เปอร์เซ็นต์) และสามารถทำนายเพศหญิงได้ถูกต้องถึง 82 คน (คิดเป็น 82 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่ทำนายว่าเป็นเพศหญิงแต่กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายจำนวน 18 คน (คิดเป็น 18 เปอร์เซ็นต์) โดยสามารถวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์รวมของการทำนายที่ถูกต้องได้ถึง 81.5 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์การถดถอย (Logistic regression analysis) ของสมการคาดคะเนเพศจากความยาวฝ่าเท้าซ้ายและความกว้างฝ่าเท้าซ้าย พบว่าทั้งความยาวฝ่าเท้าซ้ายและความกว้างฝ่าเท้าซ้ายมีความสัมพันธ์กับเพศจริง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสามารถสร้างสมการถดถอยสำหรับคาดคะเนเพศได้ดังนี้

$$\text{Sex} = 46.909 - 1.576 (\text{foot length}) - 1.165 (\text{foot width}) \dots\dots\dots (9)$$

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณความสูงและทำนายเพศของบุคคล และหาวิธีการใหม่ๆในการใช้ประโยชน์จากพยานหลักฐานประเภทรอยประทับ โดยการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลจากการวัดขนาดของรอยฝ่าเท้า อันได้แก่ ความยาวฝ่าเท้าซ้าย (Left foot length) ความยาวฝ่าเท้าขวา (Right foot length) ความกว้างฝ่าเท้าซ้าย (Left foot width) และความกว้างฝ่าเท้าขวา (Right foot width) ในกลุ่มประชากรที่มีเชื้อชาติไทย ช่วงอายุระหว่าง 18 – 55 ปี จำนวน 200 คน เป็นเพศชาย 100 คน และเพศหญิง 100 คน โดยการเก็บรอยฝ่าเท้าที่ได้จากการกลิ้งหมึกบนฝ่าเท้ากลุ่มตัวอย่างจากนั้นพิมพ์ลงบนกระดาษขาว นำรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ได้มาทำการวัดขนาดความยาวฝ่าเท้า (จากจุดกึ่งกลางสันเท้าให้สัมผัสกับจุดปลายสุดของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าอาจเป็นนิ้วโป้งหรือนิ้วชี้) และความกว้างฝ่าเท้า (จากฝ่าเท้าด้านนอกสุดถึงฝ่าเท้าด้านในสุด) จากนั้นนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และสร้างสมการคาดคะเนความสูงและเพศ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

- 1) ในกลุ่มเพศหญิงมีความยาวฝ่าเท้าซ้ายมากกว่าความยาวฝ่าเท้าขวาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ในกลุ่มเพศชายไม่พบความแตกต่างกันระหว่างเท้าทั้งสองข้าง
- 2) เมื่อเปรียบเทียบความยาวฝ่าเท้าระหว่างกลุ่มเพศชายกับกลุ่มเพศหญิง พบว่ากลุ่มเพศชายมีความยาวฝ่าเท้ามากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวา
- 3) ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างความกว้างฝ่าเท้าซ้ายและความกว้างฝ่าเท้าขวาทั้งในกลุ่มเพศชายและกลุ่มเพศหญิง
- 4) เมื่อเปรียบเทียบความกว้างฝ่าเท้าระหว่างกลุ่มเพศชายกับกลุ่มเพศหญิง พบว่ากลุ่มเพศชายมีความกว้างฝ่าเท้ามากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวา

จากข้อมูลพื้นฐานที่เป็นคุณลักษณะของผู้ที่เข้าร่วมการศึกษาทั้งสองกลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยตัวแปรส่วนใหญ่ของเพศชาย ได้แก่ น้ำหนัก ความสูง และขนาดจากการวัดรอยฝ่าเท้าทั้ง 4 ตัวแปร คือ ความยาวฝ่าเท้าซ้าย ความยาวฝ่าเท้าขวา ความกว้างฝ่าเท้าซ้าย และความกว้างฝ่าเท้าขวา มีค่ามากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นเพียงอายุที่ไม่พบความแตกต่างและความหลายทางอาชีพที่อาจมีผลต่อลักษณะของรูปแบบเท้าของทั้งสองกลุ่มก็คล้ายคลึงกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Hilmi Ozden และคณะ[5] พบว่าน้ำหนัก ความสูง ความยาวฝ่าเท้าและความยาว

รองเท้า ความกว้างฝ่าเท้าและความกว้างรองเท้า รวมถึงขนาดของรองเท้ามีค่าเฉลี่ยมากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาของ Gulsah Zeybek, Ipek Ergur และ Zehra Demiroglu[22] พบว่าเพศชายมีความสูงและขนาดของเท้าใหญ่กว่าเพศหญิง ขณะที่การศึกษาในประเทศไทยอัจฉราภรณ์[8] ศึกษาในกลุ่มประชากรเชื้อชาติไทยที่มีภูมิลำเนาอยู่ในภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 500 คน พบว่าค่าเฉลี่ยความสูงและความยาวตำแหน่งการวัดรอยฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้าง จำนวน 12 วิธี มีค่ามากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดของรอยฝ่าเท้าของคนไทยทั้ง 2 เพศกับผลการศึกษาขนาดเท้า ในชนชาติอื่น เช่น คนอินเดีย[6] หรือคนอเมริกัน[24] จะเห็นได้ว่าขนาดเท้าของคนไทยนั้นเล็กกว่า ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปหลายการศึกษาก่อนหน้านี้ที่รายงานเกี่ยวกับความแตกต่างของขนาดเท้าในกลุ่มประชากรแต่ละเชื้อชาติ[25, 26, 27]

เป็นที่ทราบกันดีว่าลักษณะอาชีพที่มีการใช้กำลังหรือการใช้งานส่วนของร่างกายนั้นๆ มาก อาจทำให้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการเจริญเติบโตของของร่างกายหรือกระดูกที่โตเพิ่มกว่าสภาวะการทำงานตามปกติ โดยเฉพาะอาชีพที่ต้องเดินหรือใช้ร่างกายอย่างหนักอย่างอาชีพเกษตรกรรม อาจส่งผลถึงลักษณะรูปที่แตกต่างกันกับอาชีพบริหารการที่มีการใช้แรงงานหรือเดินน้อยกว่า แต่ในการศึกษารุ่นนี้พบว่าลักษณะกลุ่มอาชีพของทั้งเพศชายเพศหญิงในการศึกษารุ่นนี้พบว่ามีความหลากหลายใกล้เคียงกัน ดังเช่นการศึกษาของ Kewal Krishan[6] ในปี 2008 ที่ทำการวัดรอยฝ่าเท้าและรอยขอบฝ่าเท้าในกลุ่มชาวภูฏานทางตอนเหนือของอินเดีย ได้ให้ความเห็นว่าการประกอบอาชีพปศุสัตว์เป็นส่วนใหญ่ของชาวภูฏาน ส่งผลให้ขนาดของเท้าซ้ายต่างจากเท้าขวาชัดเจน เนื่องจากการใช้ลักษณะการใช้แรงงาน การเดินด้วยเท้าเปล่าและการเดินขึ้นเขา

เมื่อพิจารณาถึงความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้าระหว่างเท้าซ้ายกับเท้าขวา ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีเพียงความยาวฝ่าเท้าในกลุ่มเพศหญิงเท่านั้นที่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ โดยมีความยาวฝ่าเท้าซ้ายมากกว่าเท้าขวา ขณะที่ความยาวฝ่าเท้าเพศชาย ความกว้างฝ่าเท้าเพศชายและความกว้างฝ่าเท้าเพศหญิงไม่แตกต่างกัน เรียกลักษณะเช่นนี้ว่า “ความไม่สมมาตรของเท้าทั้งสองข้าง (Bilateral asymmetrical)” ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในกลุ่มประชากรของ Robbins[4] ในปี 1986 ซึ่งได้ระบุถึงความไม่สมมาตรกันระหว่างเท้าทั้งสองข้าง โดยข้อเท็จจริงนี้สามารถอธิบายอ้างอิงจากการศึกษาของได้ Singh และ Phookan[25] ว่าการที่รูปร่างขาซ้ายยาวมีขนาดใหญ่มากกว่าขขวานั้นเนื่องจากการเดินลงน้ำหนักและใช้ในการพยุงร่างกายมากกว่าเนื่องจากคนส่วนมากมักใช้ในการเตะ และยก ในการเคลื่อนไหวทำงาน ขณะที่รูปร่างขาซ้ายทำหน้าที่ในการพยุงร่างกายหลายๆ ชั่วโมงในแต่ละวัน เป็นสาเหตุหนึ่งที่เท้าซ้ายซึ่งทำหน้าที่พยุงร่างกายทั้งหมดขณะที่เราวิ่ง หมุนตัว หรือแม้แต่เดินรำ จึงใหญ่กว่าเท้าขวา

เมื่อพิจารณาถึงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้ากับความสูง ได้ผลดังนี้

- 1) ในกลุ่มเพศชายความยาวฝ่าเท้าทั้งซ้ายและขวา แสดงความสัมพันธ์ในระดับที่สูงกับความสูง ขณะที่เพศหญิงพบความยาวฝ่าเท้าซ้ายที่มีความสัมพันธ์ในระดับที่สูงกับความสูง ขณะที่ความยาวฝ่าเท้าขวามีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง
- 2) ความกว้างฝ่าเท้าทั้งซ้ายและขวาในทั้งสองกลุ่มเพศแสดงความสัมพันธ์ในระดับต่ำกับความสูง
- 3) ความยาวฝ่าเท้าซ้ายแสดงความสัมพันธ์สูงสุดกับความสูงทั้งสองกลุ่มเพศ
- 4) ในกลุ่มที่ไม่ระบุเพศของรอยฝ่าเท้า พบว่าความยาวฝ่าเท้าแสดงความสัมพันธ์ในระดับสูงกับความสูงขณะที่ความกว้างฝ่าเท้าแสดงความสัมพันธ์ระดับปานกลาง และความยาวฝ่าเท้าซ้ายก็แสดงความสัมพันธ์ในระดับสูงสุดกับความสูงเช่นเดียวกับกลุ่มเพศชายและเพศหญิง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและความกว้างฝ่าเท้ากับความสูง เพื่อประโยชน์สร้างเป็นสมการเพื่อคาดคะเนความสูง ซึ่งผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความยาวฝ่าเท้าในกลุ่มเพศชายอยู่ในระดับที่สูง ($r = 0.738 - 0.745$) ขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความยาวฝ่าเท้าในกลุ่มเพศหญิงในการศึกษานี้อยู่ในระดับที่ปานกลางถึงสูง ($0.679 - 0.718$) ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของอัจฉราภรณ์[7] ที่ทำการวัดรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทยจำนวน 500 คน พบความสัมพันธ์ระหว่างความยาวฝ่าเท้าเพศชายอยู่ในระดับที่สูงเช่นเดียวกัน ($r = 0.693 - 0.755$) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าพบความสัมพันธ์ระดับต่ำถึงสูงในกลุ่มเพศหญิง ($r = 0.283 - 0.720$) และการศึกษาครั้งนี้พบค่าระดับความสัมพันธ์ที่สูงกว่าการศึกษาของชญาณิช[17] ที่ทำการวัดรอยฝ่าเท้าเปล่าด้วยเครื่องวัดคาลิเปอร์ในกลุ่มคนไทย 630 คน พบความสัมพันธ์ระหว่างความยาวฝ่าเท้าเปล่ากับความสูงในระดับปานกลางทั้งในเพศชายและเพศหญิง ($r = 0.68 - 0.70$ และ $r = 0.53 - 0.54$ ตามลำดับ) แต่อย่างน้อยก็การศึกษาของ Krishan[6] เล็กน้อย ที่ทำการวัดความยาวรอยฝ่าเท้าและรอยขอบฝ่าเท้าในคนอินเดียเพศชายจำนวน 1,040 คน ($r = 0.85 - 0.87$ ในเพศชาย และ $r = 0.83 - 0.86$ ในเพศชาย)

ขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างฝ่าเท้ากับความสูงในการศึกษาครั้งนี้พบว่าทั้งกลุ่มเพศชายและเพศหญิงแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในระดับต่ำทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวา จะเห็นได้ว่าผลการศึกษาที่ได้มีค่ามากกว่าการศึกษาของชญาณิช[17] ในปี 2548 ที่พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างฝ่าเท้ากับความสูงอยู่ในระดับต่ำมาก

การศึกษาครั้งนี้ได้เพิ่มเติมโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้ากับความสูงในกลุ่มไม่ระบุเพศ เพื่อประโยชน์ในการใช้งานในสถานที่เกิดเหตุจริงกรณีที่ไม่ทราบว่าเป็นเจ้าของรอยฝ่าเท้าในสถานที่เกิดเหตุ นั่นคือเพศใด จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้าอยู่ในระดับที่สูงและมากกว่าทั้ง 2 กลุ่มเพศ สอดคล้องกับการศึกษาของ อัจฉราภรณ์[8] ที่พบว่าความยาวฝ่าเท้าในกลุ่มไม่ระบุเพศแสดงความสัมพันธ์ระดับสูงกับความสูง แต่แสดงเฉพาะส่วนของเท้าซ้ายเท่านั้น

การศึกษานี้ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้า เพื่อนำมาใช้ในการสร้างสมการพยากรณ์ความสูงของบุคคล ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากในการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุจริง เจ้าพนักงานสืบสวนสอบสวนสามารถอ้างอิงใช้สมการพยากรณ์ความสูงของเจ้าของรอยเท้า เพื่อคัดกรองผู้ต้องสงสัยในขั้นต้นได้ แต่จากที่กล่าวมาข้างต้นเนื่องด้วยความแตกต่างของขนาดเท้าของประชากรต่างเชื้อชาติ ผู้วิจัยเห็นสมควรว่าหากพิจารณานำสมการไปใช้จริง ควรคำนึงถึงเรื่องเชื้อชาติและกลุ่มประชากรด้วยเนื่องจากเมื่อนำสมการไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างบางเชื้อชาติ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนอย่างมาก จึงมีเหตุผลและความเหมาะสมที่ควรมีการศึกษาวิจัยหาตัวแบบสมการลดรอยเพื่อใช้พยากรณ์ความสูงจากขนาดเท้าสำหรับใช้กับคนไทย โดยเฉพาะ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้สร้างสมการเพื่อใช้ในการคาดคะเนความสูง โดยแบ่งออกเป็นสมการของกลุ่มเพศชาย กลุ่มเพศหญิง และกลุ่มไม่ระบุเพศ จำนวน 7 สมการ โดยใช้เฉพาะความยาวฝ่าเท้า โดยพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์เพื่อนำมาสร้างสมการที่มีความแม่นยำและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ดังที่ Singh และ Phookan[25] ได้ให้ความเห็นในการศึกษาของพวกเขาว่าการคาดคะเนความสูงจากความยาวฝ่าเท้าให้ผลที่ดีกว่าการใช้ความกว้างฝ่าเท้า เช่นเดียวกับการศึกษาของ Jasuja และ Manjula[28] ที่ประมาณความสูงจากการพิมพ์เท้าเปล่าและขณะสวมรองเท้า พบว่าประมาณความสูงจากความยาวฝ่าเท้าดีกว่าความกว้างฝ่าเท้า และรอยฝ่าเท้าเปล่าสามารถประมาณความสูงได้ดีกว่าขณะสวมรองเท้า เนื่องจากมีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณน้อยกว่านั่นเอง

และเมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในกลุ่มเพศชาย (3.778 – 3.823 เซนติเมตร) มีค่ามากกว่าในกลุ่มเพศหญิงเล็กน้อย (3.291 – 3.476 เซนติเมตร) และน้อยกว่าการศึกษาอื่นที่ได้ทำการศึกษาในกลุ่มประชากรเดียวกัน[8, 16] จึงมีความแม่นยำในการพยากรณ์ความสูงมากกว่า อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่ากลุ่มไม่ระบุเพศมีค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณมากกว่าทั้งสองกลุ่มเพศ (4.097 – 5.366 เซนติเมตร) โดยเฉพาะการใช้ความยาวฝ่าเท้าทั้งสองข้างในสมการคาดคะเนความสูงที่ปรากฏค่าความแม่นยำสูงที่สุดในการ

ประมาณของการศึกษาครั้งนี้ ($R^2 = 0.742$) แต่เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณกลับสูงที่สุดถึง 5.366 ดังนั้นการอ้างอิงเพื่อใช้ในสถานการณ์ที่แท้จริง หากสามารถคาดการณ์หรือระบุเพศของเจ้าของรอยฝ่าเท้าได้ จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณความสูงได้ใกล้เคียงความเป็นจริงได้ดีด้วย

การศึกษานี้ได้ทำการคาดคะเนเพศจากความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้า โดยผลการศึกษาพบว่าความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้าระหว่างเพศชายและเพศหญิงแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศญี่ปุ่นของ Ashizawa[26] พบว่าแม้ในกลุ่มชาติพันธุ์เดียวกัน ในเพศชายและเพศหญิงที่มีความสูงเท่ากันแต่กลับมีความยาวฝ่าเท้าที่แตกต่างกัน และขนาดฝ่าเท้าในการศึกษานี้ยังมีความสัมพันธ์กับเพศอยู่ในระดับปานกลาง ($0.560 - 0.691$) ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Hilmi Ozden[4] ที่ศึกษาในกลุ่มประชากรประเทศตุรกี ($0.552 - 0.778$)

Smith[27] ได้ทำการศึกษาโดยรวมกระดูก distal และ proximal phalanges กับกระดูก metatarsal เพื่อประโยชน์ในการจำแนกเพศกรณีที่เกิดโหลกศีรษะและกระดูกเชิงกรานไม่สามารถใช้การได้พบว่ามีความอัตราความแม่นยำถึง 86–98%

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้ากับเพศในการศึกษานี้ พบว่าสามารถใช้สร้างสมการเพื่อคาดคะเนเพศได้ จำนวน 2 สมการด้วยกัน โดยความอัตราความแม่นยำอยู่ในระดับที่สูง ถึง 81–84% ในเท้าขวา และ 81 – 82 % ในเท้าซ้าย

สรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้

ลักษณะการทำนาย	สมการคาดคะเน	
	เท้าซ้าย	เท้าขวา
ความสูงเพศชาย	Stature = $71.192 + 4.029(\text{Lt. foot length}) \pm 3.778$	Stature = $70.133 + 4.083(\text{Rt. foot length}) \pm 3.823$
ความสูงเพศหญิง	Stature = $65.755 + 4.029(\text{Lt. foot length}) \pm 3.291$	Stature = $68.675 + 3.909(\text{Rt. foot length}) \pm 3.476$
ความสูงไม่ระบุเพศ	Stature = $35.585 + 5.454(\text{Lt. foot length}) \pm 4.097$	Stature = $36.598 + 5.418(\text{Rt. foot length}) \pm 4.124$
ความสูงไม่ระบุเพศ	Stature = $33.964 + 2.966(\text{Lt. foot length}) + 2.562(\text{Rt. foot length}) \pm 5.366$	
ทำนายเพศ	Sex = $43.175 - 1.409(\text{foot length}) - 1.161(\text{foot width})$	Sex = $46.909 - 1.576(\text{foot length}) - 1.165(\text{foot width})$

ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้ผลการวิจัยเพื่อประโยชน์ในภาคความสูงและเพศของบุคคล ขั้นตอนในการวัดรอยฝ่าเท้า

1. ทำการเก็บรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ปรากฏเห็นชัดหรือรอยพิมพ์ฝ่าเท้าแฝง ด้วยวิธีการอันเหมาะสมกับรูปแบบหรือลักษณะของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าบนวัสดุแต่ละชนิด
2. กำหนดจุดต่ำสุดและสูงสุดของรอยฝ่าเท้า จากนั้นลากเส้นตรง วัดระยะจากจุดต่ำสุดของเท้าไปยังจุดสูงสุดของเท้า ระยะที่ได้เป็นขนาดของ ความยาวฝ่าเท้า
3. กำหนดจุดนูนสุดของฝ่าเท้าด้านในและจุดนูนสุดของฝ่าเท้าด้านนอก จากนั้นลากเส้นตรง วัดระยะจากทั้งสองจุด ระยะที่ได้เป็นขนาดของ ความกว้างฝ่าเท้า
4. นำระยะทั้งสองใส่ในสมการที่เหมาะสมเพื่อทำการวิเคราะห์ผลต่อไป

ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้สมการคาดคะเน

1. ในการตรวจวิเคราะห์ กรณีไม่ทราบเพศของเจ้าของรอยฝ่าเท้า ควรทำการวิเคราะห์ด้วยสมการคาดคะเนเพศก่อน จากนั้นทำการคาดคะเนความสูงจากสมการคาดคะเนความสูงแยกเพศ ซึ่งมีความแม่นยำมากกว่าสมการคาดคะเนที่ไม่ระบุเพศ เนื่องจากความคลาดเคลื่อนจากการประมาณน้อยกว่า
2. กรณีคาดคะเนเพศ ควรใช้ข้อมูลความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้ามาทำการวิเคราะห์ จะให้ความแม่นยำมากกว่าสมการคาดคะเนเพศที่ได้จากความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้าซ้ำ
3. กรณีคาดคะเนความสูงทั้งในกลุ่มเพศชาย เพศหญิงและกลุ่มไม่ระบุเพศ โดยใช้ข้อมูลความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้าซ้ำมาทำการวิเคราะห์ จะให้ความแม่นยำมากกว่าสมการคาดคะเนความสูงที่ได้จากความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้าซ้ำ เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนจากการประมาณน้อยกว่า
4. กรณีคาดคะเนความสูงในกลุ่มเพศชายและกลุ่มไม่ระบุเพศ สามารถใช้ข้อมูลความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้า ข้างใดข้างหนึ่งก็ได้ในการคาดคะเนเนื่องจากไม่มีความแตกต่างของเท้าทั้งสองข้าง
5. กรณีคาดคะเนความสูงในกลุ่มเพศหญิง เนื่องจากมีความแตกต่างของเท้าทั้งสองข้าง จึงควรใช้ข้อมูลความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้าข้างซ้ายมากกว่าเท้าขวาเนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนจากการประมาณน้อยกว่า

จะเห็นได้ว่าการศึกษานี้พบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและเพศกับรอยฝ่าเท้า และสามารถสร้างสมการเพื่อคาดคะเนความสูงและเพศในกลุ่มคนเชื้อชาติไทยได้ในระดับที่มีความน่าเชื่อถือ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การตรวจสอบรอยฝ่าเท้าในสถานที่เกิดเหตุจริงได้ อย่างน้อยหากสามารถจำแนกเพศได้ก็จะสามารถลดประชากรที่ต้องสงสัยได้ครั้งหนึ่งเลยทีเดียว แต่การที่นำสมการไปใช้กับกลุ่มประชากรหรือเชื้อชาติอื่น ๆ ผู้วิจัยเห็นว่าอาจทำให้ค่าความสูงที่ได้หรือการคาดคะเนเพศไม่มีความแม่นยำและมีความคลาดเคลื่อนไปจากค่าความสูงจริงได้มาก จึงควรปรับหรือทำการศึกษาวิจัยในกลุ่มประชากรนั้นๆ ด้วย

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

การศึกษานี้ยังจำกัดแค่การคาดคะเนความสูงจากรอยฝ่าเท้าในทำนองเท่านั้น แต่ในสถานที่เกิดเหตุจริงอาจมีรอยเท้าในลักษณะอื่นร่วมด้วย เช่น การเดินหรือการวิ่ง ซึ่งรอยฝ่าเท้าอาจมีลักษณะที่แตกต่างกัน แม้จะเพียงเล็กน้อย แต่สำคัญในการสร้างสมการเพื่อประมาณความสูงหรือทำนายเพศได้แม่นยำมากขึ้น ดังนั้น หากงานวิจัยต่อไปในอนาคตควรมีการวิเคราะห์รอยฝ่าเท้าเพิ่มเติมข้างต้นร่วมด้วย

จะเห็นได้ว่าการศึกษานี้พบความต่างระหว่างเท้าซ้ายที่ใหญ่กว่าเท้าขวาในกลุ่มเพศหญิง แต่ขาดการเก็บบันทึกข้อมูลความถนัดของเท้าเพื่อศึกษาอิทธิพลมีต่อตัวแปรฝ่าเท้า ดังนั้นทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่าเกิดจากการถนัดเท้าในกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันหรือไม่

อีกทั้งผู้วิจัยเห็นว่าการจะมีการศึกษาโดยทำการเก็บข้อมูลจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มากขึ้น หรือเพิ่มความหลากหลายในวิเคราะห์ข้อมูลโดยแยกเป็นภูมิภาคต่าง ๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนร่างกายและรอยฝ่าเท้าของประชากรไทยในแต่ละภูมิภาคมีความแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อให้ผลการศึกษามีความแม่นยำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่องานนิติวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยได้จริงมากขึ้น

รายการอ้างอิง

- [1] Bodziak, William J. (2000). **Footwear Impression Evidence Detection, Recovery and Examination**. 2 nd ed. Florida : CRC press LLC
- [2] Dayal, M.R., Steyn, M., and Kuykendall, K.L. (2008). “Stature estimation from bones of South African whites.” **South African Journal of Science** 104: 124-128.
- [3] Krishan, K. (2007). “Individualizing characteristics of footprints in Gujjars of North India—Forensic aspects.” **Forensic Science International** 169:137–144.
- [4] Robbins, L.M. (1978). “The individuality of human footprints.” **Journal Forensic Science** 23 : 778–785.
- [5] Ozden, Hilmi (2005). “Stature and sex estimate using foot and shoe dimensions.” **Forensic Science International** 147: 181–184.
- [6] Krishan, K. (2008). “Estimation of stature from footprint and foot outline dimensions in Gujjars of North India.” **Forensic Science International** 175: 93 – 101.
- [7] กาญจนา สุขาบุรณ์. (2551). “การเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [8] อัจฉราภรณ์ วุฒิกรังสรรค์. (2553). “การประยุกต์ใช้งานนิติมานุษยวิทยาเพื่อการประมาณความสูงบุคคลจากความยาวฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทยภาคเหนือและภาคเหนือตอนล่าง.” วารสารนิติเวชศาสตร์ ปีที่ 3, 1: 6 – 14.
- [9] พลตำรวจเอกอรุณพล เข้มสุวรรณวงศ์และคณะ. (2546). **นิติวิทยาศาสตร์ 3 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 3 for Crime Investigation)**. กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจีพรินต์ติ้ง จำกัด.: 16.
- [10] พลตำรวจเอกอรุณพล เข้มสุวรรณวงศ์และคณะ. (2545). **นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 3 for Crime Investigation)**. กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจีพรินต์ติ้ง จำกัด.
- [11] C. Lee, Henry. , Timothy M. Palmbach, and Marilyn T. Miller. (2001). **Crime Scene Handbook (Academy press):**. 1-2.

- [12] พรทิพย์ บุญเรืองศรี. (2535). “มหากยวิภาคศาสตร์เรื่องเท้า.” เอกสารประกอบการสอน
รายวิชากายวิภาคศาสตร์ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [13] นายมานิตย์ หุยมะ. (2544). “ระบบโครงร่าง (Skeletal System).” เอกสารประกอบการสอน
รายวิชากายวิภาคและสรีรวิทยา 1. สถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตชลบุรี.
- [14] ปริญญ์ สำราญบำรุง. (2547). “รูปเท้าและความสูงของการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล.”
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [15] อารี ตนาวัล. “ความผิดปกติของเท้าและข้อเท้าที่ควรทราบ.” เอกสารประกอบการสอนวิชา
ออร์โธปิดิกส์ II 3016510 ภาควิชาออร์โธปิดิกส์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- [16] สติง. (2553). การหาขนาดนิ้วมือแฝงด้วยวิธีการต่างๆ. เข้าถึงเมื่อ 9 กุมภาพันธ์. เข้าถึง
จาก <http://guru.google.co.th/guru/thread?tid=2e6c3ae04c972b15>
- [17] ชญานิษฐ์ มนูญผล. (2548). “การศึกษาความสัมพันธ์และการประมาณความสูงจากขนาดเท้า
ในคนไทย.” สารศิริราช เล่มที่ 57,9: 382 – 386.
- [18] Kennedy Robert B. (1996). “Uniqueness of bare feet and its use as possible means of
identification.” **Forensic Science International** 82: 81 – 87.
- [19] ไม่ปรากฏชื่อ. (2555). ความหมายเรื่องเพศและความเป็นเพศ. เข้าถึงเมื่อ 23 มกราคม. เข้าถึง
จาก <http://www.panyathai.or.th/wiki/index.php/เพศ.htm>
- [20] จรัสพล รินทระ. (2554). ปัจจัยที่มีผลต่อความสูงของคนเรา. เข้าถึงเมื่อ 9 กุมภาพันธ์
เข้าถึงจาก [http://www.shopsiam4u.com/f_2070_2736_3736_ปัจจัยที่มีผล
ต่อความสูงของคนเรา.htm](http://www.shopsiam4u.com/f_2070_2736_3736_ปัจจัยที่มีผลต่อความสูงของคนเรา.htm)
- [21] มณีรัตน์ ปัจฉิมะศิริ. (2550). “การศึกษาขนาดของเท้าของคนงานไทยในอุตสาหกรรม.”
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [22] Zeybek, Gulsah., Ipek Ergur, and Zehra Demiroglu. (2008). “Stature and gender estimation
using foot measurements.” **Forensic Science International** 181, 1: 54.e1-54.e5.
- [23] นายอุทิศ ศรีวิชัย. (2554). “การคาดคะเนส่วนสูงจากความยาวกระดูกหน้าแข้งและกระดูก
ปลายแขนด้านในของประชากรไทย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขานิติ-
วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- [24] Giles E., and Vallandigham P.H. (1991). "Height estimation from foot and shoeprint length." **Jounal Forensic Science** 36: 1134-1151.
- [25] Singh T.S., and Phookan M.N. (1993). "Stature and footsize in four Thai communities of Assam,India." **Anthropomitry Anz.** 51: 349-355.
- [26] Ashizawa K. et al. (1997). "Relative foot size and shape to general body size in Javanese, Filipines and Japanese with special reference to habitual footwear types." **Antropomitry Human Biological** 24: 117-129.
- [27] Smith S.L. (1997). "Attribution of foot bones to sex and population groups." **Journal Forensic Science** 42: 186-195.
- [28] Jasuja O.P., Singh J., and Jain M. (1991). "Estimation of stature from foot and shoe measurements by multiplication factors: a revised attempt." **Forensic Science International** 50: 203-215.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก

1. แบบบันทึกข้อมูลส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบตารางบันทึกข้อมูลตัวแปรที่ได้จากการวัดรอยฝ่าเท้า

วันที่.....

แบบบันทึกข้อมูลส่วนตัว

 สำหรับเพื่อการศึกษาวิจัยประกอบการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทสาขานิเวศวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตวิทยาลัยศิลปากร

ชื่อ.....นามสกุล.....อายุ.....ปี
 อาชีพ.....เชื้อชาติ.....สัญชาติ.....เพศ.....
 บ้านเลขที่.....หมู่.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....
 เบอร์โทรศัพท์.....
 น้ำหนักกิโลกรัม ส่วนสูง เซนติเมตร

ข้อมูลด้านสุขภาพ

1. มีความผิดปกติทางระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูกอย่างรุนแรง
☐ ไม่มี
☐ มี ระบุ.....
2. สายตาการมองเห็น ☐ ชัดเจน ☐ พอมองเห็น ☐ มองไม่ชัดเจน
3. ปัญหาการทรงตัว ☐ มี ☐ ไม่มี
4. อุปกรณ์เสริมหรือเข็มที่ใส่ในร่างกาย
☐ ไม่ใส่ ☐ ใส่ บริเวณ.....
5. ใช้เครื่องช่วยเดิน
☐ ไม่ใช้ ☐ ใช้ ประเภท.....
6. ท่านสามารถยืนโดยไม่ใช้เครื่องช่วยเดิน
☐ ได้ ☐ ไม่ได้
7. ลักษณะความผิดปกติ / ผิดรูปของเท้า
 เท้าซ้าย ☐ ไม่มี ☐ มี ระบุ
 เท้าขวา ☐ ไม่มี ☐ มี ระบุ

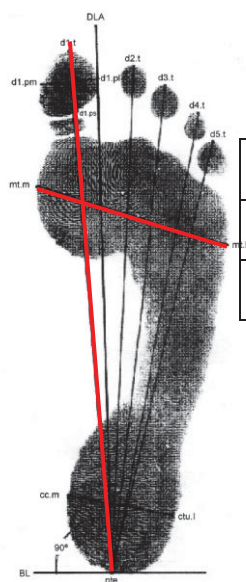
วันที่ทำการบันทึก.....

ตารางบันทึกข้อมูลตัวแปรที่ได้จากการวัดรอยฝ่าเท้า

ชื่อ.....นามสกุล.....อายุ.....ปี

เพศ.....เชื้อชาติ.....สัญชาติ.....

น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร



ตัวแปรที่วัดรอยฝ่าเท้า	เท้าซ้าย(เซนติเมตร)	เท้าขวา(เซนติเมตร)
Foot length		
Foot bread		

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข

1. เครื่องมือแปะอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดสอบ
2. วิธีการทดสอบ

ภาคผนวก ข

เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดสอบและวิธีการทดสอบ

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 41 อุปกรณ์ที่ใช้ทำความสะอาดเท้าก่อนและหลังการพิมพ์รอยฝ่าเท้า ได้แก่ น้ำยาล้างเท้า
แปรงขัดเท้า ผ้าขนหนูสำหรับเช็ดเท้า



รูปที่ 42 อุปกรณ์สำหรับใช้พิมพ์รอยฝ่าเท้า ได้แก่ กระดาษ Flip chart ขนาด 40 x 50
เซนติเมตร ลูกกลิ้งยาง แท่นพิมพ์หมึกและหมึกพิมพ์เท้า



รูปที่ 43 อุปกรณ์สำหรับใช้เก็บข้อมูลและวาดรอยฝ่าเท้า ได้แก่ ไม้บรรทัดบอกความละเอียด
ระดับมิลลิเมตร ปากกา



(ก)



(ข)

รูปที่ 44 อุปกรณ์วัดส่วนสูง (ก) และชั่งน้ำหนัก (ข)

2. วิธีการทดสอบ

- 2.1 ทำการชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนรายละเอียดของงานวิจัย และวิธีการพิมพ์รอยฝ่าเท้า
ให้กลุ่มตัวอย่างให้เข้าใจก่อนโดยละเอียด พร้อมสาธิตวิธีการยืนหลังกึ่งหมึกลงบนฝ่า

เท้าลงบนเท้าของกลุ่มตัวอย่าง หลังจากกลุ่มตัวอย่างเข้าใจกระบวนการทดสอบแล้วก็ให้กลุ่มตัวอย่างต้องเซ็นใบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย



รูปที่ 45 แสดงการเตรียมพื้นที่สำหรับการพิมพ์รอยฝ่าเท้าหลังจากกลิ้งหมึกลงบนฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างแล้ว

2.2 ขั้นตอนการพิมพ์รอยฝ่าเท้า

- 1) ใช้ลูกกลิ้งยางกลิ้งลงบนบนแท่นพิมพ์หมึกที่มีหมึกสำหรับพิมพ์เท้าเรียบร้อยแล้ว โดยทำการกลิ้งหมึกในทิศทางเดียวสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการเกาะกลุ่มของหมึกพิมพ์



รูปที่ 46 แสดงการกลิ้งหมึกสีดำพร้อมกลิ้งบนแท่นพิมพ์

- 2) ให้กลุ่มตัวอย่างวางเท้าลงบนแท่นพิมพ์ที่ละข้าง โดยลงน้ำหนักเล็กน้อย จากนั้นใช้ลูกกลิ้งยาง กลิ้งหมึกบนฝ่าเท้ากลุ่มตัวอย่างซ้ำอีกครั้งหนึ่งจนทั่ว สม่ำเสมอ



รูปที่ 47 แสดงการใช้ลูกกลิ้งยางซ้ำบนฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างทีละข้าง

- 3) ทำการพิมพ์ฝ่าเท้าทั้งสองข้างในท่ายืน



(ก)



(ข)

รูปที่ 48 แสดงการพิมพ์ฝ่าเท้ากลุ่มตัวอย่างในท่ายืน (ก) และตัวอย่างรอยพิมพ์ ฝ่าเท้า(ข)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาววรารัตน์	ก่อเกิด
ที่อยู่	26/1 หมู่ 2 ต.ร้องเข็ม อ.ร้องกวาง จ. แพร่ 54140	
ประวัติการศึกษา		
พ.ศ. 2548	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาพถ่าย คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	
พ.ศ. 2552	ศึกษาต่อระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศิลปากร	
ประวัติการทำงาน		
พ.ศ.2549 -2550	นักถ่ายภาพบำบัด โครงการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการจังหวัดอุดรดิตถ์ โรงพยาบาลอุดรดิตถ์ อ.เมือง จ.อุดรดิตถ์	
พ.ศ.2550 –ปัจจุบัน	นักถ่ายภาพบำบัด ประจำโรงพยาบาลตรอน ต.บ้านแก่ง อ.ตรอน จ. อุดรดิตถ์	