



การเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

โดย

นางสาวกาญจนา สุขามูรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

โดย

นางสาวกาญจนา สุขามุรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE COMPARISON OF BAREFOOT IMPRESSIONS FOR INDIVIDUALIZATION

By

Kanjana Sukhaboon

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

MASTER OF SCIENCE

Department of

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2008

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล ” เสนอโดย นางสาวกาญจนา สุขาบุรณ์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะดังกูร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัจน์
2. พันตำรวจโทสุชัย สืบพงษ์ศิริ
3. พันตำรวจเอกสมภพ เองสมบุญ

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)
...../...../.....

..... กรรมการ
(พันตำรวจโทหญิงธรรมภรณ์ ธนวัฒน์วงศ์วร)
...../...../.....

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัจน์)
...../...../.....

..... กรรมการ
(พันตำรวจโทสุชัย สืบพงษ์ศิริ)
...../...../.....

..... กรรมการ
(พันตำรวจเอกสมภพ เองสมบุญ)
...../...../.....

49312345 : สาขานิติวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : เท้า / ฝ่าเท้า / รอยฝ่าเท้า / การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

นางสาวกาญจนา สุขานุรณ์ : การเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ.พ.ต.อ.สันต์ สุขวัจจน์, พ.ต.ท.สุฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ และพ.ต.อ.สมภพ
เองสมบุญ.179 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าเพื่อหาวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ของรอย
ฝ่าเท้า และทำการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันในพื้นที่อื่น เติบและวัง รวมทั้งการหาวิธีการใหม่ ๆ
ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเพื่อเชื่อมโยงไปถึงตัวบุคคลผู้กระทำความผิด โดยเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าด้วยกัน 2
วิธีการ คือ วิธีการทาบทายและพิจารณาลักษณะทางกายภาพและวิธีการวัดความกว้าง (width) ความยาว (length) และ
มุม (angle) ด้วยการวัด 21 รูปแบบ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักศึกษาชายที่มีอายุระหว่าง 18-25 ปี ใน
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
สุวรรณภูมิ ศูนย์สุราษฎร์ธานี จำนวน 90 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) อุปกรณ์สำหรับพิมพ์เท้า 2) กระดาษพิมพ์เท้า 3) แบบบันทึก
ผลการวัด 4) อุปกรณ์สำหรับการวัดรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การแจกแจงความถี่,
ค่าร้อยละ, t-test และ f-test

ผลการวิจัยพบว่า

1. รอยพิมพ์ฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน โดยรอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้า
(Humps) จำนวน 2 เนินและ 3 เนินมีอัตราการเกิดใกล้เคียงกัน ตามมาด้วยจำนวน 4 เนินและ 1 เนิน ตามลำดับ อัตรา
การเกิดขึ้นของรูปแบบเท้าที่เป็นแบบ fibularis จะสูงที่สุด ตามมาด้วย tibialis และ intermediate ตามลำดับ สภาพเท้าที่
เป็นแบบแบนราบ (Flat foot) เท่ากับ 6.67% ส่วนรอยข้อนิ้วเท้า (Phalange Marks) มักปรากฏที่นิ้วเท้าที่ 1 มากที่สุด
และรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏนิ้วเท้าที่ 5 เท้าซ้ายเท่ากับ 4.44% เท้าขวาเท่ากับ 5.55%

2. การเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบวิธีการวัดตามชุดการวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยัง
ปลายนิ้วเท้าที่ 1 ถึง 5, ชุดการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 3 4 และ 5, ชุดการวัดมุมระหว่าง
เส้น T1 T2 T3 T4 และ T5 และชุดการวัดมุมระหว่างเส้น L1 L2 L3 L4 และ L5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ 0.05

สาขานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1..... 2..... 3.....

49312345 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE

KEY WORD : FOOT, PLANTAR FASCIA, BAREFOOT IMPRESSION, INDIVIDUALIZATION

KANJANA SUKHABOON : THE COMPARISON OF BAREFOOT IMPRESSIONS
FOR INDIVIDUALIZATION. THESIS ADVISORS : ASSOC. PROF. POL. COL. SANT
SUKAWATCHANA, POL. LT. COL. SARIT SUEBPONGSIRI AND POL.COL. SOMPOP
ENG SOMBOON. 179 PP.

The objective of this research is to find the means of identification by barefoot impressions, to compare the static (standing) and dynamics (walking and running) footprints in the same person and to find new means of identification who are suspected in crime. Bilateral footprints were compared by tracing with physical examination and measurement methods. The data consisted of 21 different measurements of width, length and angle in each static footprint. The present study was conducted on good quality footprints of 90 male students in Management - Industrial Management Department of Business Administration and Information Technology Faculty of Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi ranging in age from 18 to 25 years.

The research instruments consist of 1) foot impressions taking device 2) white paper 3) recorded form and 4) measurement tools.

A standard statistical software package for social sciences was used to perform frequency distribution, percentage, t-test and F-test analyses.

The results are as follows

1. The footprints are extremely high level of individuality and they are not the same. Two humps and three humps have been found most often in footprints, followed by four humps and then one hump is found at least. The frequency of the fibularis-type foot is the highest, followed by tibialis -type, then intermediate-type is found to be least frequent among the sample. Flatfoot condition is found to be present in 6.67% Almost phalange marks were presented on the 1st toe. The missing 5th toe were presented on the left in 4.44% and on the right in 5.55%

2. There were statistically significant differences in the means of measurement as the lengths from the pternion to tip of 5 toes, the length from tip of 1st toe to 2nd, 3rd, 4th and 5th toe, the angle between T1 T2 T3 T4 and T5 and the angle between L1 L2 L3 and L4 (p.<0.05).

Program of Forensic Science Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2008

Student's signature

Thesis Advisors' signature 1. 2. 3.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลสามารถสำเร็จล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาและความร่วมมือช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านที่ได้กรุณา
สละเวลาให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์กับงานวิจัยเป็นอย่างยิ่ง
ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.พ.ต.อ.สันต์ สุขวัฒน์และ พ.ต.ท.สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ ที่กรุณาให้คำแนะนำที่
เป็นประโยชน์กับงานวิจัย รวมทั้ง พ.ต.อ.สมภพ เองสมบุญ จากกองวิทยาการ 1 สำนักงานนิติ
วิทยาศาสตร์ตำรวจ ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นที่ปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำตรวจแก้ไข
ข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อีกทั้งได้ให้การสนับสนุน
อุปกรณ์ส่วนหนึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา
 ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัย
ศิลปากร และ พ.ต.ท.หญิง ธรรมภรณ์ ธนวัฒนวงศ์ธร กองบังคับการวิชาการ กลุ่มงานสืบสวนและ
สอบสวน โรงเรียนนายร้อยตำรวจ ที่กรุณาสละเวลาและให้คำแนะนำทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์
ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณคณะอาจารย์และเพื่อนนักศึกษาสาขานิติวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากรที่ให้
คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือต่างๆเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาในสาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจ
และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์วาสุกรีที่ให้ความร่วม มือ
และเป็นที่กำลังใจสำคัญในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็น
กำลังใจในการศึกษามาโดยตลอด และขอขอบคุณผู้ที่มิได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ซึ่งมีส่วนช่วย เหลือจน
วิทยานิพนธ์นี้ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญภาพ	ณ
สารบัญตาราง	ญ
บทที่	
1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
สมมติฐานของการวิจัย	8
ขอบเขตของการวิจัย	8
ข้อจำกัดในการวิจัย	9
นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	9
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	10
กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการจากการวิจัย	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ส่วนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎี	12
ส่วนที่ 2 กายวิภาคศาสตร์และโครงสร้างเท้าของมนุษย์	42
ส่วนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	84
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
ประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่าง	93
วิธีการสุ่มตัวอย่าง	94
เครื่องมือในการวิจัย	94
การเก็บรวบรวมข้อมูล	95
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล	111

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
ลักษณะสำคัญทางกายภาพของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า	112
การเปรียบเทียบขนาดความกว้าง ความยาวและมุมต่างๆที่วัด	116
การทดสอบสมมติฐาน	128
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย	135
อภิปรายผล	139
ข้อเสนอแนะ	143
บรรณานุกรม	145
ภาคผนวก	148
ภาคผนวก ก.	149
ภาคผนวก ข.	152
ภาคผนวก ค.	168
ภาคผนวก ง.	171
ประวัติผู้วิจัย	179

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อัลฟองเซ เบอติลลอง (Alphonse Bertillon)	16
2	เซอร์ ฟรานซิส แกลตัน (Sir Francis Galton F.R.S)	17
3	เอ็ดมอนด์ โลคาร์ด (Edmond Locard)	17
4	แสดงภาพลายพิมพ์นิ้วมือ 10 นิ้วบนแผ่นพิมพ์มือผู้ต้องหา.....	21
5	แสดงภาพรอยฝ่าเท้าเปื้อนโลหิต	21
6	แสดงภาพรอยเท้าบนดินเหนียว	22
7	แสดงภาพรอยฝ่าเท้าแฝง	22
8	แสดงรอยที่เกิดจากเท้าซึ่งสวมถุงเท้าเปื้อนโลหิตตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ	29
9	แสดงภาพรองเท้าที่มีการกดทับบริเวณพื้นรองเท้า	29
10	แสดงแปรงปัดฝุ่นชนิดต่างๆ	31
11	แสดง เครื่องอบ และตู้อบน้ำยานินไฮดริน	32
12	แสดงภาพเครื่องลอรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Lifting)	35
13	แสดงเทคนิคการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้า	38
14	แสดงเทคนิคการวัดความกว้างและความยาวของฝ่าเท้า	39
15	แสดงเทคนิคการวัดรูปแบบรอยแผ่กว้างของฝ่าเท้า	40
16	แสดงกระดูกของปลายขา (Bones of the Leg)	47
17	แสดงกระดูกเท้าด้านบน (Dorsal Surface)	48
18	แสดงกระดูกเท้าที่แบ่งกลุ่มเป็น Hindfoot, Midfoot และ Forefoot	49
19	แสดงลักษณะด้านล่าง (Plantar Surface) ของกระดูกเท้า	50
20	แสดงลักษณะด้านใน (Medial Surface) ของกระดูกเท้า	51
21	แสดงลักษณะด้านข้าง (Lateral Surface) ของกระดูกเท้า	51
22	แสดงกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวปลายขาและเท้า	53
23	แสดงกล้ามเนื้อ Extensor Digitorum Brevis	56
24	แสดงกล้ามเนื้อด้านฝ่าเท้า	57
25	แสดงการแบ่งกระดูกเท้าออกเป็น 3 ส่วน)	60
26	แสดงข้อต่อของเท้าด้านบน	61

ภาพที่		หน้า
27	แสดงกระดูกของเท้าที่มาประกอบเป็นโค้งด้านใน โค้งด้านข้าง และโค้งตามขวาง	63
28	แสดงโค้งของเท้าและรอยเท้า แสดงจุดที่มีการกระจายตัวของน้ำหนัก	64
29	ภาพแสดงรูปแบบต่างๆ ของการค้ำจุนโค้งของเท้า	65
30	แสดงตัวอ่อนของมนุษย์ (Human Embryo)	66
31	แสดงการเจริญของตัวอ่อนของมนุษย์	67
32	ภาพตัด Frontal Section ของเท้าในท่า Supination ในตัวอ่อนยาว 30 มิลลิเมตร	69
33	ภาพตัด Frontal Section ของเท้าในท่า Pronation ในตัวอ่อนยาว 38 มิลลิเมตร...	69
34	แสดงความผิดปกติของรูปร่างและตำแหน่งของเท้าโดยกำเนิด	70
35	แสดงการเคลื่อนไหวของเท้า	71
36	แสดงความสัมพันธ์ของ plantar aponeurosis กับการเคลื่อนไหวของนิ้วเท้า	73
37	ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนไหวของข้อเท้า	76
38	แสดงเปอร์เซ็นต์ในแต่ละช่วงของการเดินปกติ	78
39	ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะ heel rise	79
40	ความผิดปกติต่าง ๆ ของเท้า	81
41	แสดงรูปลักษณะสรีระของเท้าที่เป็นแบบปกติ	84
42	แสดง Foot print diagram	86
43	แสดงการพิมพ์อุ้งเท้า	88
44	แสดงแนวแกน x และแกน y และจุดอ้างอิงในการวัด	101
45	แสดงลักษณะด้านข้างของเท้าด้านนอก	102
46	แสดงจุดอ้างอิงบริเวณด้านข้างของฝ่าเท้าด้านนอกสุด	102
47	แสดงวิธีการวัดความยาวของรอยเท้า	104
48	แสดงวิธีการวัด	105
49	แสดงรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ทาบนกระดาษกราฟ	106
50	แสดงวิธีการวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าแต่ละนิ้ว	108
51	แสดงวิธีการวัดความยาวระหว่างนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2,3,4,5	109
52	แสดงแบบบันทึกการเก็บข้อมูลและผลการวัด	110
53	แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบความแตกต่างของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้าย	129
54	แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบความแตกต่างของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายด้วยการทารอย	130
55	แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าซ้ายและขวาของบุคคลคนเดียวกัน	132

ภาพที่		หน้า
56	อุปกรณ์สำหรับทำความสะอาดเท้าก่อนพิมพ์และหลังพิมพ์เท้า	153
57	อุปกรณ์สำหรับพิมพ์เท้า	153
58	อุปกรณ์สำหรับการเก็บข้อมูลและวัดรอยเท้า.....	154
59	แสดงกลุ่มตัวอย่างขณะรับฟังการชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการพิมพ์รอยฝ่าเท้า	155
60	แสดงกลุ่มตัวอย่างขณะเตรียมตัวเพื่อทำการพิมพ์รอยฝ่าเท้า	156
61	แสดงการคลึงหมึกสีดำบนแท่นพิมพ์ผิวเรียบ.....	157
62	แสดงการคลึงหมึกสีดำลงบนฝ่าเท้าจนทั่วเสมอกัน	157
63	แสดงการพิมพ์เท้าของกลุ่มตัวอย่างในท่ายืน	158
64	แสดงการพิมพ์เท้าของกลุ่มตัวอย่างในท่าเดิน	159
65	แสดงการพิมพ์เท้าของกลุ่มตัวอย่างในท่าวิ่ง.....	160
66	แสดงรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวา	161
67	แสดงตัวอย่างรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายของกลุ่มตัวอย่างในท่ายืน	162
68	แสดงตัวอย่างรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างในท่ายืน.....	163
69	แสดงรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่มีลักษณะแบนราบหรือภาวะเท้าแบน.....	164
70	แสดงรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่รอยนิ้วเท้าที่ 5 ขาดหายไป	165
71	แสดงตัวอย่างรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาของกลุ่มตัวอย่างในท่าเดิน	166
72	แสดงตัวอย่างรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาของกลุ่มตัวอย่างในท่าวิ่ง	167
73	แสดงพื้นที่บริเวณส่วนต่างๆบริเวณผิวหนังที่ด้านล่างของฝ่าเท้า	170
74	แสดงการทาบบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายของกลุ่มตัวอย่างบุคคลเดียวกัน	172
75	แสดงการทาบบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างบุคคลเดียวกัน	173
76	แสดงการทาบบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายของกลุ่มตัวอย่างบุคคลเดียวกัน	174
77	แสดงการทาบบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างบุคคลเดียวกัน	175
78	แสดงภาพการวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า	176
79	แสดงภาพการวัดความกว้างฝ่าเท้า	176
80	แสดงภาพการวัดความกว้างและความสูงของสันเท้า	177
81	แสดงภาพการวัดความลึกของโค้งด้านในเท้า	177
82	แสดงภาพการวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4, 5	178
83	แสดงภาพการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4, 5	178

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถิติคดีอาญาที่วราชอาณาจักร จำแนกตามประเภทความผิด.....	1
2	รายละเอียดคดีล้มเนื้อในการเคลื่อนไหวนวปลายขาและเท้า.....	54
3	แสดงรายละเอียดคดีล้มเนื้อเท้า.....	58
4	ผลการวิเคราะห์คิดเป็นจำนวนร้อยละของจำนวนรอยโค้งหยักบนนิ้วเท้า.....	113
5	ผลการวิเคราะห์คิดเป็นจำนวนร้อยละของจำนวนรอยข้อนิ้ว.....	114
6	ผลการวิเคราะห์คิดเป็นจำนวนร้อยละของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เป็นแบบแบนราบ.....	115
7	ผลการวิเคราะห์คิดเป็นจำนวนร้อยละของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏนิ้วเท้าที่ 5...	115
8	ผลการวิเคราะห์คิดเป็นจำนวนร้อยละของรูปแบบความยาวของนิ้วเท้า.....	116
9	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า.....	117
10	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกว้างของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า.....	118
11	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกว้างของสันเท้า.....	118
12	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงของสันเท้า.....	119
13	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความลึกของโค้งด้านในเท้า.....	120
14	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าทั้ง 5.....	121
15	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้า	123
16	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าทั้ง 5...	124
17	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายนิ้วที่ 1 ไปปลายนิ้วอื่นๆ	126
18	ผลการเปรียบเทียบรูปแบบวิธีการวัดความกว้าง ความยาวและมุมต่างๆ 9 รูปแบบ	127
19	แสดงผลการทดสอบสมมติฐาน	133
20	นิยามคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง	169
21	การระบุจุดอ้างอิง	169

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาพปัจจุบัน อาชญากรรมถือเป็นปัญหาสำคัญของสังคมที่เกิดขึ้นทุกวันและนับวันจะยิ่งมีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ การก่ออาชญากรรมนั้น ไม่เพียงแต่จะเป็นการกระทำที่ฝ่าฝืนต่อบทบัญญัติของกฎหมาย แต่ยังเป็นการกระทำที่ฝ่าฝืนต่อความสงบเรียบร้อยและศีลธรรมอันดีของประชาชนอันส่งผลให้เกิดความเสียหายในทุกด้าน เป็นภัยคุกคามที่ทำลายความปลอดภัยในชีวิต ร่างกาย ทรัพย์สินและสิทธิเสรีภาพของประชาชน ทำลายความมั่นคงของชาติ ตลอดจนทำให้การพัฒนาสังคมและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศดำเนินไปได้อย่างล่าช้า ขาดศักยภาพ ประสิทธิภาพและเสถียรภาพ รัฐบาลต้องวางแผนนโยบายและจัดสรรงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว อาชญากรรมนั้นไม่เพียงแต่จะเกิดขึ้นเฉพาะในสังคมที่ด้อยพัฒนาหรือกำลังพัฒนา แม้กระทั่งในสังคมที่พัฒนาแล้วก็ยังคงเป็นปรากฏการณ์อันเลวร้ายที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง สิ่งหนึ่งที่ขบขันได้อย่างชัดเจนก็คือ อัตราการเกิดขึ้นของคดีในแต่ละปี ซึ่งจะเห็นได้จากรายงานสถิติการเกิดขึ้นของคดีอาชญากรรม ประเภทความผิดอุกฉกรรจ์และสะเทือนขวัญทั่วราชอาณาจักรที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2548 ของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ ดังรายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติคดีอาญาทั่วราชอาณาจักร จำแนกตามประเภทความผิด

ประเภทความผิด	(ม.ค.-ธ.ค. 2543)		(ม.ค.-ธ.ค. 2544)		(ม.ค.-ธ.ค. 2545)		(ม.ค.-ธ.ค. 2546)		(ม.ค.-ธ.ค. 2547)		(ม.ค.-ธ.ค. 2548)	
	รับแจ้ง	จับ	รับแจ้ง	จับ	รับแจ้ง	จับ	รับแจ้ง	จับ	รับแจ้ง	จับ	รับแจ้ง	จับ
คดีอุกฉกรรจ์และสะเทือนขวัญ	8,214	3,730	7,981	3,469	7,938	3,516	11,073	4,020	9,010	3,820	7,206	2,753
คดีชีวิต ร่างกาย และเพศ	34,545	21,939	32,480	20,856	37,999	21,950	48,215	19,027	45,494	18,501	34,416	14,139
คดีประทุษร้ายต่อทรัพย์	67,542	35,043	65,813	33,819	68,906	31,691	67,134	24,637	68,665	24,464	56,872	19,103
คดีที่นำสนใจ	42,803	12,212	43,798	11,869	48,155	11,545	41,090	6,384	37,613	6,030	30,058	4,428
คดีที่รัฐเป็นผู้เสียหาย	-	377,280	-	397,307	-	399,692	-	258,210	-	198,160	-	168,769
รวม	153,104	450,204	150,072	467,320	162,998	468,394	167,512	312,278	160,782	250,975	128,552	209,192

ที่มา : สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงยุติธรรม, แผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 กระทรวงยุติธรรม [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2552.

เข้าถึงได้จาก <http://moc.moj.go.th/MocMoj/PlanMOJ/PlanInfo/PlanAnnual/1.pdf>

ด้วยเหตุที่อาชญากรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละคดีมีแนวโน้มของความรุนแรงและความสลับซับซ้อนมากขึ้นเรื่อยๆ จึงทำให้การทำงานของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการคลี่คลายคดีมีความยากลำบากมากขึ้น โดยเฉพาะในขั้นตอนการตรวจสอบที่เกิดเหตุเพื่อค้นหาพยานหลักฐานสำคัญที่อาจใช้ในการระบุตัวผู้กระทำความผิดซึ่งนำไปสู่การจับกุมตัวและการนำตัวไปลงโทษตามกฎหมาย ปัจจัยหนึ่งที่มีส่งผลให้การคลี่คลายคดีอาชญากรรมทำได้ยากมากขึ้นก็คือ การเผยแพร่วิทยาการทางด้านนิติวิทยาศาสตร์กันอย่างเปิดเผยภายใต้ความหลากหลายและความทันสมัยของสื่อต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นหนังสือ ตำราต่างประเทศ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ สารคดี และความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ตซึ่งช่วยในการสืบค้นและแสดงข้อมูลแขนงต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วทำให้ง่ายต่อการศึกษาและการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเปิดกว้างและเป็นอิสระ แต่ในทางตรงกันข้ามสื่อเลือกไม่ได้ว่าจะต้องให้ความรู้กับคนดีเสมอไป และใช้ว่าคนร้ายจะไม่เข้าใจภาษาต่างประเทศหรือไม่เคยได้รับการถ่ายทอดความรู้จากสื่อดังกล่าว มีบ่อยครั้งที่ผู้บริโภคสื่อ นำเรื่องราวหรือความรู้ที่ได้รับมาไปใช้ในทางที่ผิด และทุกวันนี้คนร้ายเองก็มีพฤติกรรมในการศึกษาตลอดจนการพัฒนาเทคนิคและวิธีการกระทำความผิดที่มีความซับซ้อนมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งคนร้ายที่มีการศึกษา มีความรู้ความสามารถสูงหรือคนร้ายที่ก่อเหตุบ่อยครั้งเป็นประจำย่อมใช้ความรู้ ความชำนาญและประสบการณ์มาช่วยในการทำลายพยานหลักฐานและร่องรอยต่างๆ เพื่อปิดบังอำพรางความผิดของตน เมื่อวิทยาการต่างๆ ถูกเผยแพร่อย่างอิสระโดยไม่อาจกั้นกรองผู้บริโภคความรู้ได้ จึงทำให้บุคคลทั่วไปซึ่งอาจรวมถึงตัวผู้กระทำความผิดได้เรียนรู้วิธีการต่างๆ เพื่อปิดบังอำพรางความผิดของตน รวมทั้งพฤติกรรมที่จะไม่ทิ้งร่องรอยของการกระทำความผิดและพยานหลักฐานไว้ในสถานที่เกิดเหตุหรืออาจมีการทำลายพยานหลักฐานหลังจากที่มีการกระทำความผิดแล้ว จึงทำให้การหาเบาะแสของเจ้าหน้าที่ตำรวจเพื่อคลี่คลายคดีทำได้ยากขึ้น

เมื่อมีการกระทำความผิดเกิดขึ้นในหลายๆ คดี คนร้ายมักทิ้งร่องรอยและพยานหลักฐานไว้ในสถานที่เกิดเหตุ (crime scene) เสมอ เพราะไม่ว่าที่ใดก็ตามที่คนร้ายได้เหยียบย่ำ สัมผัส หรือจับต้องจะโดยตั้งใจหรือไม่ได้ตั้งใจ ก็ย่อมจะทิ้งร่องรอยพยานหลักฐานไว้ ไม่ว่าจะเป็นคราบโลหิต เส้นผม เส้นขน รอยเครื่องมือ รอยลายนิ้วมือหรือแม้แต่รอยเท้า ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ก็อาจกลายเป็นพยานหลักฐานที่สามารถมัดตัวผู้กระทำความผิดได้ และวัตถุพยานเหล่านี้ยังมีความน่าเชื่อถือเป็นที่ยอมรับในชั้นศาลและศาลจะรับฟังพยานประเภทนี้มากที่สุด วัตถุพยานเหล่านี้มีคุณค่าในตัวเองไม่มีการหลงลืมความจำ หรือเกิดความสับสนจากการตระหนกตกใจ ไม่มีทางที่จะปฏิเสธการมาให้การในชั้นศาลหรือกลับคำให้การดังเช่นพยานบุคคล เพราะพยานบุคคลมักจะไม่นำให้การในชั้นศาลอันเนื่องมาจากความเกรงกลัวต่อการถูกข่มขู่ ไม่อยากเสียเวลาหรือต้องเข้าไปเกี่ยวข้องกับคดี นอกจากนี้พยานวัตถุเหล่านี้ยังปรากฏขึ้นตามสภาพความเป็นจริงและไม่มีทางที่จะสูญหายไป

ทั้งหมดเพียงแค่ว่าตัวบุคคลหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องอาจทำการวิเคราะห์และประมวลผลผิดพลาด เจ้าหน้าที่ผู้ทำการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุประสบความล้มเหลวที่จะทำการค้นหา ขาดการศึกษา ค้นคว้าและการทำความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับวัตถุพยาน จึงอาจทำให้คุณค่าของพยานหลักฐาน เหล่านั้นลดน้อยลง ในปัจจุบันจึงได้มีการให้ความสำคัญกับพยานวัตถุมากขึ้น เนื่องจากลักษณะ ของพยานวัตถุที่มีความเป็นรูปธรรม สามารถทำการตรวจพิสูจน์และวิเคราะห์ให้เห็นได้ตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งในปัจจุบันเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ก็มีความเจริญก้าวหน้า ขึ้นไปถึงระดับนาโนเทคโนโลยี กล่าวคือ วัตถุพยานจำนวนเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำการตรวจ พิสูจน์เพื่อชี้เฉพาะถึงระดับความเป็นเอกลักษณ์ได้ อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่างๆก็ได้ ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการเก็บและตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานได้มากขึ้น พยานวัตถุจึงถือเป็นพยานหลักฐานที่ได้รับการยอมรับในชั้นศาลมากที่สุด ดังนั้น สถานที่เกิดเหตุจึงถือเป็นคลัง แห่งวัตถุพยานและเป็นหัวใจสำคัญของการสืบสวนสอบสวน นอกจากนี้ สิ่งสำคัญที่จะเชื่อมโยง พยานหลักฐานประเภทพยานวัตถุเข้ากับเหตุอาชญากรรมที่เกิดขึ้นได้ก็คือ วิธีการในการตรวจสอบ สถานที่เกิดเหตุและการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐาน ด้วยเหตุนี้วัตถุพยานประเภทรอยลายนิ้วมือ ฝ่า มือ ฝ่าเท้าที่ถูกตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุจึงถือเป็นพยานหลักฐานที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่งซึ่งมี คุณค่าอย่างมากในการสืบสวนสอบสวน ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุพยานดังกล่าวเป็นรอยประทับที่ได้มา จากร่างกายของคนร้ายโดยตรงและด้วยคุณลักษณะของลายเส้นที่ปรากฏบนลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของมนุษย์แต่ละบุคคลไม่เหมือนกัน (Uniqueness) และ ไม่เปลี่ยนแปลง (Permanence) การตรวจพบ รอยประทับดังกล่าวจึงอาจนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (Personal Identification) หรือนำไปสู่การสืบหาตัวผู้ต้องสงสัยเพื่อยืนยันบุคคลผู้กระทำความผิดและผู้ที่ เกี่ยวข้องกับการกระทำความผิดในคดีต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

นอกเหนือไปจากรอยลายนิ้วมือและรอยฝ่ามือแล้ว รอยฝ่าเท้าก็ถือเป็นพยานหลักฐาน ประเภทรอยประทับที่มักพบเป็นลำดับแรกๆ และพบได้ง่ายในการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ (Bodziak 2000 : 381) เพราะทุกครั้งที่มีการก้าวเท้า ฝ่าเท้าจะสัมผัสลงบนพื้นผิวของวัตถุเกิดเป็นรอยประทับ รูปฝ่าเท้า ไม่ว่าพื้นผิวนั้นเป็นวัตถุประเภทใดก็ตาม โดยเฉพาะบนพื้น ผิวที่อ่อนนุ่ม อย่างเช่น บนดิน โคลน พื้นทราย บนกองขี้เถ้า บริเวณที่มีฝุ่นหนาๆ บนพื้นที่ขรุขระ พื้นไม้ บนพรม หรือแม้แต่บน พื้นคอนกรีตก็ยังปรากฏรอยประทับของฝ่าเท้า ตามแรงกดทับของน้ำหนักตัวและจังหวะของการ ก้าวเท้า ทุกครั้งที่มีการก้าวเท้าขึ้น โดยเฉพาะภายในบริเวณบ้านหรือห้องนอน คนร้ายมักจะทิ้งรอยเท้าไปตามเส้นทางที่คนร้ายเคลื่อนที่ทั้งบริเวณทางเข้า ทางออกและบริเวณอื่นๆของสถานที่ เกิดเหตุซึ่งทำให้สามารถสันนิษฐานพฤติกรรมของคนร้ายได้ การตรวจหารอยฝ่าเท้าอย่างละเอียดถี่

ถั่วและมะเดื่อฝรั่ง อาจทำให้ได้พยานหลักฐานและเบาะแสที่สำคัญในการสืบสวนสอบสวนหาตัวผู้กระทำความผิด(Krishan 2007 : 137)

รอยฝ่าเท้าถูกพิจารณาว่ามีคุณค่าอย่างมากต่องานด้านนิติวิทยาศาสตร์ซึ่งถ้าหากรอยฝ่าเท้าที่ถูกตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุนั้นมีรูปแบบของลายเส้นนูน(ridge)ปรากฏอยู่มากพอก็สามารถที่จะนำรอยฝ่าเท้าที่มีลายเส้นนั้นไปใช้ในการตรวจเปรียบเทียบกับรอยฝ่าเท้าของผู้ต้องสงสัย ด้วยวิธีการแบบเดียวกันกับการตรวจรอยลายนิ้วมือได้ แต่หากรอยฝ่าเท้านั้นไม่มีรายละเอียดของลายเส้นที่จำเป็นต่อการตรวจพิสูจน์ปรากฏอยู่หรือไม่เพียงพอต่อการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล รอยฝ่าเท้าเหล่านี้ก็ยังคงเต็มไปด้วยข้อมูลที่น่าสนใจอื่นๆซึ่งเพียงพอที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับยืนยันตัวบุคคลด้วยคุณลักษณะ ทางด้านขนาดและรูปร่างของรอยฝ่าเท้าได้(Bodziak 2000 : 381)

ในต่างประเทศได้มีการศึกษาวิจัยและให้ความสำคัญกับเรื่องรอยฝ่าเท้าของมนุษย์มาก ไม่ว่าจะเป็นงานด้านการแพทย์ ด้านกายภาพบำบัด ด้านมานุษยวิทยา ด้านอุตสาหกรรมการผลิต รองเท้าให้กับทหารในกองทัพสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่องานด้านนิติวิทยาศาสตร์ ในประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา ญี่ปุ่น อินเดียและประเทศอื่นๆ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรอยฝ่าเท้าโดยการเปรียบเทียบทั้งขนาด รูปร่างและลักษณะรูปแบบของรอยฝ่าเท้าซึ่งรอยฝ่าเท้านั้นได้ถูกนำมาใช้อย่างประสบความสำเร็จในงานสืบสวนสอบสวนเพื่อการคลี่คลายคดี งานวิจัยอันหลากหลายของต่างประเทศได้แสดงให้เห็นว่าเท้าของมนุษย์ที่มีโครงสร้างเจริญเติบโตเต็มที่รวมทั้งรอยประทับที่เกิดขึ้นจากเท้า นั้นไม่เพียงแต่จะแสดงถึงคุณลักษณะอันเป็นการเฉพาะของบุคคลคนนั้น แต่ยังสามารถให้เบาะแสที่มีคุณค่าอย่างสูงเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลอีกด้วย

นอกจากนี้ รอยฝ่าเท้ายังถือเป็นพยานหลักฐานที่เชื่อมโยงไปถึงตัวบุคคลผู้เป็นเจ้าของรอยฝ่าเท้านั้น อีกทั้งในการตรวจพิสูจน์ก็สามารถใช้วิธีการวัดและการเปรียบเทียบคุณลักษณะของรูปร่าง โครงสร้างและรูปแบบของรอยฝ่าเท้านั้นได้ เทคนิคการตรวจพิสูจน์นี้ถือเป็นกระบวนการขั้นตอนหนึ่งในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของรอยฝ่าเท้าที่มักจะถูกตรวจพบอยู่ในสถานที่เกิดเหตุเสมอ และถ้าหากเจ้าหน้าที่ได้ทำการตรวจสอบอย่างตั้งใจและระมัดระวังก็อาจทำการเก็บรวบรวมรอยฝ่าเท้าได้จากสถานที่เกิดเหตุเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะคดีที่เกิดขึ้นภายในบริเวณบ้าน สำหรับในประเทศไทย คนไทยส่วนใหญ่ก็ยังคงมีวัฒนธรรมประเพณีที่ยึดถือปฏิบัติกันมาแต่โบราณด้วยการเดินเท้าเปล่า หรือถอดรองเท้าก่อนแล้วจึงเดินเข้าไปภายในบ้าน เมื่ออยู่ภายในบ้านคนส่วนใหญ่จึงเดินด้วยเท้าเปล่า หากมีคดีต่างๆเกิดขึ้นภายในบริเวณบ้านพักอาศัยหรือภายในห้องที่เกิดเหตุ จึงน่าจะมีความเป็นไปได้ที่คนร้ายไม่ได้สวมรองเท้าในขณะที่กระทำความผิด อย่างเช่น ในคดีข่มขืนหรือคดีฆาตกรรม ซึ่งในกรณีดังกล่าวนี้ อาจตรวจพบรอยฝ่าเท้าของคนร้ายปรากฏอยู่ภายในที่เกิดเหตุ นอกจากนี้รอยฝ่าเท้าก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการคำนวณหาความสูง การแสดงถึง

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของร่างกายกับรอยฝ่าเท้าที่ปรากฏขึ้นและอื่นๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแสดงถึงคุณลักษณะเฉพาะตัวและใช้ในการบ่งชี้รูปแบบโครงสร้างทางกายภาพเท้าของตัวอาชญากร การศึกษาในเรื่องดังกล่าวนี้ถือเป็นประโยชน์ในการอธิบายและวิเคราะห์ถึงรอยฝ่าเท้าที่ปรากฏอยู่ในสถานที่เกิดเหตุซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับคดีต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสดงให้เห็นถึงลักษณะของคนร้าย ทั้งในคดีที่มีการต่อสู้ทำร้ายร่างกาย คดีฆาตกรรม คดีความผิดเกี่ยวกับเพศ คดีลักทรัพย์ และในคดีอื่นๆ (Krishan 2008 : 63)

ในคดีลักทรัพย์ตามบ้านหรือที่พักอาศัยที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง คนร้ายต้องปีนป่ายขึ้นไปบนรั้วกำแพงหรือตามหน้าต่างที่อยู่ชั้นบนของบ้าน อาคารหรือตึกสูงๆ คนร้ายส่วนใหญ่ก็ต้องใช้วิธีปีนป่ายด้วยเท้าเปล่าเพื่อให้เกิดความสะดวกคล่องตัวในการลงมือกระทำความผิดหรือเพื่อป้องกันมิให้เกิดเสียงดังจากการที่พื้นรองเท้าไปกระทบกับพื้นห้อง ดังนั้นในการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุจึงมักจะมีการตรวจพบรอยฝ่าเท้าปรากฏอยู่ตามที่ต่างๆ ทั้งภายนอก ภายในอาคาร ไม่ว่าจะเป็นบนประตูกำแพง ระเบียง เพอร์นิเจอร์ บนตู้ โต๊ะ เก้าอี้ ชั้นวางสิ่งของ ฯลฯ หรือแม้กระทั่งบนเสื้อผ้าและร่างกายของผู้เสียหาย รอยฝ่าเท้านั้นก็จะกลายเป็นพยานหลักฐานอันสำคัญที่จะใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลและสามารถเชื่อมโยงกันระหว่างเหตุอาชญากรรมกับตัวคนร้ายได้ รวมทั้งการคัดแยกถึงความเป็นไปได้ว่าบุคคลใดเคยหรือไม่เคยเข้าไปในสถานที่เกิดเหตุอีกด้วย

สำหรับในประเทศไทยปัญหาที่เกิดขึ้นคือหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องยังไม่ค่อยมีการให้ความสนใจด้านการศึกษาค้นคว้าและงานวิจัยเกี่ยวกับรอยฝ่าเท้า การตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานประเภทรอยฝ่าเท้านี้ยังคงถือเป็นเรื่องแปลกใหม่ และมีการให้ความสนใจกับรอยฝ่าเท้าที่พบในสถานที่เกิดเหตุน้อยมาก จึงไม่ค่อยมีการนำรอยฝ่าเท้ามาใช้ในการตรวจพิสูจน์ ทั้งๆ ที่ความจริงแล้วมีโอกาสตรวจพบได้ง่ายและพบได้มากกว่าพยานหลักฐานชนิดอื่น เพียงแต่พนักงานสอบสวนหรือเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุมักจะมองข้าม ไม่ค่อยให้ความสำคัญกับพยานวัตถุประเภทนี้มากนัก จึงทำให้การตรวจหาและตรวจเก็บรอยฝ่าเท้าขาดความละเอียด ไม่ทุ่มเทให้กับงานด้านนี้อย่างจริงจัง บางครั้งก็ใช้วิธีการเก็บที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้คุณค่าของพยานหลักฐานประเภทนี้ลดลงหรือสูญเสียไป ทั้งๆ ที่ในความเป็นจริงแล้วคุณค่าของรอยเท้านั้นไม่ได้บอกแต่เพียง ขนาด รูปร่างของเท้าเท่านั้น แต่การสังเกตรอยเท้ายังอาจบ่งบอกได้ถึงรูปร่าง ลักษณะ จำนวนของคนร้าย พฤติกรรมของคนร้าย ท่าทางการเคลื่อนไหวในลักษณะยืน เดิน วิ่ง ลักษณะพิเศษของร่างกายของบุคคลที่เป็นเจ้าของรอยเท้า เช่น คนที่เท้าพิการจะมีความยาวของการก้าวเท้าที่ไม่เท่ากัน ไปจนถึงระดับที่สามารถแสดงถึงความเป็นเอกลักษณ์เพื่อใช้พิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลอีกด้วย

ปัญหาที่เกิดขึ้นอีกประการคือ ในกรณีที่เจ้าหน้าที่ที่สามารถจับกุมผู้ต้องสงสัยได้ก็จะมี การนำตัวผู้ต้องสงสัยเข้าสู่กระบวนการพิจารณาคดีในชั้นศาล พยานหลักฐานที่จะช่วยในการนำตัว

ผู้กระทำความผิดไปฟ้องศาลเพื่อเข้าสู่กระบวนการพิจารณาคดี และลงโทษผู้กระทำความผิดตามกระบวนการยุติธรรมมักเป็นพยานบุคคลที่เป็นผู้เห็นเหตุการณ์หรือพยานบุคคลที่อยู่ในเหตุการณ์ ซึ่งเรียกว่าประจักษ์พยาน ไม่ว่าจะเป็นตัวผู้เสียหายเอง พยานผู้รู้เห็นเหตุการณ์ หรือแม้แต่ตัวผู้กระทำความผิดที่ได้ให้การรับสารภาพ แนวทางการสืบสวนของเจ้าหน้าที่ตำรวจจึงมุ่งหาพยานบุคคลก่อนเป็นอันดับแรก แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในบางคดีก็คือ ทางเจ้าหน้าที่ตำรวจไม่สามารถหาพยานบุคคลได้ ไม่ว่าจะเป็นตัวผู้เสียหายเองหรือบุคคลที่เป็นผู้อยู่หรือเห็นเหตุการณ์ อย่างเช่น กรณีที่คนร้ายฆ่าผู้เสียหายจนถึงแก่ความตาย หรือในคดีความผิดต่อทรัพย์ที่เกิดขึ้นตอนกลางคืน ปราศจากผู้รู้เห็น เป็นต้น พยานที่พอจะหาได้ในกรณีเช่นนี้จึงมีเพียงพยานวัตถุเท่านั้น นอกจากนี้การใช้พยานบุคคลยังมีปัญหาต่อรูปคดี ตัวพยานบุคคลเองมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปตามเหตุการณ์และอ่อนไหวง่าย เช่น พยานไม่ยอมมาให้การที่ศาล พยานกลับคำให้การในชั้นศาล พยานลืมรายละเอียดในเหตุการณ์ที่พยานรู้เห็น หรือพยานถูกจ้างให้กลับคำให้การหรือให้การบิดเบือนจากความจริง เป็นต้น พยานบุคคลจึงก่อให้เกิดปัญหาตามที่ได้กล่าวมาเป็นอย่างมาก อีกทั้งจำเลยซึ่งได้รับความคุ้มครองตามกฎหมายก็อาจให้การปฏิเสธในชั้นสอบสวนเพื่อขอสู้คดีในชั้นศาลได้ ในการพิจารณาคดีของศาลจึงมีบรรทัดฐานว่า คำรับสารภาพของผู้ต้องหาในชั้นสอบสวนนั้นไม่สามารถใช้เป็นพยานหลักฐานในชั้นศาลได้ ข้อพิจารณาดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความไม่เชื่อมั่นต่อพยานบุคคลในกระบวนการยุติธรรมของศาล โดยเฉพาะตัวจำเลยที่ได้ให้การรับสารภาพต่อเจ้าหน้าที่ตำรวจในชั้นสอบสวน

นอกจากนี้ คนร้ายที่ก่อเหตุเป็นประจำเริ่มมีการใช้ความระมัดระวังในการกระทำความผิดมากขึ้น ทั้งในเรื่องของการจดจำใบหน้า การทิ้งรอยลายนิ้วมือไว้ในสถานที่เกิดเหตุ จึงมีวิธีการป้องกันการทิ้งร่องรอยดังกล่าวด้วยการสวมผ้าคลุมใบหน้า สวมถุงมือ โดยเฉพาะคนร้ายที่ก่อเหตุลักทรัพย์มาหลายๆ คดีจนซ้ำซากก็มักจะสวมถุงมือเพื่อเป็นการป้องกันการเกิดรอยนิ้วมือบนวัตถุที่คนร้ายหยิบจับและสัมผัสไม่ว่าโดยเหตุจงใจหรือโดยเหตุบังเอิญ ในบางครั้งคนร้ายอาจใช้ผ้าเช็ดพื้นผิวของวัตถุที่มีการจับต้องดังกล่าว จึงทำให้พยานหลักฐานประเภทรอยลายนิ้วมือไม่อาจถูกตรวจพบได้ในกรณีเหล่านี้ แต่ถ้าหากในสถานที่เกิดเหตุนั้นมีการตรวจพบรอยเท้าเปล่าของคนร้าย รอยฝ่าเท้านั้นก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นพยานหลักฐานในทางคดีได้ ดังที่ได้กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นในเรื่องเอกลักษณ์ของรอยฝ่าเท้า อีกทั้งคนร้ายส่วนใหญ่ยังไม่ทราบเรื่องการตรวจพิสูจน์ด้วยรอยฝ่าเท้าจึงยังมิได้มีการป้องกันและระมัดระวังเรื่องการเกิดรอยเท้าขณะลงมือกระทำความผิดแต่อย่างใด

ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ในการดำเนินกระบวนการพิจารณาคดีในชั้นศาล มีหลายกรณีที่ผู้ต้องหากลับคำให้การในชั้นศาล ซึ่งขัดแย้งกับคำให้การรับสารภาพในชั้นสอบสวน

ของเจ้าหน้าที่ตำรวจโดยที่พนักงานสอบสวนไม่มีพยานหลักฐานใดๆ มายืนยันการกระทำความผิดของผู้ต้องหา จึงทำให้เกิดความสับสนแห่งคดีขึ้น แต่ถ้าตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุแล้วพบรอยฝ่าเท้า รอยฝ่าเท้านั้นก็จะกลายเป็นพยานหลักฐานอันสำคัญที่จะใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเพื่อเชื่อมโยงไปถึงตัวผู้กระทำความผิดได้ด้วย

เมื่อรอยฝ่าเท้าเป็นวัตถุพยานที่ตรวจพบได้ง่ายในสถานที่เกิดเหตุ และคนร้ายยังไม่ทราบถึงความสำคัญและคุณค่าของวัตถุพยานประเภทรอยฝ่าเท้าที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจพิสูจน์ เพื่อยืนยันเอกลักษณ์บุคคล (Personal Identification) รวมทั้งยังไม่ทราบถึงวิธีการตรวจพิสูจน์ การใช้พยานหลักฐานประเภทรอยฝ่าเท้าจึงถือเป็นการสร้างมิติใหม่ในงานพิสูจน์หลักฐานด้านนิติวิทยาศาสตร์ อันนำไปสู่ความสำเร็จในการสืบสวนสอบสวนอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตลอดจนเป็นพยานหลักฐานที่ใช้สนับสนุนหรือหักล้างในการพิสูจน์ข้อเท็จจริงเพื่อการดำเนินคดีอย่างบริสุทธิ์และยุติธรรมแก่ทุกฝ่ายซึ่งนอกจากพยานหลักฐานประเภทรอยฝ่าเท้าจะสามารถตรวจเก็บได้โดยง่ายแล้ว การตรวจวิเคราะห์ก็สามารถกระทำได้โดยมีวิธีการและขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อนนัก และยังสามารถทำได้โดยสะดวกในสถานที่ใดก็ได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีสูงและมีราคาแพง ส่วนรอยฝ่าเท้าที่ปรากฏลายเส้นสามารถใช้พิสูจน์เอกลักษณ์ได้เช่นเดียวกับรอยลายนิ้วมือ แต่การปรากฏลายเส้นดังกล่าวจะต้องมีความชัดเจนและมีลักษณะพิเศษมากในระดับหนึ่งจึงจะสามารถนำมาตรวจได้ แตกต่างกับการหาเอกลักษณ์ของรอยฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏลายเส้นโดยใช้เพียงรูปร่างของรอยฝ่าเท้าที่สังเกตและกำหนดค่าตรวจวัดจากเส้นขอบนอกของรอยประทับซึ่งเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุหรือแม้แต่นักงานสอบสวนก็สามารถทำได้ด้วยตนเองโดยการวัดความกว้าง ความยาวและการวัดมุมในส่วนต่างๆ ของรอยฝ่าเท้าด้วยวิธีการอันหลากหลายรูปแบบ ทั้งยังทำได้โดยสะดวกและเป็นการประหยัดงบประมาณในการตรวจพิสูจน์หลักฐาน เนื่องจากการตรวจพิสูจน์ด้วยสารพันธุกรรมดีเอ็นเอ (DNA) ต้องใช้งบประมาณสูงและมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก อีกทั้งการตรวจวิเคราะห์ต้องกระทำโดยนักวิทยาศาสตร์ผู้มีความชำนาญเท่านั้น

ข้าพเจ้าจึงเห็นควรที่จะทำการศึกษาวิจัยลักษณะเฉพาะของรอยฝ่าเท้าเพื่อใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลด้วยวิธีการใหม่ๆ โดยศึกษาจากรอยฝ่าเท้าโดยไม่คำนึงถึงลายเส้น (bare feet) เป็นตัวชี้วัดนอกเหนือไปจากรอยลายนิ้วมือ (finger print) ทั้งจากการศึกษาลักษณะ โครงสร้างทางกายภาพและการวัดความกว้าง ความยาวและมุมในรูปแบบต่างๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบเพื่อใช้ในการบ่งบอกถึงเอกลักษณ์ของแต่ละคน และยังเป็นเครื่องมือในงานสืบสวนสอบสวน ทั้งในด้านการตรวจพิสูจน์หลักฐานและการคลี่คลายคดีโดยการใช้พยานหลักฐานประเภทรอยฝ่าเท้าดังกล่าวมาประกอบในการพิสูจน์ข้อเท็จจริงเพื่อยืนยันตัวบุคคล และใช้เป็นหลักฐานมัดตัวผู้กระทำความผิดเพื่อลงโทษตามบทบัญญัติของกฎหมาย ทั้งยังเป็นการอำนวยความสะดวกอย่างเสมอภาคแก่ทุก

ฝ่ายตามกระบวนการยุติธรรมทางอาญา ในอันที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ในเรื่องของความเป็นระเบียบ และความสงบเรียบร้อยหรือศีลธรรมอันดีของประชาชน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ของรอยฝ่าเท้า
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันในการทำขึ้น เคินและ วัง
3. เพื่อหาวิธีการใหม่ๆ ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเชื่อมโยงถึงตัวบุคคลผู้กระทำความผิด

3. สมมติฐานของการวิจัย

1. วิธีการทาบรอย (tracing) สามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ของบุคคลได้
2. รอยฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันที่เกิดจากท่าทางการขึ้น เคินและ วังมีความแตกต่างกัน
3. วิธีการวัดความยาวจากปลายเส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าทั้งห้าและมุมระหว่างเส้นดังกล่าวสามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ได้
4. วิธีการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าทั้งสี่และมุมระหว่างเส้นดังกล่าวสามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ได้
5. รอยฝ่าเท้าซ้ายและขวาของบุคคลคนเดียวกันมีความแตกต่างกัน

4. ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าโดยใช้ข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างรอยฝ่าเท้าของนักศึกษาชายที่มีอายุระหว่าง 18-25 ปี ในสาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์ วาสกรี จำนวน 90 คน โดยเก็บรอยเท้าที่เกิดจากท่าทางการเคลื่อนไหวแบบขึ้น เคินและ วัง แล้วทำการเปรียบเทียบลักษณะของรอยฝ่าเท้าเพื่อชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของรอยฝ่าเท้าโดยใช้วิธีการทาบรอยฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันทั้ง 3 รูปแบบ และการทาบรอยฝ่าเท้าในท่าทางการขึ้นของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 90 คน จากนั้นทำการพิจารณาลักษณะทางกายภาพและทำการวัดรอยฝ่าเท้าที่ถูกพิมพ์ขึ้นจากท่าทางการขึ้นทั้งหมด

5. ข้อจำกัดในการวิจัย

5.1 ในการพิมพ์เท้าเพื่อเก็บรอยฝ่าเท้าจะต้องมีการใช้หมึกพิมพ์สีดำแบบเดียวกันกับหมึกพิมพ์ที่ใช้ในการพิมพ์ลายนิ้วมือและต้องทำการกลิ้งหมึกพิมพ์ดังกล่าวลงบนฝ่าเท้า ซึ่งถ้าหากเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาหญิงมาทำการพิมพ์เท้าอาจทำให้เปรอะเปื้อนและทำความสะอาดได้ยาก ประกอบกับนักศึกษาหญิงทั้งหมดต้องสวมชุดกระโปรงจึงทำให้ไม่เป็นการสะดวกที่จะทำการเก็บตัวอย่างรอยฝ่าเท้าจากนักศึกษาหญิง และจากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรอยฝ่าเท้าของมนุษย์และทำการทดลองพิมพ์รอยฝ่าเท้าแล้วไม่พบความแตกต่างของรูปร่างและรูปแบบรอยฝ่าเท้าไม่ว่าจะเป็นเพศชายหรือเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญแต่อย่างใด ผู้ทำการวิจัยจึงเลือกที่จะทำการเก็บรอยฝ่าเท้าจากนักศึกษาชายเท่านั้น

5.2 การพิมพ์เท้าทั้งสองข้างของกลุ่มประชากรเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อน เนื่องจากเป็นการเก็บข้อมูลส่วนบุคคลที่สามารถยืนยันตัวบุคคลได้ ดังนั้นหากกลุ่มตัวอย่างไม่รู้จักรุ่นเคยและไว้วางใจตัวผู้วิจัยว่าจะนำรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ได้ไปศึกษาวิจัยจริงหรือไม่นั้น จึงอาจมีความกังวลใจต่อผลที่อาจเกิดขึ้นในภายหลังหากมีการนำข้อมูลไปใช้ในทางที่ผิด ผู้ทำการวิจัยจึงเลือกที่จะเก็บรอยพิมพ์ฝ่าเท้าจากกลุ่มประชากรซึ่งเป็นนักศึกษาในภาควิชาที่ผู้วิจัยได้ทำการสอน

6. นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

เท้า (Foot) หมายถึง ส่วนปลายของขามาต่อเข้ากันกับขาที่ข้อเท้า มีลักษณะการวางตัวเป็นมุมฉากกับขาและเป็นอวัยวะส่วนล่างสุดของร่างกาย ซึ่งทำหน้าที่รับน้ำหนักทั้งหมดของร่างกายที่จะผ่านลงไปสู่เบ้าล่างและช่วยรักษาสมดุลของร่างกายในการยืนและการเดิน โดยจัดแบ่งกระดูกโครงร่างของเท้าออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ส่วนหลัง (Hindfoot) ได้แก่ กระดูก Talus และ Calcaneus
2. ส่วนกลาง (Midfoot) ได้แก่ กระดูก Cuboid, Navicular และ Cuneiform ที่ 1 ถึง 3
3. ส่วนหน้า (Forefoot) ได้แก่ กระดูกฝ่าเท้า (Metatarsals) และกระดูกนิ้วเท้า (Phalanges)

ฝ่าเท้า (Plantar fascia) หมายถึง พื้นของเท้าหรือบริเวณด้านล่างของพื้นของเท้าทั้งหมด

รอยฝ่าเท้า หมายถึง รอยประทับในรูปแบบสองมิติของฝ่าเท้าที่ประทับลงบนพื้นผิววัตถุใดๆ ซึ่งอาจปรากฏรูปลักษณะของรอยลายเส้นที่เกิดจากเส้นนูนและเส้นร่องหรือรอยพับย่นตลอดจนกำหนดบริเวณผิวหนังของฝ่าเท้าหรือไม่ก็ได้

เอกลักษณ์บุคคล หมายถึง รูปลักษณะหรือชุดตัวเลขของค่าของการวัดหรือการคำนวณที่มีความเฉพาะตัว

7. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

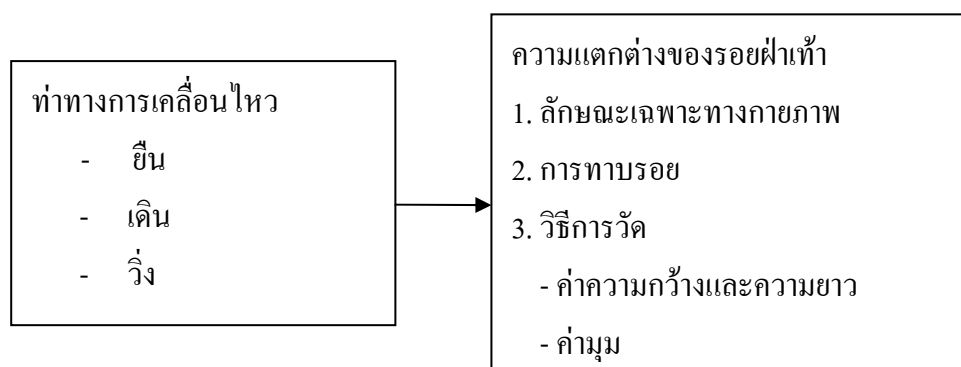
ตัวแปรควบคุม ได้แก่ นักศึกษา เพศ อายุ เชื้อชาติ

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ท่าทางการเคลื่อนไหวแบบยืน เดิน และวิ่ง

ตัวแปรตาม ได้แก่ รอยฝ่าเท้าที่เกิดขึ้นจากท่าทางการเคลื่อนไหวแบบ ยืน เดินและวิ่ง

8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบลักษณะของรอยฝ่าเท้าจากท่าทางการเคลื่อนไหวแบบยืน เดินและวิ่งทั้งของบุคคลคนเดียวกันและต่างบุคคล ตามที่ได้แสดงในกรอบแนวคิด ดังนี้



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวความคิด

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงวิธีการที่ใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของรอยฝ่าเท้า
2. ทำให้ทราบถึงความแตกต่างของรอยฝ่าเท้าซึ่งเกิดจากท่าทางการยืน เดินและวิ่งของบุคคลคนเดียวกัน
3. เพื่อเป็นแนวทางในการนำพยานหลักฐานประเภทรอยฝ่าเท้าที่ตรวจเก็บได้ในสถานที่เกิดเหตุไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
4. สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลโดยใช้รอยฝ่าเท้าทั้งในด้านการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลและการพิสูจน์การกระทำความผิดในกระบวนการยุติธรรม
5. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการพิสูจน์เอกลักษณ์จากรอยฝ่าเท้า

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล ผู้วิจัยได้เสนอข้อมูลด้านแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาประกอบในการศึกษาเพื่อก่อให้เกิดความชัดเจนต่อผลงานวิจัยในเรื่องนี้ โดยแบ่งสาระสำคัญของหัวข้อในการศึกษาได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎี

- 1.1 แนวคิดทั่วไปเกี่ยวกับการพิสูจน์หลักฐาน
- 1.2 กระบวนการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์
- 1.3 การแบ่งประเภทของรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือและฝ่าเท้า
- 1.4 การตรวจหารอยเท้าและรูปแบบของรอยเท้าที่ถูกตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ
- 1.5 วิธีการตรวจเก็บรอยเท้าที่พบในสถานที่เกิดเหตุ
- 1.6 การตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบรอยเท้า

ส่วนที่ 2 กายวิภาคศาสตร์เท้าของมนุษย์

- 2.1 ทฤษฎีกายวิภาคศาสตร์ส่วนเท้า
- 2.2 การเคลื่อนไหวของเท้า
- 2.3 ผิวหนังของเท้า
- 2.4 ความผิดปกติของเท้า

ส่วนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 3.1 งานวิจัยในประเทศ
- 3.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

ส่วนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎี

พยานหลักฐานนั้นหมายถึงสิ่งใดก็ตามที่สามารถจับต้องได้ตามกฎหมายและเป็นสิ่งที่สามารถเสนอในชั้นศาลเพื่อพิสูจน์ถึงข้อเท็จจริงในคดีได้ (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ 2546 : 28) และตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา มาตรา 226 พยานหลักฐาน หมายถึง พยานวัตถุ พยานเอกสารหรือพยานบุคคล ตลอดจนหลักฐานอื่นๆ ซึ่งอาจใช้เป็นเครื่องพิสูจน์การกระทำความผิดได้ พยานหลักฐานนี้มีบทบาทสำคัญต่อการใช้ดุลยพินิจของศาลในการชี้หน้าหนัก

เพื่อทำการวินิจฉัยพิพากษาลงโทษจำเลย ซึ่งถ้าหากพยานหลักฐานนั้นยังมีข้อสงสัยหรือไม่มีความน่าเชื่อถือเพียงพอศาลก็ไม่อาจที่จะตัดสินลงโทษจำเลยได้

เมื่อก้าวถึงพยานวัตถุ เราไม่อาจให้คำจำกัดความอย่างง่าย ๆ สั้น ๆ ที่ได้ใจความที่ถูกต้องที่สุดได้ เพราะทุกสิ่งทุกอย่างนั้นหากอยู่ในสถานะที่เหมาะสมก็สามารถที่จะกลายสภาพเป็นพยานวัตถุได้ทั้งสิ้นไม่ว่าจะอยู่ในสถานะใดก็ตาม ดังนั้นสิ่งใดก็ตามที่สามารถใช้พิสูจน์ได้ว่าการกระทำผิดเกิดขึ้น ไซ้บอกได้ว่าใครเป็นผู้กระทำความผิด และสามารถเชื่อมโยงผู้กระทำความผิดเข้ากับอาชญากรรมหรือผู้เคราะห์ร้ายได้ก็ถือว่าเป็นพยานวัตถุ เช่นเดียวกับที่ Dr.Richard Saferstein, (Criminalistics: An Introduction to Forensic Science. 1995) ได้กล่าวไว้ว่า “Physical evidence encompasses any and all objects that can establish that a crime has been committed or can provide a link between a crime and its victim or a crime and its perpetrator.

จากคำกล่าวของ พอล แอล เคิร์ค (Paul L.Kirk 1974 : 2) ที่กล่าวไว้ว่า ไม่ว่าที่ใดก็ตามที่คนร้ายได้ก้าวออกไป สิ่งใดก็ตามที่คนร้ายได้สัมผัส หรือสิ่งใดก็ตามที่คนร้ายได้ทิ้งไว้โดยไม่ได้อำนาจใจ สิ่งเหล่านี้อาจถือได้ว่าเป็นพยานเงียบ (Silent witness) ที่สามารถย้อนกลับมาเป็นหลักฐานมัดตัวผู้กระทำความผิดเอง ซึ่งไม่เพียงแต่รอยลายนิ้วมือหรือรอยฝ่าเท้าเท่านั้น แต่เส้นผม เส้นใยจากเสื้อผ้า เศษแก้ว รอยเครื่องมือ รอยครูดของสิริรถ คราบโลหิตและคราบอสุจิ ฯลฯ สิ่งต่างๆเหล่านี้ก็ล้วนแล้วแต่เป็นวัตถุพยานที่มีความน่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับในชั้นศาลเพื่อเป็นพยานมากที่สุด วัตถุพยานเหล่านี้ยังชี้ไปถึงตัวคนร้ายได้อีกด้วย ซึ่งพยานหลักฐานที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้มีคุณค่าในตัวเอง มีความเที่ยงตรง และไม่มีทางที่จะสูญหายไปได้ทั้งหมด เพียงแต่ว่าการวิเคราะห์และประมวลผลโดยบุคคลที่เกี่ยวข้องอาจเกิดความผิดพลาด ซึ่งอาจทำให้คุณค่าของพยานหลักฐานเหล่านั้นลดน้อยลง จากแนวคิดดังกล่าวได้แสดงให้เห็นถึงคุณค่าและความสำคัญ of พยานหลักฐานประเภทพยานวัตถุต่างๆที่มีอยู่จริงและมีความน่าเชื่อถือจนสามารถนำไปใช้ในการพิสูจน์ถึงการกระทำความผิดและการติดตามตัวผู้กระทำความผิดรวมถึงการเชื่อมโยงระหว่างคนร้ายเข้ากับเหตุการณ์ในคดีอีกด้วย

1.1 แนวคิดทั่วไปเกี่ยวกับการพิสูจน์หลักฐาน

การพิสูจน์หลักฐาน (Criminalistics) จัดได้ว่าเป็นนิติวิทยาศาสตร์ (Forensic Science) ประเภทที่เป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural Science) โดยสมาคมพิสูจน์หลักฐานแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (California Association of Criminalists) ได้อธิบายความหมายของคำว่า “การพิสูจน์หลักฐาน” ไว้เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ.2506 ว่า “Criminalistics is that Profession and Scientific Discipline to the Recognition, Identification and Evaluation of Physical Evidence by Application of the Natural Sciences to Law-Science Matter” ซึ่งหมายถึง กฎเกณฑ์ทั้งทางวิชาชีพ

และทางวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการให้การรับรองการชี้เฉพาะ การจำแนกและการตีความหมายของ พยานวัตถุ โดยนำวิทยาศาสตร์ธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในกรณีที่เกี่ยวข้องกันระหว่างกฎหมายกับ วิทยาศาสตร์ หรืออาจขยายคำจำกัดความให้ชัดเจนได้ว่า การพิสูจน์หลักฐานเป็นศาสตร์แขนงหนึ่ง ที่อาศัยกฎเกณฑ์ ทฤษฎีต่างๆ ของวิทยาศาสตร์หลายสาขา เช่น เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา มารวมกัน ภายใต้อาณัติของกฎหมาย เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์สำคัญ คือ การพิสูจน์การกระทำผิด หรือความบริสุทธิ์ของผู้ถูกกล่าวหา

1.1.1 หลักทฤษฎีของการพิสูจน์หลักฐาน

จากการที่นิติวิทยาศาสตร์คือการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ทุกสาขามา ประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์แห่งกฎหมาย ทั้งในเรื่องของการออกกฎหมายและการบังคับใช้ในเรื่อง บทลงโทษ (Enforcement) จึงสามารถจำแนกหลักการทางนิติวิทยาศาสตร์ตามประเภทของวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

(1) นิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural Science)

ได้แก่ วิชาการพิสูจน์หลักฐาน (Criminalistics)

(2) นิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Apply Sciences) โดย การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการยุติธรรม ซึ่งมีอยู่หลายสาขา ยกตัวอย่างเช่น

(2.1) นิติเวชศาสตร์ (Legal Medicine หรือ Forensic Medicine) หมายถึง วิชาแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายและยังรวมถึงวิชากฎหมายในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์และการประกอบวิชาชีพของแพทย์ด้วย อันได้แก่ นิติพยาธิวิทยา (Forensic Pathology) นิติพิษวิทยา (Forensic Toxicology) นิติซีโรโลยี (Forensic Serology) นิติจิตเวชศาสตร์ (Forensic Psychiatry) การตรวจพิสูจน์หลักฐาน (Criminalistics)

(2.2) นิติวิศวกรรมศาสตร์ (Forensic Engineering) เป็นการนำ ความรู้และประสบการณ์ทางวิศวกรรมศาสตร์มาเพื่อใช้เป็นประโยชน์แห่งกฎหมาย

(2.3) นิติทันตวิทยา (Forensic Odontology) เป็นการนำความรู้ ทางทันตวิทยาใช้ในกระบวนการยุติธรรม เช่น การตรวจพิสูจน์ฟันของผู้เสียชีวิตที่พบในสถานที่ เกิดเหตุเครื่องบินตก โดยนำมาเปรียบเทียบกับฟิล์มเอกซเรย์จากประวัติการทำฟัน เพื่อยืนยันว่า ผู้เสียชีวิตเป็นใคร

(2.4) นิติเภสัชวิทยา (Forensic Phamacology) เป็นการนำความรู้ เกี่ยวกับยาที่ใช้ในกระบวนการยุติธรรม เช่น ยาพิษ ยาที่เป็นอันตราย เป็นต้น

(2.5) นิติมานุษยวิทยา (Forensic Anthropology) ได้แก่ การตรวจวิเคราะห์เกี่ยวกับกระดูกโครงร่างมนุษย์ประกอบกับเทคนิคต่างๆ เพื่อให้สามารถบอกอายุ เพศ เชื้อชาติ และโครงร่างของผู้ตาย

(2.6) นิติกีฏวิทยา (Forensic Entomology) เป็นการศึกษาถึงแมลงและหนอนที่เกี่ยวข้องกับคดี เช่น การประมาณเวลาการตายจาก จากวงจรชีวิตของหนอนแมลงวันที่พบจากศพ

สำหรับวิชาพิษฐานหลักฐานนั้นจัดได้ว่าเป็นสาขาหนึ่งของวิชานิติวิทยาศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงเอาหลักเกณฑ์ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์(เคมี,ฟิสิกส์,ชีววิทยา,คณิตศาสตร์)มาช่วยในการตรวจพิษฐานพยานหลักฐานต่างๆ โดยอาศัยหลักสำคัญ 2 ประการ คือ

1.1.1.1 การจำแนก (Classification) เป็นการจัดวัตถุ จัดประเภท การแสดงให้เห็นความแตกต่าง เช่น กรณีรถหายแจ้งความกับตำรวจ เมื่อตำรวจพบรถ ผู้เสียหายต้องสอบถามก่อนว่าเป็นรถชนิดอะไร สีอะไร ยี่ห้ออะไร ซึ่งเป็นการจำแนกก่อนที่จะมาถึงขั้นตอนของการชี้เฉพาะ (Identification)

1.1.1.2 การชี้เฉพาะ (Identification) ทางด้านวิชาปรัชญาคำว่า Identity หมายถึง ความหายากหรือสิ่งของที่มีเพียงหนึ่งเท่านั้น ไม่สามารถนำสิ่งอื่นมาทดแทนได้ ฉะนั้นของสองสิ่งย่อมจะไม่เป็นIdenticalกันได้นอกจากสิ่งนั้นเองจึงทำให้การพิษฐานหลักฐาน(Criminalistics) เข้ามามีบทบาทก็เพราะความหมายนี้ การชี้เฉพาะ (Identification) จึงเป็นกรรมวิธีในการที่จะจัดให้สิ่งของที่มีตัวตนสิ่งหนึ่งไปรวมอยู่ในประเภทหรือจำพวกที่มีการกำหนดขอบเขต หรือคุณลักษณะที่แน่นอนเอาไว้ เช่น Fingerprint Identification ได้แก่ การตรวจสอบลายนิ้วมือที่ต้องสงสัยว่าจะเกิดจากมือของบุคคลต้องสงสัยหรือไม่ โดยอาศัยหลักการที่กำหนดไว้แล้วในเรื่องจำนวนและชนิดที่สำคัญของลักษณะสำคัญพิเศษต่างๆ ของลายนิ้วมือ เป็นต้น การชี้เฉพาะจึงต้องอาศัยคุณลักษณะ 2 ประการ คือ

1) คุณลักษณะโดยทั่วไป (Class Characteristics)

2) คุณลักษณะเฉพาะ (Individual Characteristics)

ตัวอย่างเช่น รอยรองเท้าที่ขนาดของรองเท้าเบอร์ต่างๆ เช่น เบอร์ 39,40 ถือเป็นการจำแนก ส่วนลักษณะของพื้นรองเท้า ตลอดจนรู้นที่ผลิตหรือแบบของบริษัท ผู้ผลิตจัดว่าเป็นคุณลักษณะโดยทั่วไป(Class Characteristics)ซึ่งถือเป็นรากฐานของการIdentification ส่วนลักษณะของการสึกหรอหรือร่องรอยความเสียหายที่เกิดจากการใส่ใช้งานนั้น จัดเป็นคุณลักษณะเฉพาะ(Individual Characteristics) ซึ่งเป็นสิ่งที่ใช้บอกความเป็นหนึ่งเดียวอย่างเดี่ยว (Identity) ซึ่งสิ่งของสองอันจะเหมือนกันได้ก็ต่อเมื่อสิ่งนั้นเป็นตัวของตัวเองสิ่งนั้นเองเท่านั้น

1.1.2 ประวัติของการพิสูจน์หลักฐาน

สำหรับประวัติของการพิสูจน์หลักฐานเริ่มปรากฏขึ้นมาตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 18 โดยอัลฟองเซ เบอติลลอง (Alphonse Bertillon, ค.ศ.1853-1914) เป็นบุคคลแรกในการวางรากฐานของการ Identification เมื่อปี ค.ศ.1879 โดยใช้หลักการชี้ตัวบุคคล ที่เรียกว่า Anthropometry ซึ่งมีหลักการว่า “บุคคลสองคนไม่มีโอกาสที่จะมีขนาดร่างกายตรงกันได้ทุกประการ” เขาได้จัดระบบการวัดขนาดของอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายไว้เพื่อเป็นหลักฐานการชี้ตัวบุคคล จนเป็นที่ยอมรับของทุกองค์การตำรวจและส่วนหนึ่งก็คือ การใช้ภาพแสดงลักษณะบุคคล (Portrait Parle) ซึ่งยังคงใช้กันอยู่จนถึงปัจจุบันนี้



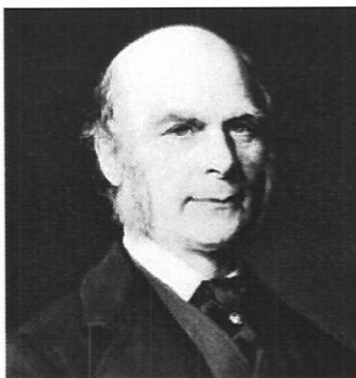
ภาพที่ 1 อัลฟองเซ เบอติลลอง (Alphonse Bertillon, ค.ศ.1853-1914)

ที่มา : Alphonse Bertillon (French official) [Online], accessed 24 February 2009.

Available from <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/62827/Alphonse-ertillon>

ต่อมาปีพ.ศ. 2435 เซอร์ ฟรานซิส กาลตัน (Sir Francis Galton, ค.ศ. 1822-1911) นักมานุษยวิทยาชาวอังกฤษ เป็นผู้ริเริ่มค้นคว้าเรื่องลายนิ้วมือและพบว่า ลายนิ้วมือของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ไม่สืบทอดไปถึงลูกหลาน เป็นความเด่นชัดทางมานุษยวิทยาและสามารถนำลายพิมพ์นิ้วมือมาเปรียบเทียบชี้ยันตัวบุคคล ได้ตีพิมพ์บทความทางวิชาการเป็นครั้งแรก เกี่ยวกับระบบแบบแผนลายนิ้วมือที่สามารถระบุบุคคลได้ด้วยลักษณะพิเศษของลายเส้นบนลายนิ้วมือที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลที่เรียกว่า จุดสำคัญ (minutiae point; มินูเชีย) ซึ่งสามารถคงทนอยู่ได้ทนทานถาวรตลอดอายุของบุคคลนั้น และได้เขียนหนังสือชื่อ Fingerprints ซึ่งกล่าวถึงวิธีพิสูจน์หลักฐาน

ตัวบุคคล ระบบพิสูจน์ลายนิ้วมือโดยใช้จุดสำคัญของกาลตันนี้ยังคงใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และมีการพัฒนาการเก็บไว้ในเครื่องตรวจลายนิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS)



ภาพที่ 2 เซอร์ ฟรานซิส แกลตัน (Sir Francis Galton F.R.S., Feb.16, 1822 – Jan.17, 1911)

ที่มา : Pre-Galton eugenics [Online], accessed 24 February 2009.

Available from <http://www.martinfrost.ws/htmlfiles/mar2007/eugenics.html>

นอกจากนี้ในช่วงสมัยเดียวกัน Edmond Locard (ค.ศ. 1877-1966) ผู้ให้กำเนิดทฤษฎี Locard's Exchange Principle Theory ชาวฝรั่งเศสได้ทำการบุกเบิกด้านวิทยาศาสตร์และด้าน อาชญวิทยา โดยมีความเชื่อว่า ทุกวิธีการในวิชาที่เกี่ยวกับธรรมชาติโดยตรงสามารถดัดแปลงมาใช้ งานในด้านการเปรียบเทียบเพื่อชี้ยืนยันตัวบุคคลและเป็นประโยชน์ทางการสืบสวน ซึ่งเป็นที่มาของทฤษฎีที่ว่า เมื่อวัตถุสองสิ่งกระทบกันย่อมเกิดการแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน (Every contact leaves a trace)



ภาพที่ 3 เอ็ดมอนด์ โลคาร์ด (Edmond Locard)

ที่มา : Edmond Locard [Online], accessed 24 February 2009.

Available from http://www.crimezzz.net/forensic_history/image/LOcard

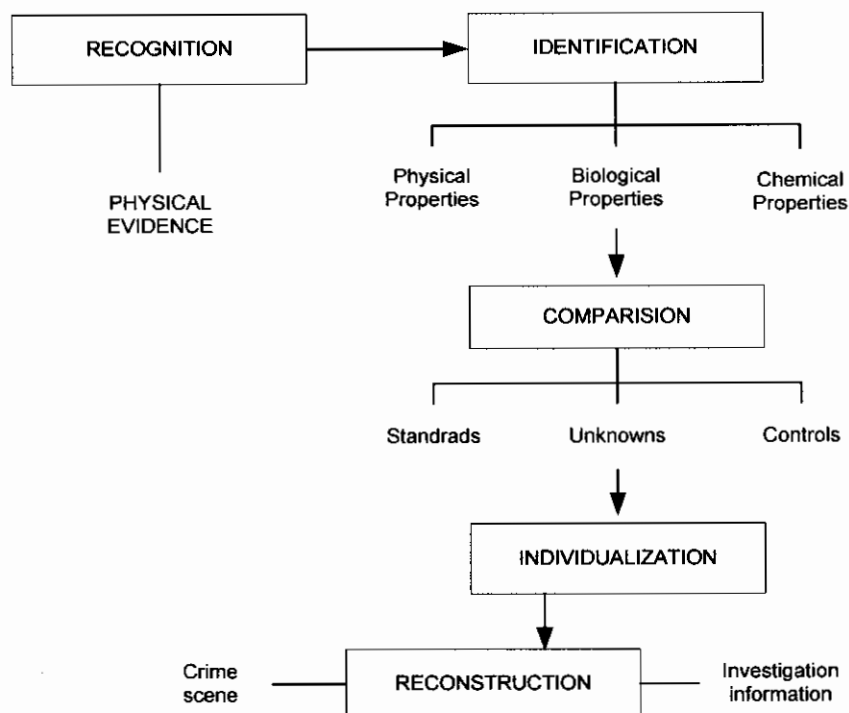
ทฤษฎีของ Locard ก่อให้เกิดแนวคิดในการเชื่อมโยงพยานหลักฐาน ซึ่งเป็นรากฐานในการปฏิบัติงานของผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุในปัจจุบัน

งานพิสูจน์หลักฐานได้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการสร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ เช่น เครื่อง SEM ,เครื่อง XRF ฯลฯ หรือการพัฒนาเทคนิคในการตรวจพิสูจน์ เช่น เทคนิค PCR , เทคนิคการตรวจหารอยลายนิ้วมือที่ผิวหนังมนุษย์ ฯลฯ

ในปัจจุบันขอบเขตของงานพิสูจน์หลักฐาน ประกอบด้วย

1. การตรวจลายนิ้วมือ ฝ่ามือและฝ่าเท้า (Fingerprint, Palmprint, Footprint) รวมทั้งระบบตรวจพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS)
2. การตรวจเอกสาร (Document) ได้แก่ การตรวจหมึกพิมพ์ ตรวจลายเซ็น ลายมือเขียน ตรวจอายุเอกสาร
3. การตรวจอาวุธปืน และกระสุนปืน (Forensic Ballistics)
4. การตรวจสถานที่เกิดเหตุและการถ่ายรูป (Crime Scene Investigation and Forensic Photography)
5. การตรวจทางเคมีและฟิสิกส์ (Forensic Chemistry & Physics) เช่น การตรวจวิเคราะห์สารต่างๆ ตรวจร่องรอยการเฉี่ยวชนรถ
6. การตรวจพยานวัตถุทางชีววิทยา (Biological Trace Evidence) เช่น ตรวจเส้นผม เลือด อสุจิ
7. การตรวจทางนิติเวช (Forensic Medicine) ได้แก่ งานนิติพยาธิ งานนิติวิทยา งานชีวเคมี งานพิสูจน์บุคคล งานภาพการแพทย์

1.2 กระบวนการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์



แผนภูมิที่ 2 กระบวนการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ (Forensic examinations)

ที่มา : Henry C. Lee, Timothy M. Palmbach and Marilyn T. Miller, Henry Lee's Crime Scene Handbook (Academic Press, 2001), 1-2.

กระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์นั้นเริ่มต้นจาก

1. สถานที่เกิดเหตุ

ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุตรวจพบและให้การรับรอง (recognition) การมีอยู่จริงของวัตถุพยานนั้นในสถานที่เกิดเหตุ

2. ห้องปฏิบัติการ

2.1 การระบุชี้ชัด (identification) วัตถุพยานถูกส่งมาตรวจพิสูจน์ที่ห้องปฏิบัติการ ซึ่งการตรวจพิสูจน์ในห้องปฏิบัติการก็จะเริ่มจากการระบุชี้ชัดก่อนว่าวัตถุพยานนั้นคืออะไร โดยอาศัยการทดสอบคุณสมบัติทางเคมี-ชีวและฟิสิกส์ (กรณีนี้ไม่ต้องมีตัวอย่างเปรียบเทียบ อาศัยการวิเคราะห์จากคุณสมบัติ)

2.2 การตรวจเปรียบเทียบ (Comparison) เป็นขั้นตอนการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานที่ไม่สามารถระบุชี้ชัดได้จากคุณสมบัติทางเคมี-ชีวและฟิสิกส์ ต้องอาศัยตัวอย่างเปรียบเทียบในการตรวจพิสูจน์

2.3 การระบุความเป็นเอกลักษณ์ (Individualization) เป็นขั้นตอนต่อเนื่องจากการตรวจเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ทราบแหล่งที่มา (Know Standard) ใช้การตรวจพิสูจน์ยืนยันโดยอาศัยเอกลักษณ์ความเป็นหนึ่งเดียวของตัวมันเอง เช่น คำหีบพิเศษของรอยลายนิ้วมือหรือรหัสสารพันธุกรรมดีเอ็นเอ ที่แต่ละบุคคลไม่มีซ้ำกัน

3. ขั้นสอบสวน

เป็นขั้นตอนของการปะติดปะต่อเรื่องราว (reconstruction) เป็นการนำผลการตรวจพิสูจน์และข้อมูลจากการสืบสวนสอบสวน มาสร้างลำดับย้อนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานที่เกิดเหตุ

กระบวนการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ถือเป็นหลักการสำคัญของการนำวัตถุพยานไปใช้ประโยชน์ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพของงานสืบสวนสอบสวนและเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่านิติวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการทำงานในแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific method) คือ มีความโปร่งใส สามารถตรวจสอบและอธิบายได้ทุกขั้นตอน (Lee, Timothy M. Palmbach and Marilyn T. Miller 2001 : 1-2)

1.3 การแบ่งประเภทของรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือและฝ่าเท้า

รอยลายนิ้วมือ ลายฝ่ามือ และฝ่าเท้าของมนุษย์นั้นถือเป็นพยานวัตถุประเภทรอยประทับที่พบได้ง่ายและพบได้มากที่สุดในสถานที่เกิดเหตุ ผู้กระทำความผิดหรืออาชญากรอาจใช้มือหรือเท้าสัมผัสกับวัตถุในที่เกิดเหตุทั้งโดยความตั้งใจและโดยเหตุบังเอิญแล้วเกิดเป็นรอยประทับแฝงอยู่บนพื้นผิวของวัตถุต่างๆ ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ในสถานที่เกิดเหตุ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ



ภาพที่ 4 แสดงภาพลายพิมพ์นิ้วมือ 10 นิ้วบนแผ่นพิมพ์มือผู้ต้องหา

ที่มา : มานะ งามเนตร, คำแนะนำการพิมพ์ลายพิมพ์นิ้วมือ เพื่อการพิสูจน์บุคคล [Online], accessed 23 April 2009. Available from [http:// www.deksalween.com](http://www.deksalween.com)

1.3.1 ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Patent Print) มี 2 ชนิด คือ

1) ชนิด 2 มิติ เป็นลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าที่เกิดจากการเปื้อนสารต่างๆ เช่น รอยฝ่าเท้าที่เปื้อนคราบโลหิต เปื้อนฝุ่นที่ติดบนพื้นผิวต่างๆ สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 5 แสดงภาพรอยฝ่าเท้าเปื้อนคราบโลหิต

ที่มา : พลตำรวจเอก อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน(Forensic Science 2 for Crime Investigation) (กรุงเทพฯ : บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546), 10.

2) ชนิด 3 มิติ เป็นลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าที่ไปสัมผัสหรือกดลงบนผิววัตถุที่เป็นของอ่อน เช่น ดินเหนียว ดินน้ำมัน เป็นผลทำให้เกิดร่องรอยบนวัตถุนั้นเป็น 3 มิติ เช่น รอยเท้าบนดินเหนียว ลายนิ้วมือบนดินน้ำมัน ฯลฯ



ภาพที่ 6 แสดงภาพรอยเท้าบนดินเหนียว

1.3.2 รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าแฝง (Latent Fingerprint) เป็นรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าที่มองเห็นไม่ชัด หรือมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เช่น ลายนิ้วมือติดบนกระจก อวรุณปิ่นไม้ รอยฝ่าเท้าเปื้อนฝุ่นบนพื้นกระเบื้อง ฯลฯ



ภาพที่ 7 แสดงภาพรอยฝ่าเท้าแฝง

1.4 การตรวจหารอยเท้าและรูปแบบของรอยเท้าที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ

1.4.1 การตรวจหารอยเท้าในสถานที่เกิดเหตุ

ทุกครั้งที่มิอาชญากรรมเกิดขึ้น คนร้ายมักจะทิ้งร่องรอยรองเท้าหรือรอยเท้าไว้ตามเส้นทางที่คนร้ายเคลื่อนที่ทั้งบริเวณทางเข้าและทางออกจากสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งทำให้สามารถสันนิษฐานพฤติกรรมของคนร้ายในสถานที่เกิดเหตุได้ แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าคนร้ายจะทิ้งร่องรอยรองเท้าหรือรอยเท้าไว้ในสถานที่เกิดเหตุเสมอ แต่รอยรองเท้าหรือรอยเท้าที่ตรวจพบนั้นกลับมีปริมาณน้อยกว่าที่คาดว่าจะมีอยู่จริงเป็นจำนวนมาก กรณีดังกล่าวนี้อาจสันนิษฐานได้จากหลายๆเหตุผลด้วยกัน ได้แก่

1.4.1.1 ตำแหน่งของรอยรองเท้าหรือรอยเท้าที่อยู่บนพื้น บางครั้งยากที่จะตรวจพบ โดยเฉพาะถ้าเป็นพวกรอยรองเท้าหรือรอยเท้าแฝงหรือร่องรอยที่เกือบจะมองไม่เห็นด้วยแล้ว ก็ยังต้องใช้ความพยายามอย่างมาก บ่อยครั้งที่ต้องใช้เทคนิคในเรื่องแสงเข้าช่วย ซึ่งผู้ตรวจสอบที่เกิดเหตุส่วนใหญ่จะไม่มี ความชำนาญในเรื่องนี้ อีกทั้งยังไม่ได้มีความพยายามที่จะค้นหาวัดดูพยานชนิดนี้อย่างจริงจัง นอกจากนี้รอยรองเท้าหรือรอยเท้าของคนร้ายอาจถูกเหยียบทับโดยเจ้าหน้าที่อื่นๆที่เข้ามาในสถานที่เกิดเหตุก่อน ทำให้ผู้ตรวจสอบที่เกิดเหตุมองข้ามความสำคัญและไม่ทำการเก็บรอยรองเท้าหรือรอยเท้านั้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว การที่มีรอยรองเท้าของบุคคลอื่นเหยียบทับรอยรองเท้าหรือรอยเท้าของคนร้ายไม่ได้หมายความว่ารอยรองเท้าเหล่านั้นถูกทำลายเสมอไป

1.4.1.2 พนักงานสอบสวน, อัยการ และศาล อาจไม่ให้ความสำคัญกับพยานหลักฐานประเภทรอยรองเท้าหรือรอยเท้า เนื่องจากบุคคลเหล่านี้ยังไม่มี ความรู้ในเรื่องนี้เพียงพอ ผู้ชำนาญมักจะถูกตั้งคำถามว่า “คุณสามารถตรวจสอบอะไรได้จากการเปรียบเทียบรอยรองเท้ากับรองเท้า” และในกรณีที่ผลการตรวจพิสูจน์ให้ผลตรงกัน (positive) ก็อาจจะถูกถามว่า “คุณกล้ายืนยันไหมว่ารอยรองเท้าที่พบในสถานที่เกิดเหตุมาจากรองเท้าคู่นี้” ผลจากการที่บุคคลในกระบวนการยุติธรรมไม่เห็นความสำคัญของรอยรองเท้าหรือรอยเท้า อาจทำให้ผู้ตรวจสอบที่เกิดเหตุเกิดข้อสงสัยและไม่ทำการตรวจหารอยรองเท้า

1.4.1.3 รอยรองเท้าหรือรอยเท้าที่พบเป็นรอยรองเท้าแฝงหรือมองเกือบไม่เห็นนั้น อาจทำให้ผู้ตรวจสอบที่เกิดเหตุเข้าใจผิดว่าไม่มีรอยประทับดังกล่าวปรากฏอยู่ จึงไม่ได้ตรวจดูอย่างละเอียดถี่ถ้วน ดังนั้นข้อมูลความรู้เกี่ยวกับพยานหลักฐานประเภทนี้ควรบรรจุอยู่ในหลักสูตรการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ด้านนิติวิทยาศาสตร์ และพนักงานสอบสวน

1.4.1.4 การป้องกันรักษาสถานที่เกิดเหตุไม่ดีพอ เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบที่เกิดเหตุและพนักงานสอบสวนจึงจำเป็นต้องทราบถึงความสำคัญของรอยรองเท้าและ

รอยเท้า เพื่อจะได้ป้องกันรักษาสถานที่เกิดเหตุ โดยคำนึงถึงพยานหลักฐานที่เป็นรอยประทับดังกล่าวด้วย

การที่จะตรวจพบหรือเก็บรอยฝ่าเท้าได้จึงไม่ใช่เรื่องง่ายเหมือนกับการได้ยินเสียงที่เกิดจากการฆ่าเท้า เจ้าหน้าที่ผู้ทำการตรวจสถานที่เกิดเหตุอาจยังไม่คุ้นเคยกับการค้นหารอยฝ่าเท้า เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุจึงต้องมีความมุ่งมั่นเพื่อให้เกิดความเป็นไปได้ในการตรวจพบรอยฝ่าเท้า ทั้งยังต้องคำนึงถึงรอยเท้าที่อาจปรากฏอยู่ในสถานที่เกิดเหตุ จึงต้องมีการให้ความสำคัญในการค้นหารอยเท้าให้พบก่อนที่จะเข้าไปในส่วนกลางของสถานที่เกิดเหตุ หรือแม้แต่เส้นทางในบริเวณสถานที่เกิดเหตุ เนื่องจากรอยฝ่าเท้าที่เกิดขึ้นบริเวณจุดทางเข้าหรือทางออกของคนร้ายก็อาจถูกทำลายได้โดยการเข้าไปของเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุ ผู้ที่ต้องรับผิดชอบในการตรวจหารอยเท้าก็คือเจ้าหน้าที่ชุดแรกที่เข้าไปถึงสถานที่เกิดเหตุ เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุควรให้ความสำคัญในการตรวจหารอยเท้าเช่นเดียวกับการค้นหารอยลายนิ้วมือเพราะรอยฝ่าเท้าที่ปรากฏอยู่ในสถานที่เกิดเหตุนั้นก็อาจให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพื่อสืบทราบถึงตัวบุคคลที่เป็นเจ้าของรอยฝ่าเท้านั้นได้เป็นอย่างมากและหากมีการตรวจพบรอยฝ่าเท้ารอยหนึ่งแล้ว ย่อมกล่าวได้ว่าอาจมีรอยเท้าอีกรอยปรากฏอยู่ที่ใดที่หนึ่งในบริเวณใกล้เคียงกันนั้น

ดังนั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งรอยฝ่าเท้าที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจเปรียบเทียบเอกลักษณ์ของบุคคล ขั้นตอนที่ต้องให้ความสำคัญลำดับแรกก็คือ การป้องกันรักษาสถานที่เกิดเหตุที่ดี เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสถานที่เกิดเหตุเมื่อได้รับแจ้งเหตุ ต้องแจ้งให้ผู้เสียหายหรือบุคคลที่อยู่ในสถานที่เกิดเหตุออกไปจากสถานที่เกิดเหตุ และต้องไม่เดินในเส้นทางที่บุคคลธรรมดาโดยทั่วไปใช้เดินตามปกติ เพราะเส้นทางดังกล่าวก็อาจเป็นเส้นทางที่คนร้ายใช้เดินด้วยเช่นกัน โดยอาจแจ้งให้บุคคลที่อยู่ในบริเวณนั้นเดินเลี้ยวออกมาตามริมฝาผนัง โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ชุดแรกที่ไปถึงสถานที่เกิดเหตุต้องคำนึงและให้ความสำคัญกับรอยเท้าในสถานที่เกิดเหตุเป็นอย่างมาก เพราะวัตถุพยานประเภทนี้จะถูกทำลายจากฝูงชนได้โดยง่าย การที่จะค้นหาและตรวจเก็บรอยฝ่าเท้าเหล่านั้นไม่ใช่เรื่องง่าย ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุต้องอาศัยความรู้ความสามารถ ประสบการณ์ ความละเอียดรอบคอบ ความมุ่งมั่นบากบั่นและอดทน ต้องทำตัวเสมือนหนึ่งเป็นคนร้ายเพื่อช่วยในการตรวจวิเคราะห์เส้นทางการเดินของคนร้าย และต้องให้ความสำคัญในการตรวจค้นหารอยฝ่าเท้าก่อนเพื่อที่จะกำหนดเส้นทางการเดินของเจ้าหน้าที่ที่จะเข้าไปทำการตรวจในพื้นที่ด้านในของสถานที่เกิดเหตุด้วย รอยฝ่าเท้าของคนร้ายที่เกิดขึ้นบริเวณทางเข้าและทางออกหรือบริเวณเส้นทางเดินของคนร้ายอาจถูกทำลายไปได้โดยความไม่ระมัดระวังหรือความพลั้งเผลอของเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุเอง ดังนั้นบริเวณที่ควรให้ความสนใจเป็นพิเศษในการตรวจหารอยเท้า ได้แก่ บริเวณจุดที่เกิดเหตุหรือบริเวณที่มีการกระทำความผิดเกิดขึ้น ในคดีฆาตกรรม คดีข่มขืน หรือคดี

ทำร้ายร่างกาย มักปรากฏร่องรอยการต่อสู้ซึ่งอาจทำให้เกิดรอยเท้าเป็นจำนวนมากในบริเวณที่มีการต่อสู้ นั้น นอกจากนั้นแล้วยังได้แก่ บริเวณที่เป็นจุดทางเข้า ทางออกและเส้นทางที่คนร้ายผ่านในสถานที่เกิดเหตุ นั้น เช่นบริเวณหน้าต่างที่ถูกงัดเปิดออกหรือกระจกหน้าต่างแตก บริเวณระเบียง หรือพื้นใต้ถุนบ้าน ฯลฯ

ในบางครั้ง รอยฝ่าเท้าที่เกิดจากเท้าเปล่ากับรอยฝ่าเท้าที่เกิดจากเท้าที่สวมถุงเท้าก็อาจทำให้เกิดรอยเท้าที่มีความคล้ายคลึงกันมาก รอยเท้าของคนที่สวมถุงเท้าก็อาจจะมีรูปร่างลักษณะเหมือนกับรอยเท้าเปล่า อย่างเช่น กรณีที่เท้าของคนที่สวมใส่ถุงเท้าเปียกชุ่มไปด้วยของเหลว เช่น คราบโลหิต ก็อาจทำให้เนื้อผ้าของถุงเท้ามีความแนบชิดติดกับเท้า ทั้งเส้นใยของเนื้อผ้าก็ยังมี ความยืดหยุ่นมากพอที่จะคงรูปร่างของเท้า จึงทำให้เกิดรอยประทับของเท้าที่สวมถุงเท้า นั้นในแบบเดียวกันกับรอยประทับที่เกิดจากเท้าเปล่า

เมื่อพบรอยเท้าในครั้งแรก จึงอาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้ว่ารอยเท้าที่พบนั้นเป็นลักษณะของรอยเท้าที่น่าจะเกิดจากเท้าเปล่า แต่ในความเป็นจริงแล้วกลับเป็นรอยเท้าซึ่งเกิดจากเท้าที่สวมถุงเท้า แต่อย่างไรก็ตาม ลักษณะเฉพาะของเส้นโครงร่างบางส่วนบนฝ่าเท้า เช่น บริเวณส่วนโค้งด้านในของฝ่าเท้า อาจไม่ปรากฏเส้นที่ชัดเจนในรอยเท้าที่สวมถุงเท้า นั้น ส่วนที่เห็นได้ชัดเจนจากรอยเท้าที่เกิดจากการสวมถุงเท้าก็ได้แก่ บริเวณที่มีการรับน้ำหนัก โดยเฉพาะบริเวณรอบๆ ส้นเท้า และเนินบนด้านในฝ่าเท้า จุดที่มีแรงกดทับบริเวณนี้ก็จะมองเห็นได้ ถ้านิ้วเท้า นั้นโค้งลงบนพื้นหรือพื้นผิวที่มีถุงเท้าคลุมอยู่ ซึ่งอาจสังเกตได้ว่า เท้าของแต่ละคนก็จะมีตำแหน่งของนิ้วเท้าของตัวเองปรากฏอยู่บนพื้นหรือพื้นผิวที่ตรวจพบ การค้นหานี้ก็ต้องคำนึงถึงรอยเท้าที่ อยู่ใกล้ๆ กัน และในส่วนที่อยู่ถัดไปหรือต่อไป ถ้าวรอยเท้าแรกถูกตรวจพบและปรากฏว่าเป็น รอยเท้าขวา กรณีเดียวกัน รอยฝ่าเท้าซ้ายก็ควรที่จะอยู่ใกล้ๆ กันนั้นด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ถ้ามีเพียงเท้าขวาถูกทำให้เกิดรอยเท้า ก็ควรที่จะทำการการค้นหารอยเท้าก้าวถัดไปของเท้าขวานั้นอย่าง ระมัดระวัง ซึ่งอาจเป็นไปได้ที่จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการเคลื่อนไหวจากรอยเท้าข้างนั้นด้วย

รอยเท้าต่างๆ รอยมีความสำคัญต่อการให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวบุคคลที่ทำให้เกิดรอยเท้า นั้นเป็นอย่างมาก ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ที่ว่ารอยเท้าส่วนหนึ่งอาจถูกทำ ขึ้นโดยสมาชิกของทีมผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุเอง จึงควรที่จะทำการสังเกต บันทึกและตรวจเก็บ รักษา รอยเท้าดังกล่าวเช่นเดียวกับรอยเท้าที่ไม่ทราบตัวบุคคลผู้เป็นเจ้าของ ซึ่งถ้าหากไม่มีการบันทึก รอยเท้า นั้นไว้ก็อาจทำให้เกิดความสับสนในการตรวจสอบกับรอยเท้าที่ไม่ทราบตัวบุคคลผู้เป็น เจ้าของนั้นได้และอาจทำให้ถูกมองข้ามไป เมื่อใดก็ตามที่รอยเท้า นั้นถูกพบนับแต่ครั้งแรกหรือใน ระหว่างการสอบสวนก็ควรที่จะมีการบันทึกเก็บไว้เพื่อทำการวิเคราะห์ในเวลาต่อมา

โดยทั่วไป การเกิดอาชญากรรมและตำแหน่งของวัตถุพยานอาจให้แนวทางสำหรับการค้นหารอยเท้า อาชญากรรมที่เกิดขึ้นภายในหรือภายนอกตึกบริเวณใดที่น่าจะเป็นทางเข้าและทางออกของคนร้าย หากอาชญากรรมนั้นเกิดขึ้นบริเวณภายนอกจะต้องมีการให้ความสนใจสภาพของดิน ฤดูกาลและสภาพอากาศ ด้วยเหตุนี้ สภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมภายนอก จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเมื่อมีการตรวจเก็บรอยเท้า แต่ถ้าหากรอยเท้านั้นถูกพบภายในบริเวณอาคารก็จะต้องมีการค้นหารอยเท้าบริเวณทางเข้าและบนพื้น บนพรม พื้นไม้หรือเสื่อน้ำมัน

รอยฝ่าเท้ามักพบได้ในสถานที่เกิดเหตุเกือบทุกชนิด รอยฝ่าเท้ามักจะถูกรวบรวมอยู่บนพื้นภายในอาคารหรือเกือบจะทันทีที่ก้าวเท้าออกไปด้านนอกอาคาร นอกจากนี้รอยเท้าก็อาจจะปรากฏอยู่บนประตู กำแพง เฟอร์นิเจอร์และบนตัวเหยื่อหรือแม่แต่นบนพื้นผิวชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทราย ฝุ่น จี๊เส้าหรือในโคลน รอยฝ่าเท้าอาจเกิดขึ้นบนผิวหน้าที่ปกคลุมไปด้วยฝนหรือน้ำค้าง วัสดุบนพื้นผิวเหล่านั้นอาจติดไปบนรองเท้าหรือถูกทิ้งไว้บนรอยเท้าภายในอาคารซึ่งจะเป็นข้อสังเกตทำให้ผู้ตรวจสอบที่เกิดเหตุทราบได้ว่าควรจะมีรอยเท้าอยู่บริเวณใด รอยฝ่าเท้าที่พบภายในอาคารหรือในห้องต่างๆ ของบริเวณบ้านอาจเป็นรอยเท้าที่เกิดขึ้นบนกองโลหิต คราบฝุ่นละออง คราบน้ำมันหรือคราบเปื้อน รอยฝ่าเท้าอาจปรากฏอยู่อย่างคงทนบนพื้นที่ขัดมันเงาหรือถ้าหากคดีนั้นเกิดขึ้นในอุ้งมือรถยนต์ก็อาจมีรอยฝ่าเท้าอยู่บนพื้นที่มีคราบน้ำมันติดอยู่

รอยฝ่าเท้าที่อยู่ในโคลนมักจะคงรูปร่าง ดินโคลนนั้นอาจมีความอ่อนตัวจากน้ำและความชื้น ทำให้เท้าจมลงในโคลนเกิดเป็นรูปร่างเท้าขึ้นมาและสามารถคงรูปอยู่ได้ เมื่อพบสภาพเช่นนี้จึงควรที่จะทำการบันทึกรอยเท้าเก็บไว้ ไม่ว่าจะเป็นการถ่ายภาพหรือทำการหล่อรอยเท้าเพื่อทำการรวบรวมข้อมูลจากรอยเท้าดังกล่าวนั้นให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะถ้าหากมีฝนตกลงมาในภายหลังก็อาจทำให้รอยเท้านั้นมีแนวโน้มที่จะลึกลงไปจนเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของรอยเท้า นอกจากนี้องค์ประกอบของดินก็มีผลต่อความชัดเจนของรอยเท้าเนื่องจากดินที่อัดกันแน่นมักจะคงรูปร่างได้มากกว่าดินที่เป็นดินร่วนหรืออัดกันอย่างหลวมๆ

รอยฝ่าเท้าที่ปรากฏอยู่ในดินโคลนนั้นมักจะเต็มไปด้วยข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นขนาด รูปร่าง ลักษณะเฉพาะของฝ่าเท้าและรองเท้าที่สวมใส่ รวมไปถึงน้ำหนักของร่างกายกับความยาวของเท้า แต่ทั้งนี้ก็ไม่ควรที่จะมองข้ามในการหาข้อมูลจากรอยฝ่าเท้าแบบเป็ยกขุ่มถึงแม้ว่ารอยเท้าประเภทนี้จะมีคุณค่าน้อยและไม่มีความสำคัญในเรื่องความลึก แต่อาจให้ข้อมูลโดยลักษณะธรรมชาติของรอยเท้าที่เป็ยกนั้น จึงควรที่จะทำการบันทึกรอยเท้าเป็ยกนั้นโดยเร็วที่สุด ในขณะที่รอยเท้าที่เป็ยกนั้นมักจะถูกเชื่อมโยงเข้ากับการที่ฝนตก แต่ก็อาจเป็นไปได้ว่ารอยเท้าที่เป็ยกนั้นจะเกิดขึ้นจากน้ำค้าง แอ่งน้ำเล็กๆ เครื่องฉีดน้ำบนสนามหญ้าซึ่งเป็นการให้ข้อมูลในเรื่องแหล่งที่มาของน้ำที่ทำให้เกิดรอยเท้านั้น

ในคราบฝุ่นละอองก็เป็นส่วนหนึ่งที่มักเกิดรอยเท้าขึ้นได้ ด้วยคุณสมบัติของฝุ่นละอองที่เกาะตัวอยู่บนผิวหน้าของพื้นผิวสามารถทำให้มองเห็นรอยเท้าได้อย่างชัดเจน ซึ่งฝุ่นละอองนั้นเกิดขึ้นได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร อาจติดมากับรองเท้าเมื่อผู้สวมใส่รองเท้านั้นเดินอยู่บริเวณภายนอกอาคารแล้วถูกนำเข้ามาในอาคารด้วยรองเท้าของบุคคลนั้น ในทางตรงกันข้ามก็อาจเป็นไปได้ว่าฝุ่นละอองภายในอาคารอาจติดไปกับเท้าหรือรองเท้าของบุคคลที่เดินอยู่ในอาคารแล้วถูกนำออกไปโดยบุคคลดังกล่าว รอยเท้าที่เปื้อนฝุ่นบางๆก็ยังคงแสดงถึงลักษณะเฉพาะได้เป็นอย่างดี

คราบชั้นเหนียวต่างๆที่คนเหยียบแล้วมักทิ้งรอยเท้าเอาไว้มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ สีทาบ้าน ขางแอสฟัลต์ น้ำมัน จาระบี และ โลหิต รอยเท้าแบบนี้จะต่างจากรอยเท้าที่เปียกน้ำ คราบชั้นเหนียวต่างๆเหล่านี้จะติดอยู่บนรอยเท้าหลายก้าวหลังจากที่บุคคลนั้นได้เหยียบลงไปบนคราบชั้นเหนียวนั้น ซึ่งคราบเหล่านี้ก็จะไม่ได้แห้งอย่างรวดเร็วเหมือนกับน้ำ จึงสามารถหาตำแหน่งและทำการบันทึกข้อมูลจากรอยเท้าเหล่านั้นได้ รอยเท้าเหล่านี้อาจแสดงให้เห็นถึงการลื่นหรือการไถล หรืออาจแสดงถึงการเดินก้าวสั้นหรือก้าวยาวอันเป็นลักษณะเฉพาะของบุคคลนั้นและยังบอกได้ว่าบุคคลนั้นสามารถรักษาการทรงตัวไว้ได้หรือไม่ เมื่อมีการลื่นหรือไถลเกิดขึ้น ในคราบชั้นเหนียวจำพวกสีทาบ้านหรือกองโลหิตนั้นก็สามารถติดไปบนรอยรองเท้าหรือรอยเท้าได้เช่นกัน โลหิตนั้นสามารถไหลไปตามพื้นกระเบื้องที่เรียบได้ง่ายไม่เหมือนกับพื้นที่เป็นพรม และยังสามารถเกาะติดไปบนรอยเท้าหรือรองเท้าได้เป็นระยะทางไกลกว่าเศษดิน จาระบี หรือพวกน้ำยาทำความสะอาดต่างๆ แต่ในบางครั้งคราบโลหิตที่อยู่บนสถานที่เกิดเหตุนั้นอาจไม่ปรากฏอย่างชัดเจน จึงอาจต้องมีการนำเอาเทคนิคทางเคมีมาใช้ อย่างเช่น การนำเอาสาร DFO และลูมินอล (Luminal) มาใช้เพื่อทำให้เห็นรอยเท้าเปื้อนโลหิตปรากฏชัดขึ้นพอที่จะทำการถ่ายภาพเก็บไว้ได้

ในบางครั้ง อาจเป็นการยากสำหรับการค้นหารอยเท้าบนพื้นบางประเภท รูปแบบการดีไซน์ของพื้น ซึ่งชนิดของเนื้อไม้อาจปิดบังไม่ให้เห็นรอยเท้าได้ ถ้าเป็นพื้นหินก็อาจเห็นรอยเท้าได้ง่าย แต่ถ้าเป็นพื้นไม้ก็ไม่สามารถมองเห็นรอยเท้าได้ง่ายเสมอไป ดังนั้นชนิด สีและรูปแบบของพื้นจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการตรวจหารอยเท้าด้วยเช่นกัน รอยฝ่าเท้า นั้นมักจะมองเห็นได้ง่ายบนพื้นที่มีสีอ่อนมากกว่าพื้นที่มีสีเข้มด้วยเหตุนี้รอยฝ่าเท้าที่เปื้อนเลือดจึงอาจจะแลเห็นเด่นชัดบนพื้นที่มีสีทาสีเทาหรือบนพื้นกระเบื้องสีน้ำตาลแต่ก็อาจเป็นการยากที่จะแยกรอยเท้าบนพื้นที่มีสีน้ำตาลเข้มหรือพื้นที่มีสีแดง ในทางตรงกันข้าม รอยฝ่าเท้าในฝุ่นก็มักจะปรากฏอย่างเด่นชัดบนพื้นผิวที่มีสีเข้ม

ดังนั้น สิ่งแรกที่ต้องตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุควรปฏิบัติในการเข้าตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุก็คือ การค้นหาตำแหน่งของรอยประทับต่างๆ ที่อาจปรากฏอยู่บนพื้นในสถานที่เกิดเหตุไม่ว่าจะเป็นรอยรองเท้าหรือรอยฝ่าเท้า จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการตรวจสอบให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะของรอย

ฝ่าเท้าปริศนาที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับฝ่าเท้าตัวอย่างที่ทราบถึงตัวบุคคลผู้เป็นเจ้าของ (Bodziak 2000 :1-2)

1.4.2 รูปแบบของรอยเท้าที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ

วิลเลียม เจ. บอดเซียค (William J. Bodziak 2000 :381) ได้อธิบายว่า รอยฝ่าเท้าที่ถูกตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ นั้น ถ้าหากมีลายเส้นปรากฏอย่างเพียงพอก็สามารถนำไปใช้ในการตรวจเปรียบเทียบด้วยวิธีการแบบเดียวกันกับการตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือ แต่เมื่อรายละเอียดของลายเส้นที่จำเป็นต่อการตรวจพิสูจน์นั้นไม่ปรากฏอยู่หรือมีลายเส้นที่ไม่เพียงพอต่อการตรวจสอบ รอยฝ่าเท้านั้นก็ยังคงมีรายละเอียดอื่นๆที่สามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของขนาดและรูปร่างของเท้าซึ่งสามารถนำมาใช้ในการตรวจพิสูจน์ได้เช่นกัน ซึ่งในการตรวจสถานที่เกิดเหตุ นั้น อาจตรวจพบพยานหลักฐานประเภทรอยฝ่าเท้าได้ 3 รูปแบบด้วยกัน คือ

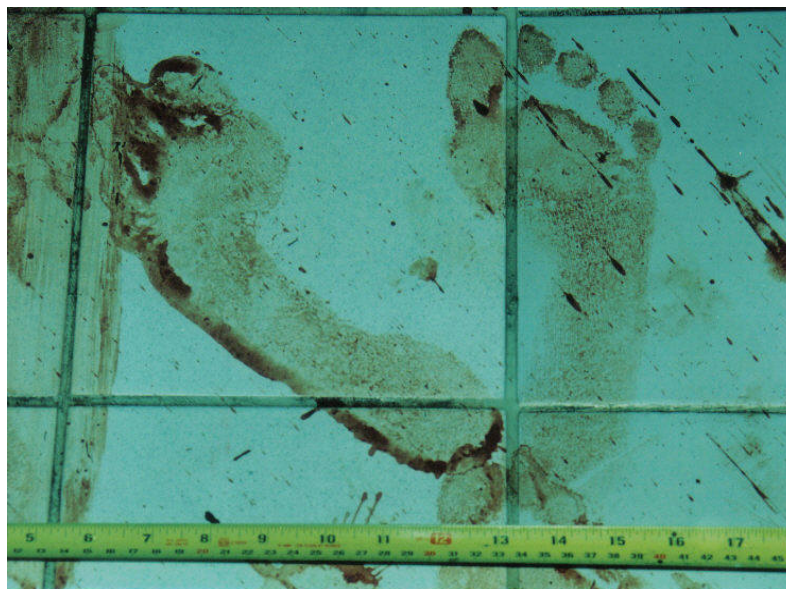
รูปแบบที่ 1 เป็นรอยประทับที่ถูกทำขึ้นโดยไม่มีอะไรห่อหุ้มเท้าหรือเป็นเท้าเปล่า

รูปแบบที่ 2 เป็นรอยประทับที่ถูกทำขึ้นโดยเท้าที่สวมถุงเท้า ซึ่งในบางกรณี รอยประทับที่เกิดจากการสวมถุงเท้านั้นก็ยากที่จะแยกหรือจำแนกความแตกต่างออกจากรอยประทับที่เป็นรอยเท้าเปล่า แต่อาจมีบางกรณีที่รูปแบบของเส้นใยบนเนื้อผ้าของถุงเท้านั้นมีความชัดเจนมาก ดังภาพที่ 7

รูปแบบที่ 3 เป็นรอยเท้าประเภทที่เป็นรอยประทับและร่องรอยที่ถูกทิ้งไว้บนผิวหน้าของพื้นรองเท้าที่สวมใส่ รอยประทับประเภทนี้อาจถูกตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุได้จากรองเท้าหลากหลายรูปแบบด้วยกัน ดังภาพที่ 8 ได้แก่

- 1) รองเท้าที่ถูกถอดทิ้งไว้หรือเกิดจากการสูญหายในระหว่างที่คนร้ายหาทางหลบหนีจากสถานที่เกิดเหตุ
- 2) รองเท้าที่คนร้ายเจตนาทิ้งไว้อย่างตั้งใจซึ่งอาจมีการตรวจพบหยดโลหิตของเหยื่อติดอยู่ที่รองเท้าได้หรืออาจไปเกี่ยวข้องกับรอยรองเท้าที่ถูกเก็บได้ในสถานที่เกิดเหตุ
- 3) รองเท้าข้างใดข้างหนึ่งที่ยังคงถูกสวมอยู่ที่เหยื่อผู้เคราะห์ร้าย ขณะที่อีกข้างหนึ่งถูกพบว่าย่อยอยู่ในห้องโดยสารรถยนต์ซึ่งคนร้ายใช้เป็นยานพาหนะ
- 4) อาจมีการสับเปลี่ยนกันเกิดขึ้นระหว่างรองเท้าของผู้เคราะห์ร้ายกับตัวผู้ต้องสงสัย เมื่อผู้ต้องสงสัยสับเปลี่ยนรองเท้าของตัวเองกับเหยื่อผู้เคราะห์ร้าย และ
- 5) รองเท้าของบุคคลผู้สูญหาย

พยานหลักฐานประเภทรอยฝ่าเท้าจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากทั้งในด้านเป็นพยานหลักฐานหรือนำมาประกอบเข้ากับการเชื่อมโยงไปยังตัวบุคคลผู้เป็นเจ้าของรอยเท้าด้วยวิธีการเดียวกันกับรอยประทับประเภทรอยรองเท้า



ภาพที่ 8 แสดงรอยที่เกิดจากเท้าซึ่งสวมถุงเท้าเป็น โลหิตที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ



ภาพที่ 9 แสดงภาพรองเท้าที่มีการกดทับบริเวณพื้นรองเท้าจนทำให้เกิดรอยคราบเหงื่อและพื้นรองเท้ายุบตัวเป็นรูปฝ่าเท้า

1.5 วิธีการตรวจเก็บรอยเท้าที่พบในสถานที่เกิดเหตุ

การตรวจหารอยลายนิ้วมือ (ฝ่ามือ, ฝ่าเท้า) แผลง และการหล่อร่องรอย

1.5.1 การตรวจหารอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แผลง ด้วยผงฝุ่นเคมี (dusting)

วิธีนี้เหมาะกับพื้นวัตถุที่เรียบเป็นมัน ไม่ดูดซึมและไม่เปื่อย

อุปกรณ์ที่ใช้

1.5.1.1 แปรง ซึ่งมีแปรงขนกระต่าย แปรงขนอูฐ หรือแปรงแม่เหล็ก

1.5.1.1.1 แปรงขนกระต่าย ใช้ในการปิดผงฝุ่นเบื้องต้น

1.5.1.1.2 แปรงขนอูฐ ใช้ปิดรอยลายนิ้วมือแผลงให้เห็น

รายละเอียด

1.5.1.1.3 แปรงแม่เหล็ก ใช้กับผงฝุ่นดำซึ่งมีผงฝุ่นดำซึ่งมีผง

แม่เหล็กเป็นส่วนผสม

1.5.1.2 ผงฝุ่นชนิดต่าง ๆ เช่น

1.5.1.2.1 ผงฝุ่นสีดำ

1.5.1.2.2 ผงฝุ่นไลโคโปเดียม สีเหลืองอ่อน

1.5.1.2.3 ผงฝุ่นเลดคาร์บอเนต สีขาว

ผงฝุ่นแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการติดบน

พื้นผิวของวัตถุแต่ละชนิดแตกต่างกัน ทั้งนี้จะต้องเลือกใช้ผงฝุ่นที่เหมาะสมกับสภาพของลายนิ้วมือ แผลง และพื้นผิววัตถุในบางครั้งอาจผสมผงฝุ่นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อให้เกิดผลดีในการตรวจเก็บลายนิ้วมือแผลง

1.5.1.3 เทปเจลลาตินหรือเทปใส ใช้ในการลอกรอยลายนิ้วมือแผลง

1.5.1.4 กระดาษ back ground ติดรอยลายนิ้วมือแผลง

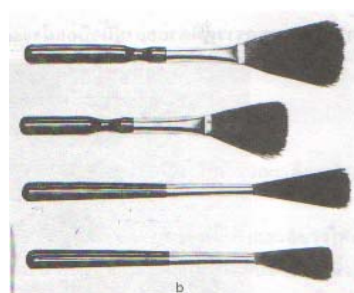
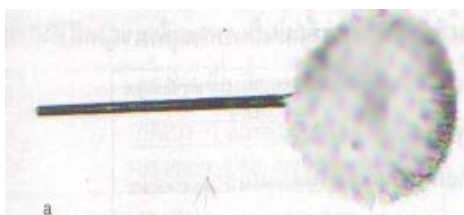
กระดาษ back ground ที่ใช้ติดรอยลายนิ้วมือแผลง จะต้องเป็น สีตัดกับฝุ่นที่ใช้ เช่น ใช้ฝุ่นสีดำควรติดบนกระดาษ back ground สีขาว ด้านหลังของกระดาษติดรอยลายนิ้วมือแผลง จะต้องมียละเอียดเกี่ยวกับคดี และแผนที่สังเขปที่รอยลายนิ้วมือแผลงติดอยู่

วิธีการปิดฝุ่น

จุ่มแปรงลงบนฝุ่นผงเคมีเพียงเล็กน้อย และปิดเบา ๆ เป็นบริเวณกว้างโดยปิดเป็นรูปวงกลม เมื่อเห็นลายเส้นชัดเจนแล้ว ให้ปิดไปตามลักษณะของลายเส้น แล้วใช้เทปใสลอกขึ้นมาติดลงบนกระดาษสำหรับติดรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แผลง โดยระมัดระวังมิให้เกิดฟองอากาศ จากนั้นให้เขียนรายละเอียดของคดี ลงบนด้านหลังของกระดาษ back ground ที่ติดรอยลายนิ้วมือแผลง

ข้อระมัดระวังในการปฏิบัติ คือ

- 1) ห้ามแตะต้องหรือกระทำการใด ๆ อันเป็นเหตุให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แผลง นั้นสูญหายไป หรือปรากฏขึ้นใหม่
- 2) ระมัดระวังไม่ให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แผลง ถูกความร้อน ความชื้นหรือฝุ่นละอองจนไม่สามารถปิดฝุ่นได้

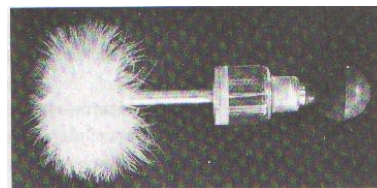


แปรงปิดฝุ่นเบื้องต้น (จนกระทั่ง)

แปรงขนอูหรือขนกระรอก



แปรงแม่เหล็ก



แปรงขนนก

ภาพที่ 10 แสดงแปรงปิดฝุ่นชนิดต่างๆ

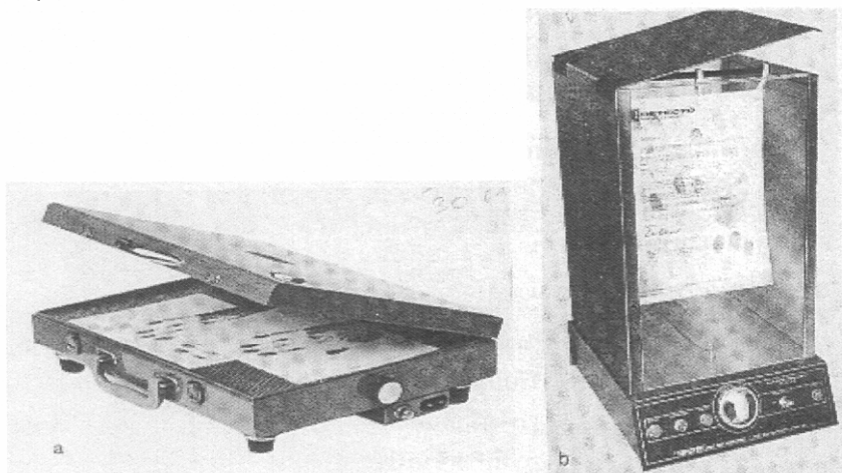
ที่มา : สมทรง ณ นครและ โสภชา ภูษนิท, เอกสารประกอบการสอนวิชานิติวิทยาศาสตร์เบื้องต้น [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 21 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.champa.kku.ac.th/somsong/file/fingerprint.doc>

1.5.2. การตรวจหารอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แผลง ด้วยวิธีทางเคมี

การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าแผลง ที่ของกลางบางชนิด ไม่สามารถใช้วิธีการปิดฝุ่นได้ เช่น ของกลางประเภทกระด้ายเอกสารต่าง ๆ หรือของกลางบางชนิดใช้ตรวจเก็บโดยวิธีทางเคมีจะได้ผลดีกว่า ซึ่งแล้วแต่วัตถุและพื้นผิวของวัตถุของกลางนั้น

1.5.2.1 วิธีนินไฮดริน (ninhydrin) เหมาะกับของกลางประเภทกระด้ายและเอกสารต่าง ๆ นินไฮดริน จะไปทำปฏิกิริยากับโปรตีนในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าแผลง เปลี่ยนสีจากไม่มีสีเป็นสีม่วงปนน้ำเงิน แล้วตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพทันที

แต่สารละลายนี้ อาจทำให้หมึกในเอกสารของกลางเสียหายได้ ต้องได้รับอนุญาตจากผู้กรณีก่อนปฏิบัติ



ภาพที่ 11 แสดงเครื่องอบ และตู้บ่มน้ำยานินไฮดริน

ที่มา : สมทรง ณ นครและ โสภชา ภูสนิต, เอกสารประกอบการสอนวิชานิติวิทยาศาสตร์เบื้องต้น [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 21 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.champa.kku.ac.th/somsong/file/fingerprint.doc>

1.5.2.2 วิธีซิลเวอร์ไนเตรท (silver nitrate) เหมาะกับของกลางประเภทกระดาษ ไม้ โดยที่สารละลายซิลเวอร์ไนเตรท จะทำปฏิกิริยากับเกลือโซเดียมในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แผลง เปลี่ยนเป็นสีดำ แล้วตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพ

1.5.2.3 วิธีผลึกม่วง (crystal violet) เหมาะกับรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แผลง ดินที่เทปใส เทปพันสายไฟ ด้านที่เหนียวซึ่งไม่สามารถเก็บโดยวิธีการปิดฝุ่นได้ วิธีเก็บทำได้โดยผสมน้ำยาใส่ภาชนะ แล้ววางเทปใสลงในน้ำยา จนกระทั่งรอยลายนิ้วมือแผลง ปรากฏแล้วล้างด้วยน้ำก็ออก เพื่อล้างสีส่วนที่เกินออกไป จากนั้นจึงนำเทปไปวางบนด้านมันของกระดาษอัดรูปที่ยังไม่ได้รับแสง ซึ่งเปียกหมาด ๆ ริดด้วยความร้อนอ่อน ๆ แล้วดึงเทปออก ตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพ

1.5.3 วิธีรมควัน (Fuming)

1.5.3.1 วิธีซูเปอร์กลู (super glue) เหมาะกับของกลางประเภทเครื่องหนัง, กระดาษ, แก้ว, ฝา, โลหะต่าง ๆ เป็นต้น ซูเปอร์กลู ซึ่งมีส่วนผสมของสารไซยาโนอะคริเลตเอสเทอร์ (cyanoacrylate ester) เมื่อสารนี้ได้รับความร้อนจะระเหยเป็นโพลิเมอร์สีขาวเป็นไอ ซึ่งมีความเข้มข้นสูงแล้วทำปฏิกิริยากับกรดอมิโนในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แผลง เปลี่ยนเป็นสีขาว สามารถตรวจเก็บโดยใช้ผงฝุ่นดำปิดให้รอยชัดเจนขึ้น

1.5.4 การหล่อร่องรอยด้วยปูนปลาสเตอร์ ใช้หล่อร่องรอยบนวัตถุที่เหนียว และเป็น 3 มิติ เช่น ดินเหนียว ดินน้ำมัน ฯลฯ

คุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์ คือคายความร้อนออกเมื่อปูนกำลังจะแข็งตัว และขยายตัวได้เมื่อผสมกับน้ำ

อุปกรณ์ที่ใช้

1. ปูนปลาสเตอร์ ประมาณ 1 กิโลกรัม
2. น้ำสะอาด ประมาณ 1 ลิตร
3. ไม้ท่อนเล็ก ๆ เพื่อเสริมให้แข็งแรง
4. กรอบไม้ หรือกรอบเหล็ก หรือกรอบกระดาษแข็ง

วิธีปฏิบัติ

1. ผสมปูนปลาสเตอร์ในน้ำช้า ๆ โดยใช้ช้อนช่วย
2. ให้คนช้า ๆ เพื่อมิให้เกิดฟองอากาศ
3. ค่อย ๆ เทปูนลงในบริเวณร่องรอยที่ได้วางกรอบไว้แล้ว
4. เมื่อเทลงไปประมาณครึ่งหนึ่ง วางไม้เสริม 2-3 ท่อนตามยาว
5. เทปูนที่เหลือจนหมด
6. เมื่อปูนเริ่มแข็งตัว ให้ทำเครื่องหมายลงบนปูนปลาสเตอร์ เช่น ท้องที่ ทศิ วัน เดือน ปี ที่หล่อ ชื่อผู้หล่อ เป็นต้น
7. ตั้งไว้ประมาณ 30 นาทีแล้วเคาะออก จากรอยประทับ นำไปล้างด้วย น้ำสะอาด แล้วจึงนำไปใช้ในการตรวจพิสูจน์

ในปัจจุบันได้มีการนำเอา Dental Stone มาใช้ในการหล่อรอยประทับแบบ 3 มิติแทนการหล่อด้วยปูนปลาสเตอร์ เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรง ไม่แตกหักง่าย และใช้ในปริมาณน้อยกว่า ส่วนวิธีการหล่อด้วย Dental Stone มีขั้นตอนในการหล่อรอยคล้ายกับการใช้ปูนปลาสเตอร์ โดยในการผสม Dental Stone จะใช้น้ำประมาณ 5 ออนซ์ ต่อ Dental Stone 1 ปอนด์ หรือขึ้นอยู่กับค่าความชื้น (Consistency) Dental Stone ที่แข็งกว่าจะใช้น้ำปริมาณน้อยกว่า เพื่อความสะดวกในการใช้งาน จึงได้มีการกำหนดค่าบ่งบอกปริมาณน้ำที่ต้องใช้เมื่อทำการหล่อรอยด้วยวัสดุที่มีค่าความชื้นต่าง ๆ กัน ดังนี้

ค่าความชื้น (consistency) ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ต่อปูน 2 ปอนด์

26	8
30	9.2
35	10.8
40	12.3
45	13.8
50	15.4
55	16.9
60	18.4

เมื่อผสม ตามสัดส่วนเรียบร้อยแล้วให้นำส่วนผสมเทลงในรอยประทับจากนั้นจึงปล่อยให้แห้งอย่างน้อย 15 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชื้นของ Dental Stone จากนั้นแกะออกจากรอยประทับ นำไปล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วจึงนำไปทำการตรวจพิสูจน์ในขั้นตอนต่อไป

1.5.5 การใช้แสง(Light Source) ช่วย

1.5.5.1 แสงสีขาว ใช้ส่องหารอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ในมุมเฉียง

1.5.5.2 โพลีไลท์ (polylight) ใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แผล บนวัตถุพยานต่างๆ ซึ่งข้อดีของวิธีนี้คือไม่ทำลายวัตถุของกลาง เช่น เอกสารสำคัญต่างๆ และจะได้ผลดีมากหากใช้ร่วมกับวิธีทางเคมี

1.5.5.3 แสงอุตราไวโอเล็ต ใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แผล ที่เปื้อนโลหิต

1.5.6 การใช้เครื่องลอกรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Lifting)

เครื่องลอกรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิตสามารถใช้ในการลอกรอยร่องเท้าที่แห้งได้ในทุกพื้นผิวไม่ว่าจะมีผิวคูดซึ่มหรือไม่ก็ตาม เครื่องมือนี้จะทำงานได้ดีที่สุดในการตรวจเก็บรอยร่องเท้าเปื้อนฝุ่นแห้ง(หรือเปื้อนสิ่งอื่นๆที่แห้ง)ที่ประทับอยู่บนพื้นผิวสะอาด ถ้าวรอยประทับนั้นเปียก ไม่ว่าจะเปียกอยู่เดิมหรือเปียกก่อนที่จะทำการลอกรอย จะทำให้การยึดติดระหว่างรอยประทับกับพื้นผิวแน่นขึ้น และมีผลให้เครื่องลอกรอยทำงานได้ไม่ดี หรือไม่ได้ผล จึงเป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องเข้าใจก่อนว่าเครื่องลอกรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิตนี้จะใช้ได้ผลกับรอยประทับที่แห้งมาตั้งแต่เริ่มแรก และใช้ไม่ได้ผลกับรอยประทับที่เปียกมาตั้งแต่แรก (การเปียกตั้งแต่เริ่มแรกนั้นมิใช่ผลให้การยึดติดของรอยประทับกับพื้นผิวแน่น ถึงแม้ว่าในขณะที่ทำการลอกรอยรอยประทับนั้นจะแห้งก็ตาม แต่การยึดติดก็ยังคงแน่นอยู่เช่นเดิม) สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่ต้องจดจำไว้

ดังนั้นในกรณีที่ไม่น่าไว้วางใจรอยประทับที่พบเป็ยกหรือแห้งมาตั้งแต่เริ่มแรก การใช้เครื่องลอกรอยจะไม่ทำให้รอยประทับนั้นสูญหายหรือเสียหาย

การใช้เครื่องลอกรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิตกับรอยประทับที่แห้งอาจไม่ได้ผลในบางกรณีเช่นรอยรองเท้าเป็อนฝุ่นที่อยู่บนพื้นผิวสกปรก ฝุ่นของรอยรองเท้าและฝุ่นของพื้นผิวบริเวณรอบๆจะถูกดึงขึ้นมาติดอยู่บนฟิล์มพร้อมกัน ทำให้ไม่สามารถแยกรอยประทับออกได้ อย่างไรก็ตามถ้าพื้นรองเท้าของคนร้ายเป็ยกหรือชื้นหรือมีความเหนียว เมื่อคนร้ายเดินผ่านไปบนพื้นผิวที่สกปรก ส่วนของพื้นรองเท้าที่สัมผัสกับพื้นผิวจะดึงฝุ่นติดขึ้นไป ทำให้รอยประทับที่ปรากฏบนพื้นเป็นแบบ Negative

รอยประทับบางรอยเป็นรอยแฝงซึ่งตรวจหาได้ยาก ทำให้ถูกมองข้ามละเลย หรือสูญหายอยู่บ่อยครั้ง การใช้เครื่องลอกรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิตจะช่วยให้สามารถมองเห็นรอยรองเท้าแฝงนั้นและทราบถึงตำแหน่งทิศทางการเดินของคนร้าย

ปัญหาอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุคือความรู้สึกว่าการใช้เครื่องลอกรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิตเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก และส่วนใหญ่เมื่อนำมาใช้แล้วไม่ค่อยได้ผลเท่าที่ควร จึงมักจะไม่นำไปใช้ในการตรวจสถานที่เกิดเหตุ ดังนั้นเพื่อขจัดปัญหาในเรื่องนี้เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุทุกคนควรจะต้องมีความคุ้นเคยและใช้เครื่องลอกรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิตได้อย่างชำนาญ โดยจะต้องพยายามฝึกฝนการลอกรอยประทับในแบบต่างๆทั้งที่เป็นรอยประทับแห้งและรอยประทับเป็ยกตั้งแต่เริ่มแรก รวมถึงรอยประทับที่อยู่บนพื้นผิวต่างๆกัน เมื่อเกิดความชำนาญแล้ว การใช้เครื่องลอกรอยในสถานที่เกิดเหตุจะกลายเป็นเรื่องง่าย และสามารถใช้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพที่ 12 แสดงภาพเครื่องลอกรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Lifting)

ที่มา : Dust print lifter [Online], accessed 4 May 2009

Available from <http://www.forensicssource.com/p-1474-dust-print-lifter.aspx>

1.5.7 การลอกรอยโดยใช้เจลลาติน และวัสดุเทปเหนียวอื่นๆ

ในกรณีที่ไม่สามารถใช้เครื่องลอกรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิต หรือลักษณะของรอยประทับทำให้การลอกรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิตไม่ได้ผล ผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุอาจเลือกใช้เจลลาตินและวัสดุเทปเหนียวอื่นๆ ในการลอกรอยประทับบางประเภทได้ แผ่นเจลลาตินสีดำนี้อาจมีประโยชน์ที่จะใช้ในการลอกรอย เพราะทำให้มองเห็นรอยประทับเป็นฝุ่นที่มีสีค่อนข้างอ่อนได้อย่างชัดเจน ส่วนแผ่นเจลลาตินสีขาวจะใช้สำหรับลอกรอยประทับที่ใช้ผงฝุ่นดำ (ชนิดเดียวกับที่ใช้กับรอยลายนิ้วมือ) ทำให้ปรากฏรอยขึ้นมา การลอกรอยด้วยเจลลาตินหรือวัสดุเทปเหนียวอื่นๆ ควรกระทำหลังจากที่ได้ถ่ายภาพรอยประทับเก็บไว้แล้ว โดยทั่วไปจะเลือกใช้วิธีนี้ก็ต่อเมื่อ วัตถุที่มีรอยประทับติดอยู่นั้นไม่สามารถเคลื่อนย้ายจากสถานที่เกิดเหตุได้ หรือได้ใช้วิธีการลอกรอยด้วยระบบไฟฟ้าสถิตแล้ว แต่ไม่ได้ผล หรือรอยประทับนั้นได้ถูกทำให้ปรากฏในสถานที่เกิดเหตุโดยใช้ผงฝุ่นเช่นเดียวกับการตรวจหารอยลายนิ้วมือ

แผ่นเจลลาตินกับวัสดุเทปเหนียวนั้นมีความแตกต่างกัน โดยแผ่นเจลลาตินจะมีความหนามากกว่า ประกอบไปด้วยผ้า หรือไวนิลเป็นพื้นหลัง และปิดทับด้วยแผ่นเจลลาตินหรือวัสดุอื่นๆ ชั้นบนสุดมีแผ่นพลาสติกใสบางๆ ปิดทับอยู่อีกชั้นหนึ่ง ชั้นที่เป็นแผ่นเจลลาตินซึ่งใช้ในการลอกรอยจะไม่มีสี โปร่งใส สามารถเติมส่วนผสมให้เป็นสีขาวหรือดำได้ แผ่นเจลลาตินมีความเหนียวน้อยกว่าวัสดุเทปเหนียวอื่นๆ จึงสามารถนำมาใช้ในการลอกรอยประทับได้ทั้งพื้นผิวที่ดูดซึมและไม่ดูดซึม โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนพื้นผิวที่ดูดซึม วัสดุเทปเหนียวจะไม่สามารถใช้งานได้

ในการลอกรอยประทับโดยใช้แผ่นเจลลาติน มีวิธีปฏิบัติดังนี้

1.5.7.1 จอตรงกลางของแผ่นเจลลาติน วางส่วนที่จดจกกล่าวลงกับพื้นเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงค่อยๆ ปลดปล่อยปลายทั้งสองข้างลงกับพื้น

1.5.7.2 เมื่อแผ่นเจลลาตินปิดทับบริเวณที่มีรอยประทับดีแล้ว ให้ใช้ลูกกลิ้งสำหรับพิมพ์มือ กลิ้งซ้ำเพื่อให้แผ่นเจลลาตินแนบหรือสัมผัสกับพื้นผิวทั้งหมด อย่าให้มีฟองอากาศ และอย่าใช้น้ำหนักกดมากเกินไปเพราะจะทำให้รอยประทับบิดเบี้ยวได้

1.5.7.3 ถ้ายอยประทับเป็นรอยที่เปียกตั้งแต่เริ่มแรก (wet origin) จะต้องปล่อยให้แผ่นเจลลาตินปิดทับอยู่บนรอยประทับนั้นประมาณ 10 นาที ซึ่งจะทำให้การถ่ายเทรอยประทับมาที่แผ่นเจลลาตินได้ดีขึ้น

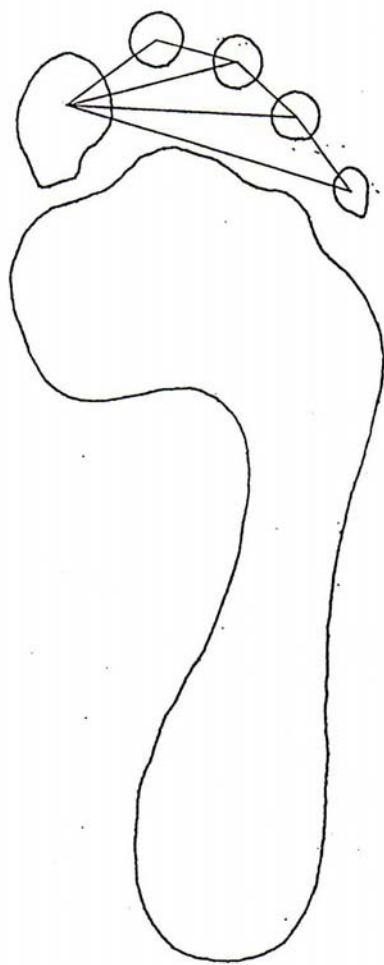
ส่วนวัสดุเทปเหนียวที่ใช้กันทั่วไปในการลอกรอยเท้า ประกอบด้วยพลาสติกหรือกระดาษซึ่งด้านล่างเคลือบด้วยสารที่มีความเหนียวสูง วัสดุเทปเหนียวเหมาะสำหรับใช้ลอกรอยเท้าที่อยู่บนพื้นผิวที่ไม่ดูดซึม แต่ไม่เหมาะสำหรับใช้กับรอยประทับที่อยู่ในสภาพเดิมๆ

วัสดุเทปเหนียวมีทั้งสีขาว สีดำและ โปร่งใส การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับสีของผงฝุ่นที่ใช้เพิ่มความชัดของรอยประทับ อย่างไรก็ตาม เทปเหนียวทั้งหมดนี้สามารถใช้ได้ดีกับรอยประทับที่ทำให้ปรากฏชัดขึ้นด้วยผงฝุ่นฟลูออเรสเซนต์ เมื่อลอกรอยขึ้นมาอยู่บนแผ่นเทปเหนียวแล้วจะต้องปิดทับด้วยพลาสติกใสเพื่อป้องกันไม่ให้รอยประทับบนเทปเหนียวเสียหาย (สันต์ สุขวัฒน์ 2545 : 111-114)

1.6 การตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบรอยเท้า

ในต่างประเทศ ได้มีหน่วยงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจเกี่ยวกับการตรวจเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าหลายประเทศด้วยกัน ตัวอย่างเช่น แผนกรอยเท้าของตำรวจมณฑลโอซาก้าในประเทศญี่ปุ่น (Osaka Prefectural Police Headquarter) มีวิธีการปฏิบัติงานส่วนใหญ่คล้ายตำรวจในนครหลวงโตเกียว (Metropolitan Police Department) คือ เจ้าหน้าที่แผนกรอยเท้าต้องออกตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุเพื่อเก็บรอยเท้ามาตรวจพิสูจน์แต่มีข้อแตกต่าง คือ มีการเก็บรอยลงมือด้วย และมีเทคนิคการตรวจพิสูจน์ที่แตกต่างกัน ส่วนหนึ่งได้แก่ งานด้านรอยฝ่าเท้าหรือเท้าเปล่า (Bare Foot) ซึ่งเป็นงานตรวจพิสูจน์รอยฝ่าเท้าจากสถานที่เกิดเหตุในคดีที่คนร้ายถอดรองเท้าและลงเท้าเข้าไปก่อเหตุ เมื่อมีการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุไม่พบรอยรองเท้าของคนร้าย พบแต่รอยฝ่าเท้าซึ่งเป็นรอยเท้าเปล่าของคนร้าย เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุจะถ่ายภาพรอยฝ่าเท้านั้น พร้อมวางสเกลไว้ หรือบางครั้งก็สามารถหล่อปูนปลาสเตอร์ได้ ก็จะหล่อปูนปลาสเตอร์เก็บไว้แล้วนำมา ตรวจด้วยเทคนิคต่างๆ วิธีการตรวจรอยฝ่าเท้าไม่ได้ใช้วิธีการตรวจรอยเส้นของฝ่าเท้าเหมือนศูนย์ตรวจรอยลายนิ้วมือแฝงของกองพิสูจน์หลักฐานของประเทศไทย แต่จะใช้เทคนิคต่างๆ ตามลักษณะของฝ่าเท้าที่สามารถตรวจได้ เช่น

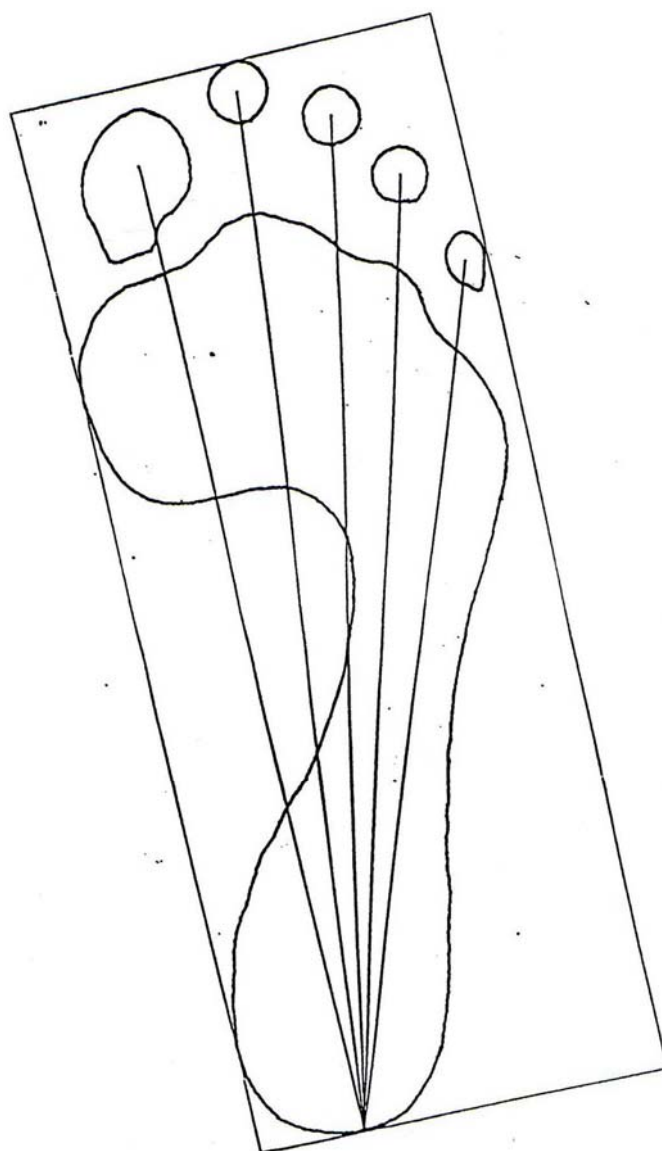
1. เทคนิคการวัดระยะห่าง ระหว่างจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้าแต่ละนิ้ว ใช้วิธีการกำหนดจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้าแต่ละนิ้ว แล้วลากเส้นโยงจากจุดศูนย์กลางของนิ้วหัวแม่เท้าไปยังจุดศูนย์กลางของนิ้วอื่นๆ แล้ววัดระยะห่างของแต่ละเส้นที่โยงจะพบว่า บุคคลแต่ละคน จะมีระยะห่างระหว่างนิ้วเท้าไม่เท่ากัน เมื่อนำรอยเท้ามาตรวจเปรียบเทียบกับฝ่าเท้าของผู้ต้องสงสัย ก็จะทราบได้ว่าเป็นเจ้าของรอยฝ่าเท้านั้นหรือไม่ ตามภาพที่ 13



ภาพที่ 13 แสดงเทคนิคการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้า

ที่มา : “รายงานการฝึกอบรมหลักสูตรการถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุ”, เอกสารการฝึกอบรมหลักสูตรการถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุ กองพิสูจน์หลักฐาน, 2542. (อัดสำเนา)

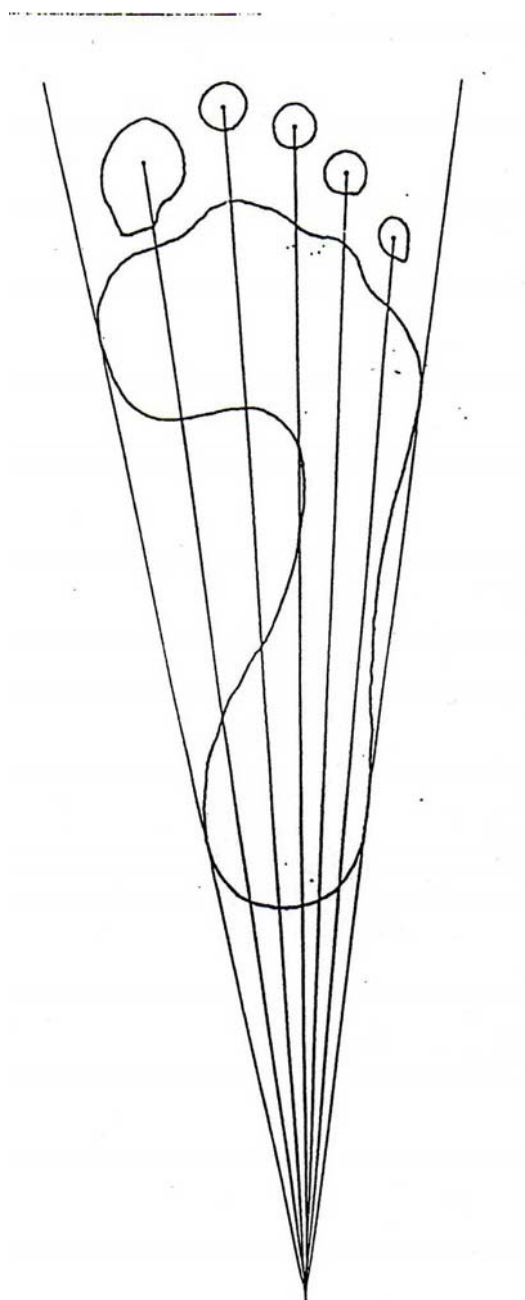
2. เทคนิคการวัดขนาดความกว้างยาวของฝ่าเท้า ใช้วิธีการวัดระยะจากจุดปลายสุดของส้นเท้าไปยังจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้าแต่ละนิ้วแล้วตีกรอบสี่เหลี่ยมให้สัมผัสส้นเท้า ฝ่าเท้า นิ้วชี้และนิ้วก้อยของเท้า จะพบว่า บุคคลแต่ละคน จะมีขนาดความกว้างยาวของฝ่าเท้าไม่เท่ากัน และมีระยะทางที่วัดจากจุดปลายสุดของส้นเท้าไปยังจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้าแต่ละนิ้วไม่เท่ากัน ตามภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แสดงเทคนิคการวัดความกว้างและความยาวของฝ่าเท้า

ที่มา : “รายงานการฝึกอบรมหลักสูตรการถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุ”, เอกสารการฝึกอบรมหลักสูตรการถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุ กองพิสูจน์หลักฐาน, 2542. (อัคราณา)

3. เทคนิคการวัดรูปแบบรอยแผ่กว้างของฝ่าเท้า ใช้วิธีกำหนดจุดหนึ่งจุด ห่างจากสันเท้าของฝ่าเท้านั้นพอประมาณและกึ่งกลางฝ่าเท้า จากนั้นลากเส้นออกจากจุดนี้ออกเป็น 7 เส้น โดยเส้นที่ 1 ลากไปยังขอบฝ่าเท้าด้านในให้สัมผัสทั้งสันเท้าและฝ่าเท้าด้านบน ลากเส้นที่ 2 3 4 5 และ 6 ไปยังจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้าทั้ง 5 นิ้วเรียงตามลำดับ ลากเส้นที่ 7 ไปยังขอบฝ่าเท้าด้านนอกให้สัมผัสทั้งสันเท้าและฝ่าเท้าด้านบน จะพบว่า บุคคลแต่ละคน มีรูปแบบของฝ่าเท้าไม่เหมือนกัน สามารถนำมาใช้ตรวจเปรียบเทียบกับผู้ต้องสงสัยได้ ตามภาพที่ 15



ภาพที่ 15 แสดงเทคนิคการวัดรูปแบบรอยแผ่กว้างของฝ่าเท้า

ที่มา: “รายงานการฝึกอบรมหลักสูตรการถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุ”, เอกสารการฝึกอบรมหลักสูตรการถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุ กองพิสูจน์หลักฐาน, 2542. (อัครา)

นอกจากนี้ หน่วยงานด้านการสืบสวนสอบสวนกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา Federal Bureau of Investigation (FBI) ได้เริ่มทำการวิจัยทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเท้าของมนุษย์ มาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. 1986 โดยได้ทำการเก็บรวบรวมรอยพิมพ์เท้าจากอาสาสมัครจำนวน 500 คน ซึ่งประกอบไปด้วยเพศชาย 399 คน เพศหญิง 101 คน จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า รอยพิมพ์เท้าของมนุษย์แต่ละคนนั้นมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวอยู่ในขั้นที่สูง ทั้งนี้ได้มีการพิจารณาในขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับขนาดและรูปร่างเฉพาะตัวของรอยพิมพ์เท้าทั้ง 500 คู่ นั้น ในการเปรียบเทียบเอกลักษณ์ของเท้าแต่ละเท้าได้ทำการกำหนดจุดศูนย์กลางของนิ้วเท้าแต่ละนิ้ว จุดศูนย์กลางของบริเวณสันเท้าและจุดอ้างอิงอื่นๆบนรอยพิมพ์เท้า ซึ่งการกำหนดจุดศูนย์กลางนั้นสามารถกำหนดตำแหน่งได้ง่าย นอกจากนี้ได้มีการใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวัดและการบันทึกข้อมูลทั้งหมด การเปรียบเทียบระหว่างเท้าแต่ละข้างทั้งข้างซ้ายและข้างขวาได้ถูกทำการวัดไว้ทั้งหมด 44 จุด ผลจากการเปรียบเทียบความยาวของรอยเท้าที่วัดได้นั้นไม่มีค่าการวัดที่ซ้ำกัน และผลจากการเปรียบเทียบนั้นยังแสดงให้เห็นว่าเท้าทั้งสองข้างของบุคคลคนเดียวกันยังมีความแตกต่างกันอีกด้วย

ส่วนที่ 2 กายวิภาคศาสตร์และโครงสร้างเท้าของมนุษย์

2.1 ทฤษฎีกายวิภาคศาสตร์ส่วนเท้า

จากการศึกษาร่างกายของมนุษย์แยกออกเป็นส่วนๆ (Regional Anatomy) โดยรวมถึง การศึกษาร่างกายมนุษย์ในภาคตัดขวาง (topographic anatomy) เราสามารถแบ่งร่างกายของมนุษย์ ได้เป็นบริเวณส่วนต่างๆดังนี้

1. ส่วนของทรวงอก (Thorax)
2. ส่วนของท้อง (Abdomen)
3. ส่วนของเชิงกราน (Pelvis)
4. ส่วนของหลัง (Back)
5. ส่วนของรยางค์บน (Upper Limb)
6. ส่วนของรยางค์ล่าง (Lower Limb)
7. ส่วนของศีรษะและลำคอ (Head and Neck)

เท้าเป็นส่วนหนึ่งของร่างกายมนุษย์อยู่ในส่วนที่เป็นรยางค์ล่าง เรียกว่า Lower Limb หรือ Lower Extremity ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนข้อเท้า (tarsus), ฝ่าเท้า (metatarsus) และ นิ้วเท้า (toe)

พรทิพย์ บุญเรืองศรี (2535 : 1) กล่าวว่า เท้า (Foot) เป็นอวัยวะส่วนล่างสุดของร่างกาย เป็นส่วนปลายของขามาคู่เข้ากันกับขาที่ข้อเท้าซึ่งทำหน้าที่รับน้ำหนักทั้งหมดของร่างกายที่จะผ่าน ลงไปสู่พื้นเบื้องล่าง ดังนั้นโดยทั่วไปจึงนิยมเรียกเท้า ว่าเป็น “Weight-bearing Foot” นอกจากนั้น เท้ายังช่วยรักษาสมดุลของร่างกายในการยืน (Standing) การเดิน(Walking) โดยปกติกล้ามเนื้อ ร่างกายทั่วไปเมื่อทำงานจะเคลื่อนที่จากจุดเกาะปลาย (Insertion) เข้าหาจุดเกาะต้น (Origin) แต่ ในเท้าจะตรงกันข้าม คือ ปลายกล้ามเนื้อที่จุดเกาะปลายถูกกำหนดให้อยู่กับที่ (Fixed) เพื่อดำเนินต่อ พื้นแข็งเบื้องล่างและปลายกล้ามเนื้อที่จุดเกาะต้นในสันเท้าหรือขาจะเคลื่อนที่สัมพันธ์กับจุดกำหนด ที่อยู่กับที่ (Fixed Point)

2.1.1 กระดูกของปลายขาและเท้า (Bones of the Leg and Foot)

เท้าและตาตุ่มของมนุษย์ประกอบด้วยกระดูก 28 ชิ้น (Michaud, 1993 : 1) ตาม ภาพที่ 16 และภาพที่ 17,18,19 โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กระดูกของปลายขา 2 ชิ้น และกระดูกเท้า ทั้งหมด 26 ชิ้นดังนี้

2.1.1.1 กระดูกของปลายขา (Bones of the Leg) มี 2 ชิ้น ตามภาพที่ 16 ได้แก่

2.1.1.1.1 Tibia เป็นกระดูกหน้าแข้ง อยู่ทางด้านในของปลายขา ปลายบนของกระดูก Tibia แผลออกเป็น Medial Condyles และ Lateral Condyles ซึ่งไปประกอบเป็นข้อเข้ากับ Condyles ของกระดูก Femur (กระดูกต้นขา) ด้านล่างของ Lateral Condyles ของกระดูก Tibia ยังประกอบเป็นข้อต่อกับกระดูก Fibula ด้วย ผิวด้านหน้าได้ต่อ condyles มีปุ่มนูนเรียกว่า Tibial Tuberosity เป็นเกาะของ Patellar Ligament ปลายล่างของกระดูก Tibia เรียกว่า Medial Malleolus หรือตาตุ่มใน เป็นส่วนที่ไปประกอบกับกระดูก Talus เป็นข้อเท้า (Ankle Joint)

2.1.1.1.2 Fibula วางตัวขนานอยู่ทางด้านนอกต่อกระดูก Tibia ปลายบนเรียกว่า Head ประกอบเป็นข้อต่อกับ Lateral Condyles ของกระดูก Tibia ในระดับต่ำกว่าข้อเท้า ปลายล่างนูนเรียกว่า Lateral Malleolus หรือตาตุ่มนอก

2.1.1.2 กระดูกเท้า (Bone of the foot)

พบว่ากระดูกเท้าแต่ละข้างประกอบไปด้วยกระดูกจำนวน 26 ชิ้น ตามภาพที่ 17 แบ่งออกเป็นกระดูกข้อเท้า (tarsus) 7 ชิ้น กระดูกฝ่าเท้า (metatarsus) 5 ชิ้น และกระดูกนิ้วเท้า (phalanx) จำนวน 14 ชิ้น กระดูกข้อเท้า ฝ่าเท้า และนิ้วเท้ามีลักษณะคล้ายคลึงกับกระดูกข้อมือ ฝ่ามือ และนิ้วมือ แต่อาจแตกต่างออกไปบ้างเพื่อให้มีความเหมาะสมกับการรับน้ำหนักและการเคลื่อนไหวในขณะที่มีการเดิน (บึงอร จางทรัพย์, 2550: 158)

2.1.1.2.1 กระดูกข้อเท้า (Tarsus)

ข้อเท้าประกอบไปด้วยกระดูกจำนวน 7 ชิ้น ตามภาพที่ 17 ได้แก่ กระดูก talus, calcaneus, navicular, cuneiforms (3 ชิ้น) และ cuboid

1) กระดูก talus

เป็นกระดูกชิ้นหนึ่งของข้อเท้ามีลักษณะคล้ายเต่า กระดูกชิ้นนี้เกิดเป็นข้อต่อกับกระดูก tibia และ fibula เพื่อเกิดเป็นข้อเท้า (ankle joint)

2) กระดูก calcaneus

เป็นกระดูกชิ้นที่ใหญ่ที่สุดของข้อเท้า มีลักษณะคล้ายด้ามปืนพก กระดูกนี้วางตัวอยู่ตรงส่วนสันเท้า โดยส่วนด้านล่างมีลักษณะขรุขระ เรียกว่า tuberosity เป็นที่เกาะของเอ็นกล้ามเนื้อน่อง (calf muscle) เรียกว่าเอ็นร้อยหวาย (calcaneal หรือ Achilles tendon)

3) กระดูก navicular

กระดูกนี้มีตำแหน่งอยู่ทางด้านหน้าของกระดูก talus รูปร่างของมันมีลักษณะคล้ายเรือ

4) กระดูก cuneiforms

กระดูกนี้มีจำนวน 3 ชิ้นเรียงจากด้านในไปด้านนอก ได้แก่ 1, 2 และ 3 cuneiforms โดยทั้งสามชิ้นเกิดเป็นข้อต่อกับกระดูกฝ่าเท้า (metatarsal bones) ที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

5) กระดูก cuboid

กระดูกชิ้นนี้อยู่ทางด้านนอกสุด เกิดเป็นข้อต่อกระดูกฝ่าเท้าชิ้นที่ 4 และ 5

2.1.1.2.2 กระดูกฝ่าเท้า (Metatarsus)

กระดูกฝ่าเท้า ตามภาพที่ 17 มีจำนวน 5 ชิ้น โดยชิ้นที่ 1 มีตำแหน่งตรงกับนิ้วโป้งและมีขนาดใหญ่ที่สุด เนื่องจากเป็นชิ้นที่ทำหน้าที่ในการรับน้ำหนัก (weight-bearing) ของร่างกาย กระดูกฝ่าเท้าจัดว่าเป็นกระดูกชนิดยาว (long bone) ประกอบด้วยส่วนฐาน (base) ลำตัว (shaft) และหัว (head) โดยฐานของกระดูกฝ่าเท้าชิ้นที่ 1, 2 และ 3 นั้นเกิดเป็นข้อต่อกับกระดูก cuneiforms ส่วนชิ้นที่ 4 และ 5 เกิดเป็นข้อต่อกับกระดูก cuboid ข้อต่อที่เกิดขึ้น เรียกว่า tarsometatarsal joint ส่วนหัวของกระดูกฝ่าเท้ามีตำแหน่งอยู่ทางด้านล่างของตัวกระดูกและไปเกิดเป็นข้อต่อกับกระดูกนิ้วขึ้นบน (proximal phalanx) เรียกข้อต่อนี้ว่า metatarsophalangeal joint นอกจากนี้สามารถสังเกตส่วนหัวของกระดูกฝ่าเท้าที่รอยเท้าได้อย่างชัดเจน โดยเห็นเป็นลักษณะกลม

2.1.1.2.3 กระดูกนิ้วเท้า (Phalanx)

กระดูกนิ้วเท้าในแต่ละข้างมีจำนวนทั้งสิ้น 14 ชิ้น การจัดเรียงตัวของนิ้วเท้ามีลักษณะคล้ายกับที่นิ้วมือ โดยสามารถจัดได้เป็นแถวบน แถวกลาง และแถวล่าง (ยกเว้นนิ้วโป้งที่มีเฉพาะแถวบนและแถวล่างเท่านั้น)

นอกจากนี้ พรทิพย์ (2535: 19) ยังได้กล่าวไว้ว่า กระดูกเท้ายังถูกจัดได้เป็นกลุ่ม 3 กลุ่มตามภาพที่ 18 ดังนี้

1. ส่วนหลัง (Hindfoot) ได้แก่ กระดูก Talus และ Calcaneus
 2. ส่วนกลาง (Midfoot) ได้แก่ กระดูก Cuboid, Navicular และ Cuneiform ที่ 1 ถึง 3
 3. ส่วนหน้า (Forefoot) ได้แก่ กระดูกฝ่าเท้า (Metatarsals) และกระดูกนิ้วเท้า (Phalanges)
- รายละเอียดของกระดูกเท้ามีดังนี้

1. Talus เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Astragalus หรือ Ankle Bone เป็นกระดูกข้อเท้าที่รองรับกระดูก Tibia และ Fibula กระดูก Talus วางตัวอยู่บน 2/3 ด้านหน้าของกระดูก Calcaneus กระดูก Talus เป็นกระดูกข้อเท้าชิ้นเดียวที่ไม่มีกล้ามเนื้อมาเกาะ หลอดเลือดที่เลี้ยงมาจากแขนงหลอดเลือดแดงที่เลี้ยง Sinus Tarsi และหลอดเลือดเล็ก ๆ ที่อยู่หลัง Facet

2. Calcaneus เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Os Calcis หรือ Os Calcaneum (Heel Bone) เป็นกระดูกข้อเท้าที่ใหญ่ที่สุด อยู่ใต้ต่อกระดูก Talus ด้านหลังของกระดูก Calcaneus จะเป็นกระดูกสันเท้า (Heel) แกนยาวของกระดูก (Long Axis) จะชี้ขึ้นไปทางด้านหน้าและออกด้านข้าง

3. Navicular เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Os Naviculare หรือ Scaphoid เป็นกระดูกที่อยู่ระหว่างหัวของกระดูก Talus และกระดูก Cuneiforms 3 ชิ้น กระดูก Navicular จะโค้งด้านบนและเว้าด้านล่าง บริเวณผิวส่วนต้น (Proximal Surface) รูปร่างรีและเว้าสำหรับหัวของกระดูก Talus ขอบด้านในจะมี Tuberosity ซึ่งคลำได้ในบริเวณที่อยู่ล่างและหน้าต่อมุมใน 3 เซนติเมตร บริเวณผิวส่วนปลาย (Distal Surface) เป็นแอ่ง Facet สำหรับต่อกับกระดูก Cuneiforms 3 ชิ้น

4. Cuneiform Bones มีจำนวน 3 ชิ้น รูปร่างคล้ายลิ้ม (Wedge Shape) ด้านหลังของกระดูกต่อกับกระดูก Navicular ส่วนปลายด้านหน้าต่อกับ Base ของกระดูกฝ่าเท้า (Metatarsals) 3 ชิ้นแรก กระดูกชิ้นใน (Medial Cuneiform) ขนาดใหญ่ที่สุด กระดูกชิ้นกลาง (Intermediate Cuneiform) ขนาดเล็กที่สุด การจัดเรียงของกระดูก Cuneiforms เป็นส่วนสำคัญในการเกิดเป็น Transverse Arch ของเท้า รายละเอียดของกระดูก Cuneiforms แต่ละชิ้นเป็นดังนี้คือ

Medial Cuneiform ด้านหลังต่อกับกระดูก Navicular ด้านข้างต่อกับ Intermediate Cuneiform และกระดูกฝ่าเท้าชิ้นที่ 2 ด้านหน้า (Distal Surface) มีลักษณะเป็นแอ่งคล้ายรูปไตเรียก Reniform Facet สำหรับต่อกับกระดูกฝ่าเท้าชิ้นแรก

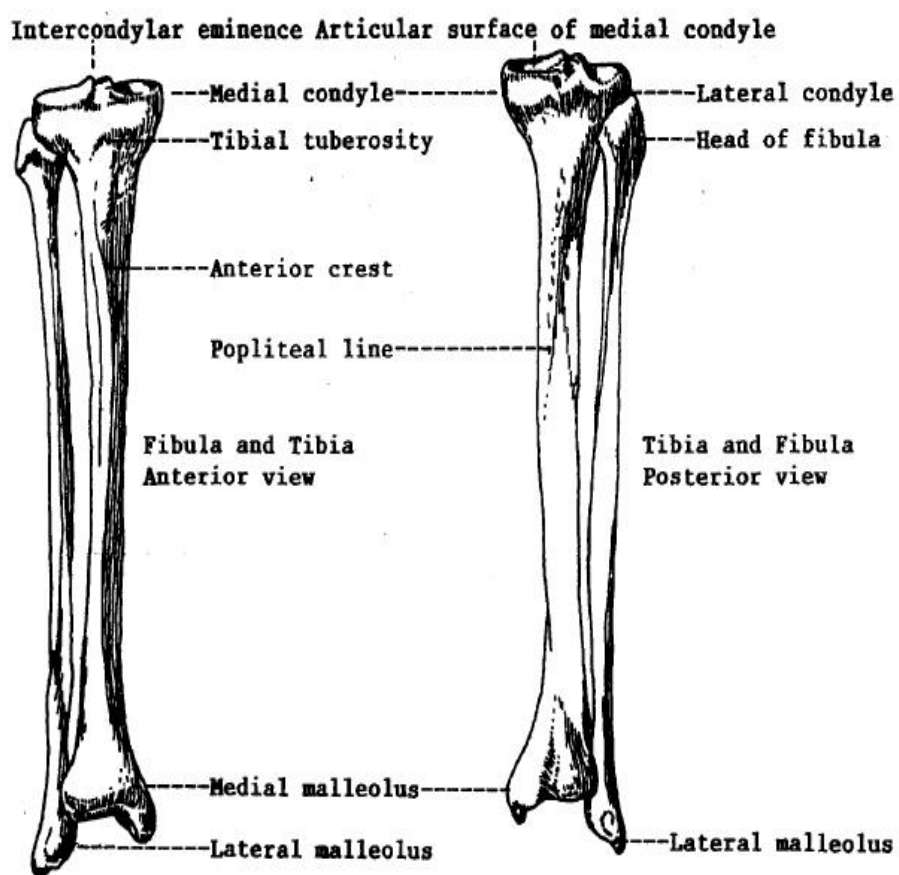
Intermediate Cuneiform เป็นชิ้นที่สั้นที่สุด อยู่ตรงกลางระหว่างกระดูก Cuneiform อีก 2 ชิ้น ด้านหน้าต่อกับกระดูกฝ่าเท้าชิ้นที่ 2 กระดูก Intermediate Cuneiform จะถูกล็อกด้านข้าง โดยส่วนปลายของกระดูก Cuneiform อีก 2 ชิ้น

Lateral Cuneiform อยู่ระหว่างกระดูก Intermediate Cuneiform และกระดูก Cuboid ด้านหลังต่อกับกระดูก Navicular แอ่งด้านในและด้านข้าง จะเป็นที่เกาะของเอ็นยึด Intercuneiform และ Cuneocuboid

5. Cuboid ด้านหลังต่อกับกระดูก Calcaneus ด้านหน้าต่อกับกระดูกฝ่าเท้าชั้นที่ 4 และ 5 ด้านในต่อกับกระดูก Lateral Cuneiform ด้านฝ่าเท้า (Planter Aspect) จะมีร่องสำหรับเอ็นกล้ามเนื้อ Preoneous Longus บริเวณขอบร่องจะยื่นเป็นสัน (Ridge) ซึ่งกลายเป็น Tuberosity ของกระดูก Cuboid

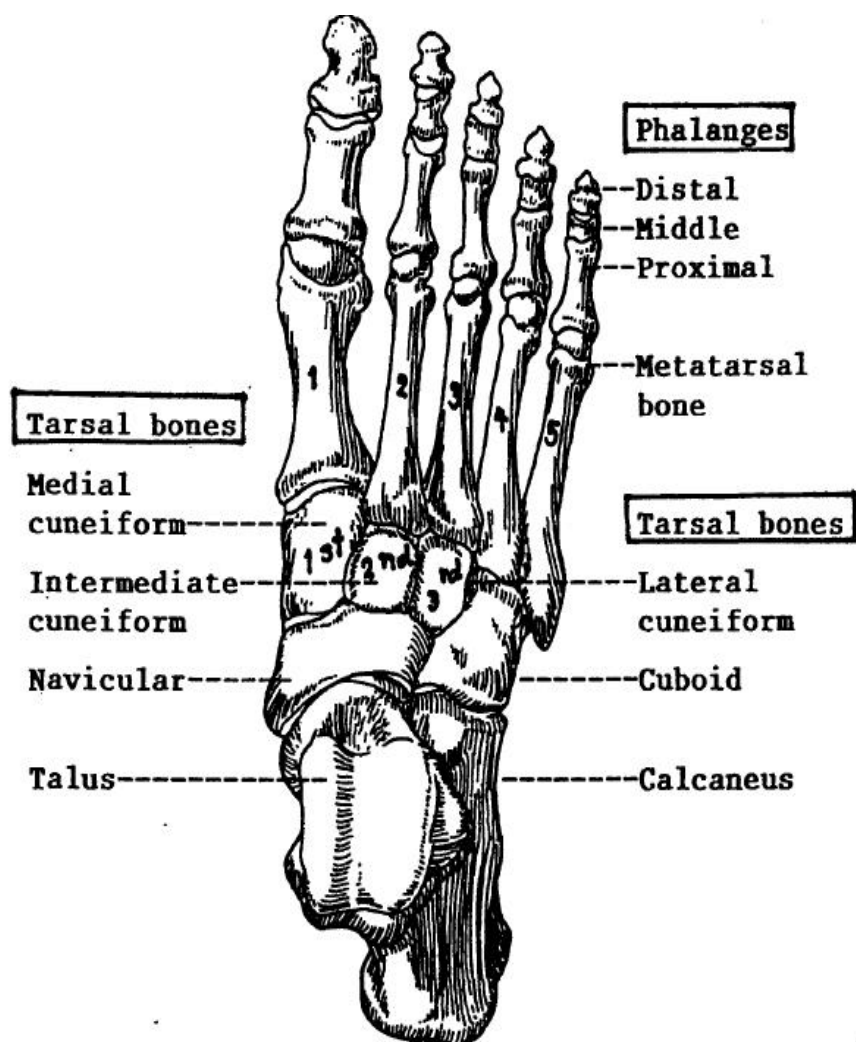
6. Metatarsal Bones มีจำนวน 5 ชิ้น ด้านหลังต่อกับกระดูกข้อเท้า ด้านหน้าต่อกับกระดูกนิ้วเท้า กระดูกฝ่าเท้ามีลักษณะยาว โค้งด้านบน และเว้าด้านล่าง แบ่งส่วนเป็น Base, Shaft และ Head ส่วน Head จะมี Tubercle สำหรับให้เอ็นยึด Collateral ของข้อต่อ Metatarsophalangeal มาเกาะ กระดูกฝ่าเท้าชิ้นแรกจะสั้นและหนาที่สุด ส่วนชิ้นที่ 2 จะยาวที่สุด สำหรับชิ้นที่ 5 จะมี Tuberosity (Styloid Process) ยื่นออกมาทางด้านข้างเพื่อรับน้ำหนักที่ผ่านลงมา ส่วนของ Tuberosity เป็นที่เกาะปลาย (Insertion) ของกล้ามเนื้อ Peroneus Brevis ถ้าตะแคงฝ่าเท้าด้านในขึ้น (Inversion) อย่างแรงและเร็วจะเกิดการหักของ Tuberosity นี้ได้ กระดูกฝ่าเท้าชั้นที่ 2 จะต่อกับกระดูก Intermediate Cuneiform โดยมี Medial Cuneiform และ Lateral Cuneiform อยู่ด้านข้าง “Key-link” ซึ่งช่วยให้เท้ามีความมั่นคงและแข็งแรงยิ่งขึ้น น้ำหนักส่วนใหญ่ของเท้าจะผ่านจุดนี้มากที่สุด

7. Phalanges กระดูกนิ้วเท้ามีทั้งหมด 14 ชิ้น โดยนิ้วหัวแม่เท้ามี 2 ชิ้น ส่วนนิ้วอื่นมีนิ้วละ 3 ชิ้น กระดูกนิ้วเท้าแบ่งเป็น Proximal, Middle และ Distal Phalanges บริเวณ Base ของ Proximal Phalanges จะเว้า (Concave) ส่วนบริเวณ Head จะมี Trochlear Surface สำหรับ Middle Phalanges



ภาพที่ 16 แสดงกระดูกของปลายขา (Bones of the Leg)

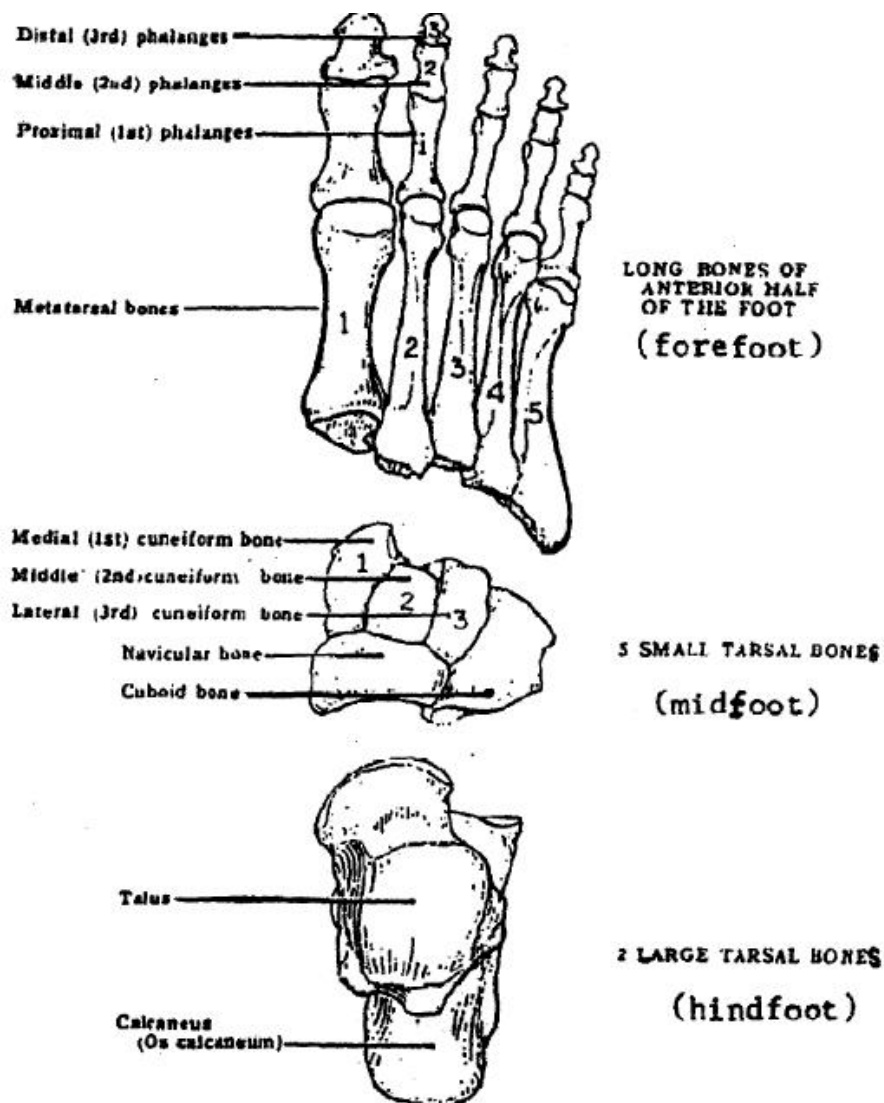
ที่มา : วิลโล ชินเรนส, ธันวา ดันสติดและมนตกานต์ ดันสติด, กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์, พิมพ์ครั้งที่ 4 (กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามลดา, 2539), 83.



ภาพที่ 17 แสดงกระดูกเท้าด้านบน (Dorsal Surface) ประกอบด้วยกระดูก 3 ส่วน คือ

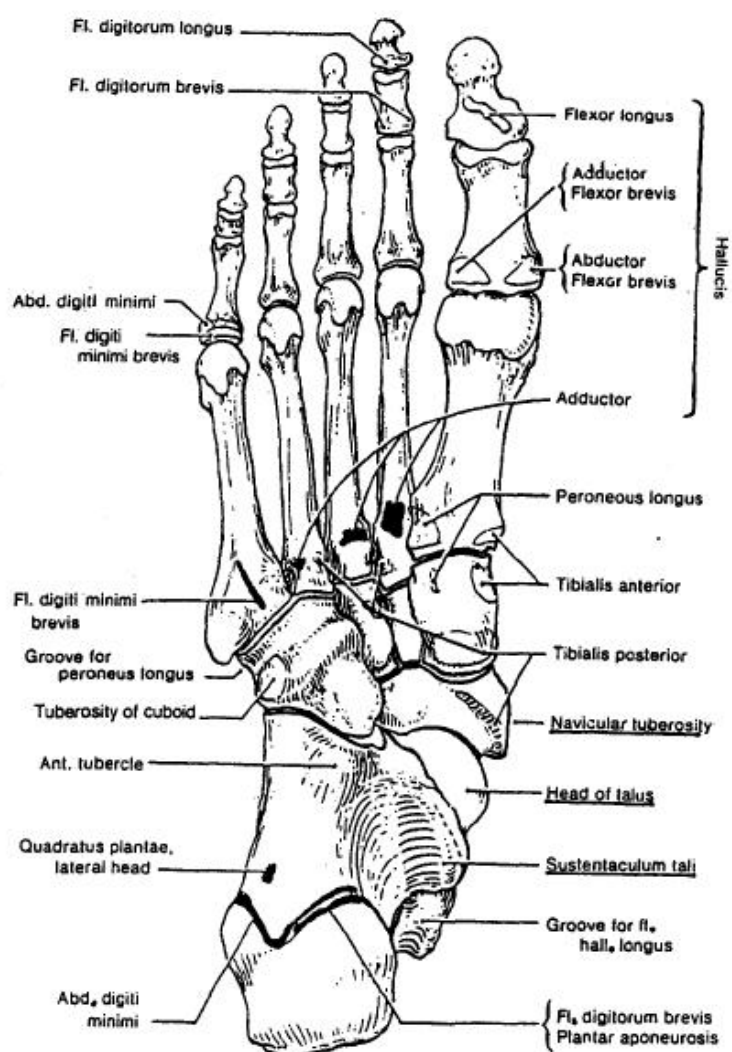
1) Tarsal Bones 2) Metatarsal Bones และ 3) Phalanges

ที่มา : วิลโล ชินเรนส, ชันวา ดันสติดและมนตกานต์ ดันสติด, กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์, พิมพ์ครั้งที่ 4 (กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามลดา, 2539), 84.



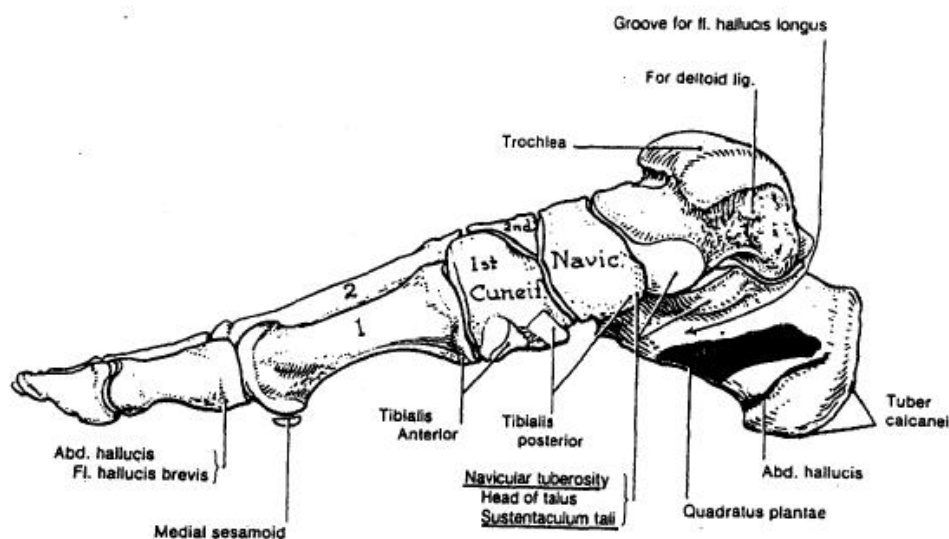
ภาพที่ 18 แสดงกระดูกเท้าที่แบ่งกลุ่มเป็น Hindfoot, Midfoot และ Forefoot

ที่มา : พรทิพย์ บุญเรืองศรี, มหากยวิภาคศาสตร์เรื่องเท้า, (ขอนแก่น : ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535), 22.



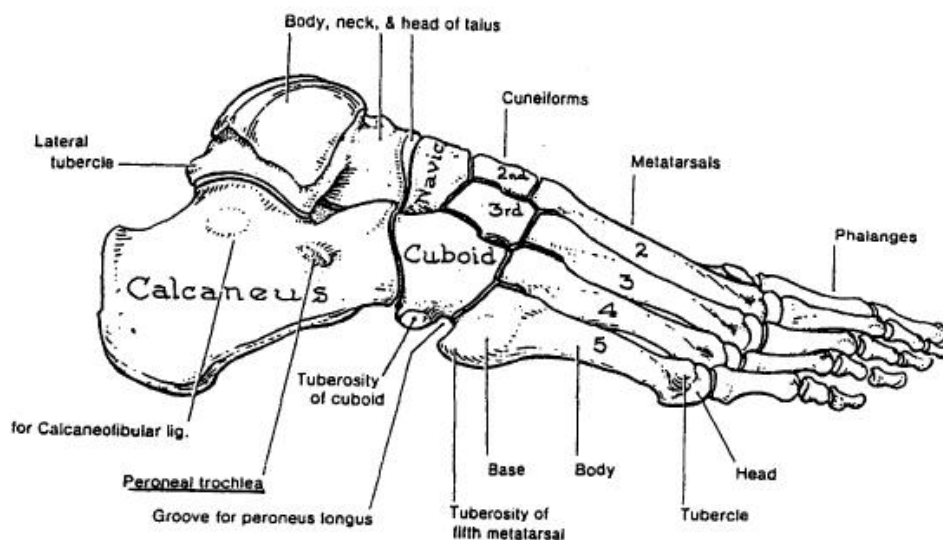
ภาพที่ 19 แสดงลักษณะด้านล่าง (Plantar Surface) ของกระดูกเท้า เพื่อบอกตำแหน่งหัวของกระดูก Talus ที่อยู่ระหว่าง Sustentaculum Tali ของกระดูก Calcaneus กับ Tuberosity ของกระดูก Navicular

ที่มา : พรทิพย์ บุญเรืองศรี, มหากายวิภาคศาสตร์เรื่องเท้า, (ขอนแก่น : ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535), 13.



ภาพที่ 20 แสดงลักษณะด้านใน (Medial Surface) ของกระดูกเท้า

ที่มา : พรทิพย์ บุญเรืองศรี, มหาวิทยาลัยภาคศาสตร์เรืองแท้, (ขอนแก่น : ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535), 15.



ภาพที่ 21 แสดงลักษณะด้านข้าง (Lateral Surface) ของกระดูกเท้า

ที่มา : พรทิพย์ บุญเรืองศรี, มหาวิทยาลัยภาคศาสตร์เรืองแท้, (ขอนแก่น : ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535), 15.

2.1.2 กล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวปลายขาและเท้า และกล้ามเนื้อเท้า (Muscles that move the Leg and Foot and Muscles of the Foot)

2.1.2.1 กล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวปลายขาและเท้า (Muscles that move the Leg and Foot)

วิลเลียม และคนอื่นๆ (2539 : 112-113) อธิบายว่า กล้ามเนื้อของปลายขาแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กล้ามเนื้อด้านหน้า กล้ามเนื้อด้านนอก และกล้ามเนื้อด้านหลัง ดังภาพที่ 22 ดังนี้

2.1.2.1.1 กล้ามเนื้อด้านหน้า (Anterior Group) เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านหน้าของกระดูก Tibia และ Fibula มีจุดเกาะต้นจาก Lateral Condyle ของกระดูก Tibia, Interosseous Membrane และด้านหน้าของกระดูก Fibula ไปยังจุดเกาะปลายที่กระดูก Tarsals, Metatarsals และ Phalanges ซึ่งรายละเอียดต่างๆ แสดงในตารางที่ 2 เอ็นของกล้ามเนื้อทอดตัวผ่านทางด้านหน้าของข้อเท้า โดยมีแถบพังผืดเรียกว่า Superior และ Inferior Extensor Retinaculum รัดให้เอ็นแนบติดกับกระดูก กล้ามเนื้อกลุ่มนี้ทำหน้าที่กระดูกปลายเท้าขึ้น (Dorsiflexion) และเหยียดนิ้วเท้า (Extension) ประกอบด้วย

1. Tibialis Anterior Muscle
2. Extensor Hallucis Longus Muscle
3. Extensor Digitorum Longus Muscle
4. Peroneus Tertius Muscle

2.1.2.1.2 กล้ามเนื้อด้านนอก (lateral or Peroneal Group) อยู่ทางด้านข้างของกระดูก Fibula ,จุดเกาะต้นจากกระดูก Fibula ไปยังจุดเกาะปลายที่กระดูก Metatarsals ทำหน้าที่กระดูกปลายเท้าลง (Plantar Flexion) และหันฝ่าเท้าออกทางด้านนอก (Eversion) ประกอบด้วย

1. Peroneus Longus Muscle
2. Peroneus Brevis Muscle

2.1.2.1.3 กล้ามเนื้อด้านหลัง (Posterior Group) กล้ามเนื้อกลุ่มนี้มีการเรียงตัว 2 ระดับคือ

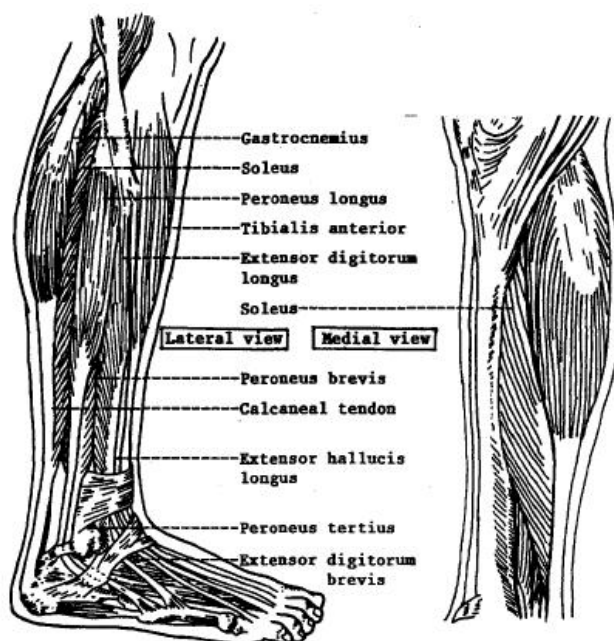
1. กลุ่มที่อยู่ตื้น (Superficial Layer) ประกอบด้วย
 - Gastrocnemius Muscle
 - Soleus Muscle
 - Plantaris Muscle

กล้ามเนื้อแต่ละมัดมีจุดเกาะต้นต่างกันคือ กล้ามเนื้อ Gastrocnemius เกาะจาก Medial และ Lateral Condyles ของกระดูก Femur กล้ามเนื้อ Soleus เกาะจากกระดูก Tibia และ Fibula และกล้ามเนื้อ Plantaris เกาะจากกระดูก Femur เหนือ Lateral Condyles เอ็นของกล้ามเนื้อเหล่านี้ รวมกันเป็นเอ็นเส้นเดียวเรียกว่า Calcaneal (Achilles) Tendon ไปเกาะที่กระดูก Calcaneus ทำหน้าที่กระดูกปลายเท้าลง (Plantar Flexion)

2. กลุ่มที่อยู่ลึก (Deep Layer) ประกอบด้วย

- Popliteus Muscle
- Flexor Hallucis Longus Muscle
- Flexor Digitorum Longus Muscle
- Tibialis Posterior Muscle

กล้ามเนื้อกลุ่มนี้มีจุดเกาะต้นจากกระดูก Femur, Tibia, Fibula และ Interosseous Membrane ทางด้านหลัง ไปยังกระดูก Tarsals, Metatarsals และ Phalanges ทางด้านฝ่าเท้า ทำหน้าที่กระดูกปลายเท้าลง (Plantar Flexion), งอนิ้วเท้า (Flexion) และหันฝ่าเท้าเข้าด้านใน (Inversion)



ภาพที่ 22 แสดงกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวปลายขาและเท้า

ที่มา : วิลโล ซินเซนส, ธันวา ดันสติดและมนตกานต์ ดันสติด, กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์, พิมพ์ครั้งที่ 4 (กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามลดา, 2539), 113.

ตารางที่ 2 รายละเอียดกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวปลายขาและเท้า

ชื่อกล้ามเนื้อ	จุดเกาะต้น	จุดเกาะปลาย	หน้าที่
1.1 Tibialis Anterior	Lateral Condyle ของกระดูก Tibia	กระดูก Cuneiform, ฐานของกระดูก Metatarsal ชั้นที่ 1	กระดกปลายเท้าขึ้น และเหยียดนิ้วเท้า
1.2 Extensor Hallucis Longus	ผิวด้านหน้าของกระดูก Fibula ตอนกลาง	Distal Phalange ชั้นที่ 1	กระดกปลายเท้าขึ้น และเหยียดนิ้วเท้า
1.3 Extensor Digitorum Longus	Lateral Condyle ของกระดูก Tibia	Middle และ Distal Phalange ชั้นที่ 2-4	กระดกปลายเท้าขึ้น และเหยียดนิ้วเท้า
1.4 Peroneus Tertius	ผิวด้านข้างของกระดูก Fibula ด้านบน	ฐานของกระดูก Metatarsal ชั้นที่ 5	กระดกปลายเท้าขึ้น และเหยียดนิ้วเท้า
2.1 Peroneus Longus	ผิวด้านข้างของกระดูก Fibula ด้านบน	ด้านในของกระดูก Cuneiform และฐานของกระดูก Metatarsal ชั้นที่ 1	กระดกปลายเท้าลงและหันฝ่าเท้าออกด้านนอก
2.2 Peroneus Brevis	ผิวด้านข้างของกระดูก Fibula ตอนปลาย	ฐานของกระดูก Metatarsal ชั้นที่ 5 ทางด้านข้าง	กระดกปลายเท้าลงและหันฝ่าเท้าออกด้านนอก
3.1.1 Gastrocnemius	Lateral Head เกาะที่ Lateral Condyle ของกระดูก Femur Medial Head เกาะที่ Medial Condyle ของกระดูก Femur	Calcaneous Tendon	กระดกปลายเท้าลง
3.1.2 Soleus	ด้านหลัง Head Of Fibula และด้านหลังของกระดูก Tibia	Calcaneous Tendon	กระดกปลายเท้าลง
3.1.3 Plantaris	ตอนล่างของกระดูก Femur ตรง Lateral Supracondylar Line	Calcaneous Tendon	กระดกปลายเท้าลง
3.2.1 Popliteus	Lateral Condyle ของกระดูก Femur	ด้านหลังของกระดูก Tibia	กระดกปลายเท้าลง, งอนิ้วเท้า และหันฝ่าเท้าเข้าด้านใน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชื่อกล้ามเนื้อ	จุดเกาะต้น	จุดเกาะปลาย	หน้าที่
3.2.2 Flexor Hallucis Longus	ด้านหลังของกระดูก Fibula และ Interosseous Membrane	ส่วนปลายกระดูกนิ้วเท้าที่ 1	กระดูกปลายเท้าลง, งอนิ้วเท้า และหันฝ่าเท้าเข้าด้านใน
3.2.3 Flexor Digitorum Longus	ด้านหลังของกระดูก Tibia และ Fibula	ส่วนปลายกระดูกนิ้วเท้าที่ 2-4	กระดูกปลายเท้าลง, งอนิ้วเท้า และหันฝ่าเท้าเข้าด้านใน
3.2.4 Tibialis Posterior	ด้านหลังของกระดูก Tibia และ Fibula และ Interosseous Membrane	กระดูก Navicular, Cuneiform, Cuboid และฐานของกระดูก Metatarsal ชั้นที่ 2-4	กระดูกปลายเท้าลง, งอนิ้วเท้า และหันฝ่าเท้าเข้าด้านใน

ที่มา : เครือข่ายการศึกษายาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้ (SC-Net), กายวิภาคศาสตร์, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพมหานคร : บริษัท ประชุมช่าง จำกัด, 2547) 192-194.

2.1.2.2 กล้ามเนื้อเท้า (Muscles of the Foot)

วิลโล และคนอื่น ๆ (2539: 113-114) อธิบายว่า กล้ามเนื้อของเท้ามีลักษณะการเรียงตัวคล้ายคลึงกับกล้ามเนื้อภายในของมือ แต่การทำงานส่วนใหญ่เกี่ยวกับการก้าว และการเคลื่อนไหวขณะเดินเท่านั้นรายละเอียดแสดงใน ตารางที่ 3 กล้ามเนื้อของเท้าแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่อยู่ด้านหลังเท้า (Dorsal Group) มี 1 มัด คือ กล้ามเนื้อที่เรียกว่า

Extensor Digitorum Brevis Muscle ตามภาพที่ 23

2. กลุ่มที่อยู่ด้านฝ่าเท้า (Plantar Group) ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียงตัว 4 ชั้น เรียงจากชั้นต้นไปชั้นลึก ตามภาพที่ 24 คือ

2.1 ชั้นที่ 1 ประกอบด้วย

2.1.1 Abductor Hallucis Muscle

2.1.2 Flexor Digitorum Brevis Muscle

2.1.3 Abductor Digiti Minimi Muscle

2.2 ชั้นที่ 2 ประกอบด้วย

2.2.1 Quadratus Plantae Muscle

2.2.2 Lumbrical Muscle ที่ 1-4



ภาพที่ 23 แสดงกล้ามเนื้อ Extensor Digitorum Brevis)

ที่มา : มณีรัตน์ ปัจฉิมะศิริ. “การศึกษาขนาดเท้าของคนงานไทยในอุตสาหกรรม.” วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ, 2550.

2.3 ชั้นที่ 3 ประกอบด้วย

2.3.1 Flexor Hallucis Brevis Muscle

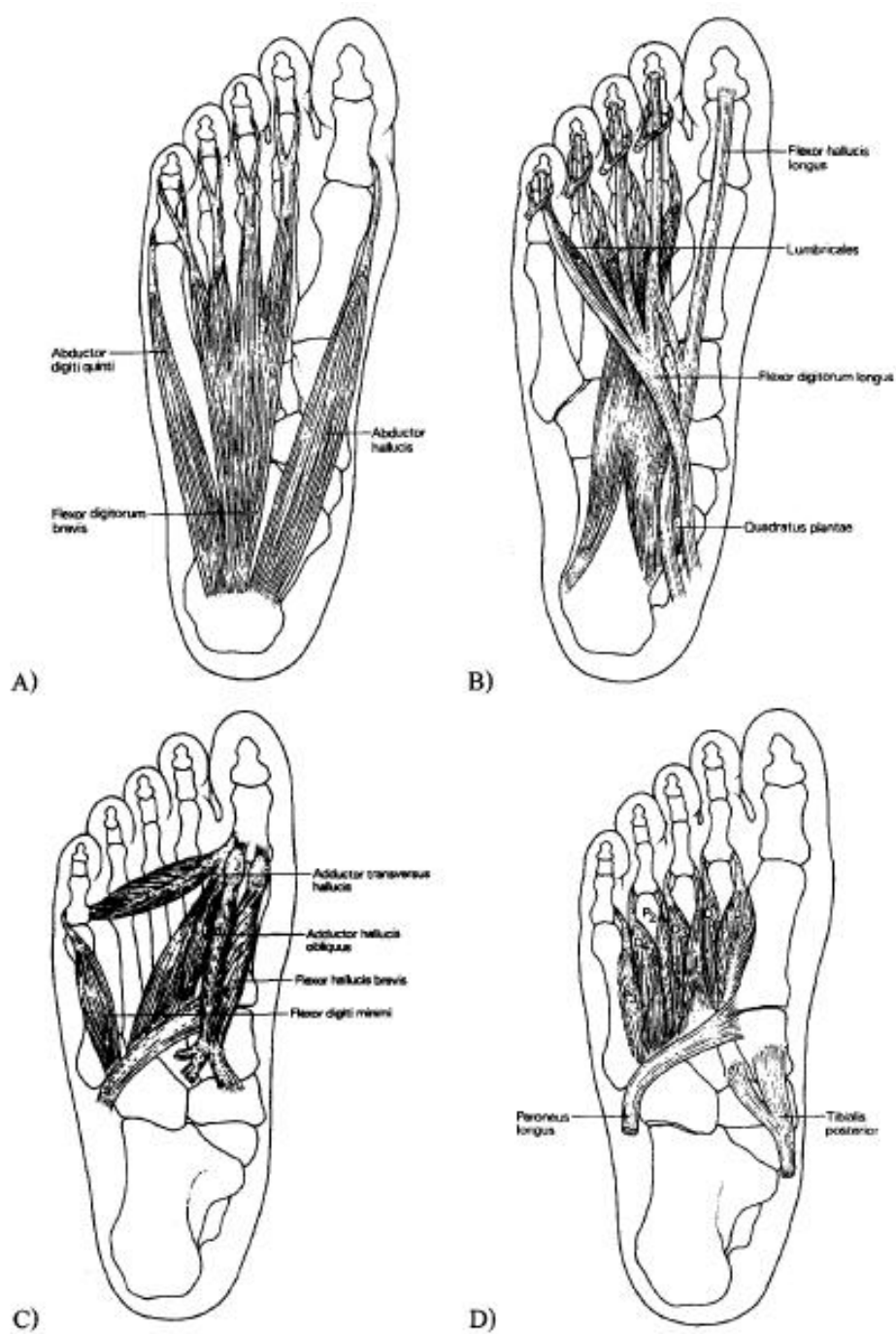
2.3.2 Adductor Hallucis Muscle

2.3.3 Flexor Digiti Minimi Brevis Muscle

2.4 ชั้นที่ 4 ประกอบด้วย

2.4.1 Dorsal Interossei Muscle ที่ 1-4

2.4.2 Plantar Interossei Muscle ที่ 1-3



ภาพที่ 24 แสดงกล้ามเนื้อด้านฝ่าเท้า A) กล้ามเนื้อชั้น 1 B) กล้ามเนื้อชั้น 2 C) กล้ามเนื้อชั้น 3
D) กล้ามเนื้อชั้น 4

ที่มา : Helal Basil and Wilson Derek, The Foot Volume 1 (London : William Clowes Limited, 1988), 51-55.

ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดกล้ามเนื้อเท้า

ชื่อกล้ามเนื้อ	จุดเกาะต้น	จุดเกาะปลาย	หน้าที่
1.1 Extensor Digitorum Brevis	ด้านหลังของกระดูก Calcaneus และกระดูก Malleolus	ฐานของกระดูกนิ้วเท้าที่ 1 และไปรวมกับเอ็นของ กล้ามเนื้อ Extensor Digitorum Longus บริเวณนิ้วเท้าที่ 2-4	เหยียดข้อต่อ Metatarsophalangeal ของนิ้วเท้าที่ 1
2.1.1 Abductor Hallucis	Medial Process ของ กระดูก Calcaneus, พังผืดที่ฝ่าเท้า (Plantar Aponeurosis)	กระดูกนิ้วเท้าที่ 1	กางและงอนิ้วหัวแม่เท้า
2.1.2 Flexor Digitorum Brevis	Medial Process ของ กระดูก Calcaneus และ Plantar Aponeurosis	กลองนิ้วเท้าที่ 2-4	งอนิ้วที่ 2-5
2.1.3 Abductor Digiti Minimi	Medial และ Lateral Process ของกระดูก Calcaneus และ Plantar Aponeurosis	กระดูกนิ้วเท้าที่ 5	กางและงอนิ้วเท้า
2.2.1 Quadratus Plantae	กระดูก Calcaneus ทางด้านใน	เอ็นกล้ามเนื้อ Flexor Digitorum Longus	ทำหน้าที่ร่วมกับ Flexor Digitorum Longus ใน การงอนิ้วเท้าที่ 2-5
2.2.2 Lumbrical ที่ 1-4	เอ็นกล้ามเนื้อ Flexor Digitorum Longus	ด้านในของกระดูกนิ้วที่ 2-4 และเอ็นของกล้ามเนื้อ Flexor Digitorum Longus	งอและเหยียดข้อของ นิ้วเท้าที่ 2-5
2.3.1 Flexor Hallucis Brevis	กระดูก Cuboid และ กระดูก Cuneiform	กระดูกนิ้วเท้าที่ 1	งอนิ้วหัวแม่เท้า
2.3.2 Adductor Hallucis	ฐานกระดูก Metatarsal ชิ้นที่ 2-4 และ Metatarsophalangeal Joint	กระดูกนิ้วเท้าที่ 1 ทาง ด้านข้าง	หุบนิ้วหัวแม่เท้า
2.3.3 Flexor Digiti Minimi Brevis	ฐานกระดูก Metatarsal ชิ้นที่ 5	กระดูกนิ้วเท้าที่ 5	งอนิ้วเท้าที่ 5

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชื่อกล้ามเนื้อ	จุดเกาะต้น	จุดเกาะปลาย	หน้าที่
2.4.1 Dorsal Interossei ที่ 1-4	ด้านข้างกระดูก Metatarsal ชั้นที่ 1-5	ด้านในของกระดูกนิ้วเท้า ที่ 1 และด้านข้างของ กระดูกนิ้วเท้าที่ 2-4	กางนิ้วเท้าที่ 2-4 และงอ ข้อต่อ Metatarsophalangeal ของ นิ้วเท้า
2.4.2 Plantar Interossei ที่ 1-3	ด้านในกระดูก Metatarsal ชั้นที่ 3-5	กระดูกนิ้วเท้าที่ 3-5	หุบนิ้วเท้าที่ 2-4 และงอ ข้อต่อ Metatarsophalangeal ของ นิ้วเท้า

ที่มา : เครือข่ายการศึกษายาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้ (SC-Net), กายวิภาคศาสตร์, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพมหานคร : บริษัท ประชุมช่าง จำกัด, 2547) 194-197.

2.1.3 ข้อต่อของข้อเท้าและเท้า (Articulations of Ankle and Foot)

2.1.3.1 วิล และคนอื่น ๆ (2539: 85) ได้กล่าวถึงข้อต่อของข้อเท้าและเท้าไว้หลายชนิดดังนี้

1) ข้อเท้า (Ankle Joint) เป็นข้อต่อระหว่างกระดูก 3 ชิ้นแบ่งเป็น 2 ส่วนคือปลายล่างและ Medial Malleolus ของกระดูก Tibia กับ Talus และ Lateral Malleolus ของกระดูก Fibula กับ Talus ชนิดของข้อต่อเป็น Synovial Joint ชนิด Hinge Joint สำหรับกระดูกปลายเท้าขึ้น (Dorsiflexion), และกระดูกปลายเท้าลง (Plantar Flexion)

2) Intertarsal Joint และ Tarsometatarsal Joint เป็นข้อต่อระหว่าง Tarsal Bone ที่อยู่ติดกัน และระหว่าง Tarsal Bone กับ Metatarsal Bone ชนิดของข้อต่อเป็น Synovial Joint ชนิด Plane Joint มีลักษณะการเคลื่อนไหวขยับไปมาได้เล็กน้อย

3) Metatarsophalangeal Joint เป็นข้อต่อระหว่าง Metatarsal Bone กับ Proximal Phalanx ชนิดของข้อต่อเป็น Synovial Joint ชนิด Condylod Joint มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบ Flexion-Extension และ Abduction-Adduction

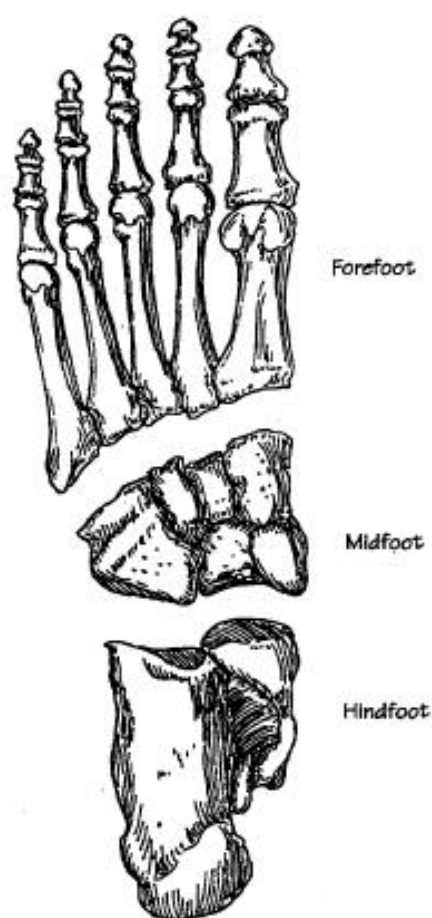
4) Interphalangeal Joint เป็นข้อต่อระหว่าง Proximal กับ Middle Phalanges และ Middle กับ Distal Phalanges ชนิดของข้อต่อเป็น Synovial joint ชนิด Hinge Joint มีลักษณะการเคลื่อนไหว Flexion-Extension

5) Subtalar Joint เป็นข้อต่อระหว่างกระดูก Talus และ Calcaneus เป็นข้อต่อสำคัญที่ทำให้เท้าเคลื่อนไหวแบบ Inversion-Eversion

2.1.3.2 อารี (2549 : 1) อธิบายว่า กลุ่มข้อต่อที่แบ่งเท้าออกเป็น Forefoot, Midfoot และ Hindfoot ตามภาพที่ 25 มีข้อต่อที่สำคัญ 2 กลุ่ม ตามภาพที่ 26 คือ

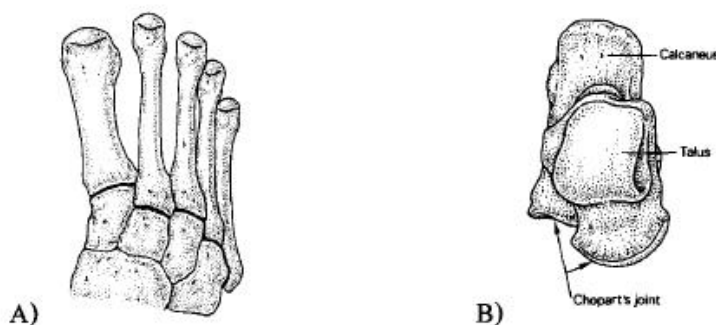
1) Lisfranc's Joint หรือ Tarsometatarsal Joint อยู่ระหว่าง Metatarsal Bone กับ Distal Tarsal Bones แบ่งเท้าเป็น Forefoot กับ Midfoot

2) Chopart's Joint หรือ Midtarsal Joint อยู่ระหว่าง Navicular-Cuboid กับ Talus-Calcaneus แบ่งเท้าเป็น Midfoot กับ Hindfoot



ภาพที่ 25 แสดงการแบ่งกระดูกเท้าออกเป็น 3 ส่วน

ที่มา : Hansen, S.T., Functional Reconstruction of the Foot and Ankle (USA : Lippincott Williams & Willkins, 2000), 18



ภาพที่ 26 แสดงข้อต่อของเท้าด้านบน A) Lisfranc's Joint (เส้นหนา) และ B) Chopart's Joint
ที่มา : Helal Basil and Wilson Derek, The Foot Volume1 (London : William Clowes Limited, 1988), 39-40.

2.1.4 โโค้งของเท้า (Arches of Foot)

บ๊องอร์ ฉางทรีพีย์ (2550: 160-163) กล่าวว่า กระดูกเท้ามีการจัดตัวในลักษณะที่มีความโค้งเรียกว่า arch พบมีทั้งโค้งตามแนวยาว (longitudinal arch) และโค้งตามแนวขวาง (transverse arch) ตามภาพที่ 27 การเกิดโค้งของเท้ามีประโยชน์เพื่อให้เกิดการกระจายน้ำหนักของร่างกาย (shock absorber) ในขณะที่มีการเคลื่อนไหว โดยน้ำหนักของร่างกายกระจายผ่านไปตามกระดูก tibia และ fibula ลงไปยังกระดูก talus จากนั้นจึงมีการกระจายน้ำหนักไปตามแนวหน้าหลัง โดยน้ำหนักครึ่งหนึ่งส่งไปยังกระดูก calcaneus และครึ่งหนึ่งส่งไปยังส่วนหัวของกระดูก metatarsal (ส่วนที่อยู่ระหว่างจุดรับน้ำหนักดังกล่าว ได้แก่ ส่วนโค้งของเท้าตัวเอง)

โค้งของเท้าเกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวของกระดูกที่บริเวณเท้า มีผลทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการลงน้ำหนัก การจัดเรียงตัวดังกล่าวทำให้ทางด้านบนของเท้ามีลักษณะโค้งนูน อย่างไรก็ตามโค้งของเท้าจะแบนลงเมื่อน้ำหนักของร่างกายกดลง เช่น ในขณะยืน และจะคืนตัวเมื่อไม่มีน้ำหนักกด เช่น ในขณะนั่ง และนอน

ถ้าเปรียบเทียบโค้งของเท้าเช่นเดียวกับสะพานจะพบว่า มีโครงสร้างต่างๆ ที่ทำให้โค้งของเท้าคงรูปอยู่ได้เช่นเดียวกับการคงรูปของสะพาน ได้แก่ พังผืดต่างๆ ที่ยึดกระดูกแต่ละชิ้นไว้ด้วยกัน เอ็นกล้ามเนื้อทำหน้าที่คล้ายสายสลิงยึดกระดูกเท้าไว้ และการจัดเรียงตัวของกระดูกเท้าที่มีลักษณะคล้ายกับการจัดเรียงก้อนอิฐของสะพาน โดยมีส่วนของก้อนอิฐที่ทำหน้าที่เป็นจุดศูนย์กลางสะพาน (keystone) โดยแต่ละโค้งของเท้ามีกระดูกที่เป็นจุดศูนย์กลางเช่นเดียวกัน และถ้าโครงสร้างใดโครงสร้างหนึ่งเสียรูปร่างไปจะมีผลให้เกิดความผิดปกติในโค้งของเท้า ทำให้การทรงตัวเสียไปได้

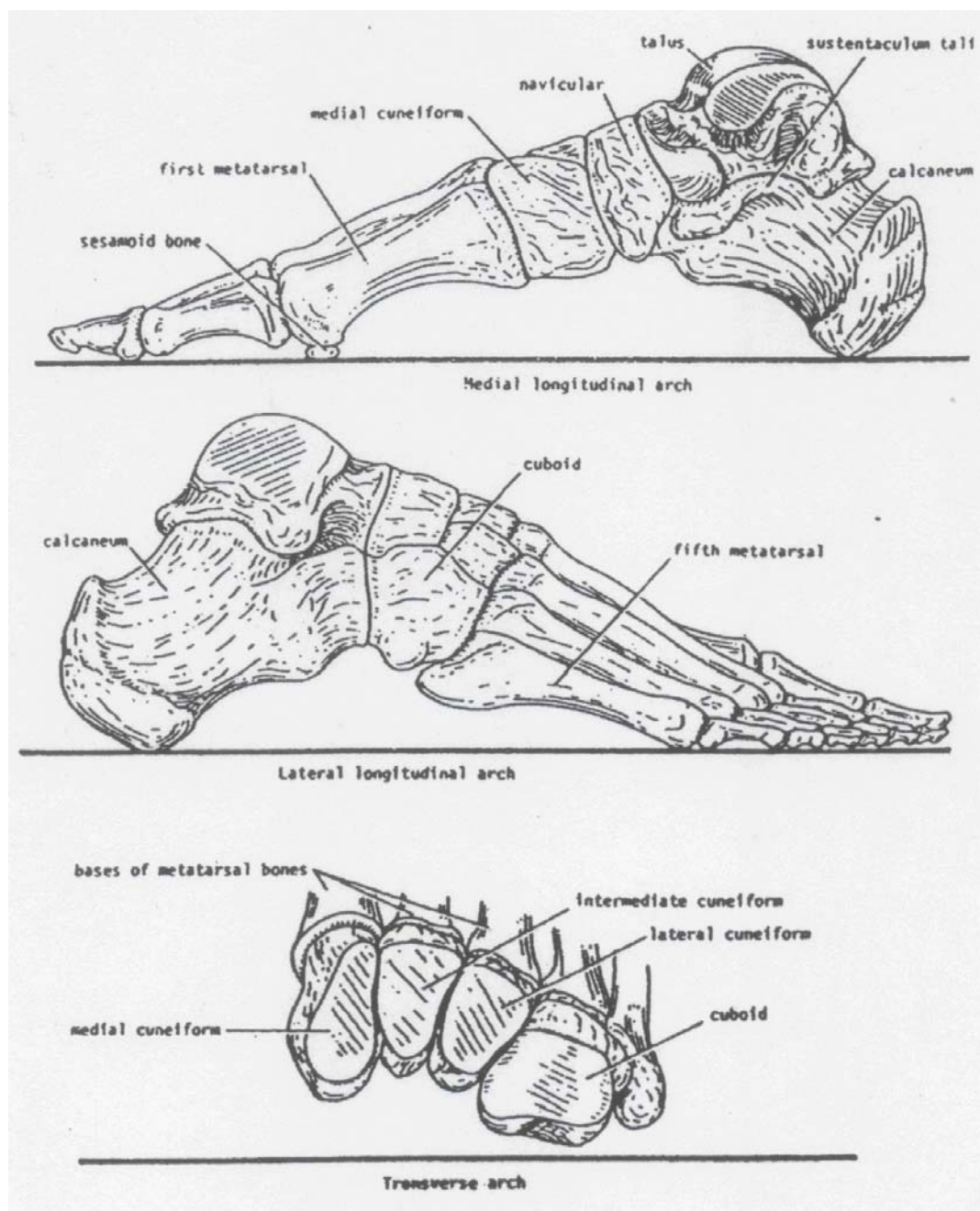
โค้งตามแนวยาวของเท้า (longitudinal arch) ประกอบไปด้วยโค้งตามแนวยาวทางด้านใน (medial longitudinal arch) และโค้งตามแนวยาวด้านนอก (lateral longitudinal arch) ซึ่งโค้งตามแนวยาวจะทำงานร่วมกับโค้งตามแนวยาว (transverse arch) เพื่อกระจายน้ำหนักไปทุกทิศทาง เมื่อมองจากรอยเท้าของมนุษย์ จะเห็นรอยโค้งของ medial longitudinal arch อย่างชัดเจน นอกจากนี้จะเห็นรอยกดน้ำหนักได้ที่บริเวณสันเท้า และบริเวณส่วนหัวของกระดูกฝ่าเท้า ซึ่งเป็นจุดรับน้ำหนักของร่างกายได้อีกด้วย ตามภาพที่ 28

Medial longitudinal arch ตามที่แสดงในภาพที่ 27 และ 28 เกิดขึ้นจากการเรียงตัวของกระดูกบริเวณเท้าทาง ด้านใน ได้แก่ กระดูก calcaneus, talus, navicular, 3 cuneiforms และ 3 metatarsals โดยส่วนหัวของกระดูก talus จัดเป็นกระดูกศูนย์กลาง (key stone) ของโค้งทางด้านนี้ และเป็นจุดที่รับน้ำหนักของร่างกาย พบว่าบริเวณรอยต่อระหว่างกระดูก talus และ navicular และ รอยต่อระหว่างกระดูก navicular และ 3 cuneiforms รอยต่อทั้งสองบริเวณดังกล่าวจะมีการอ่อนและยุบตัวลงเมื่อได้รับแรงกด และจะคืนตัวเมื่อแรงกดหมดไป

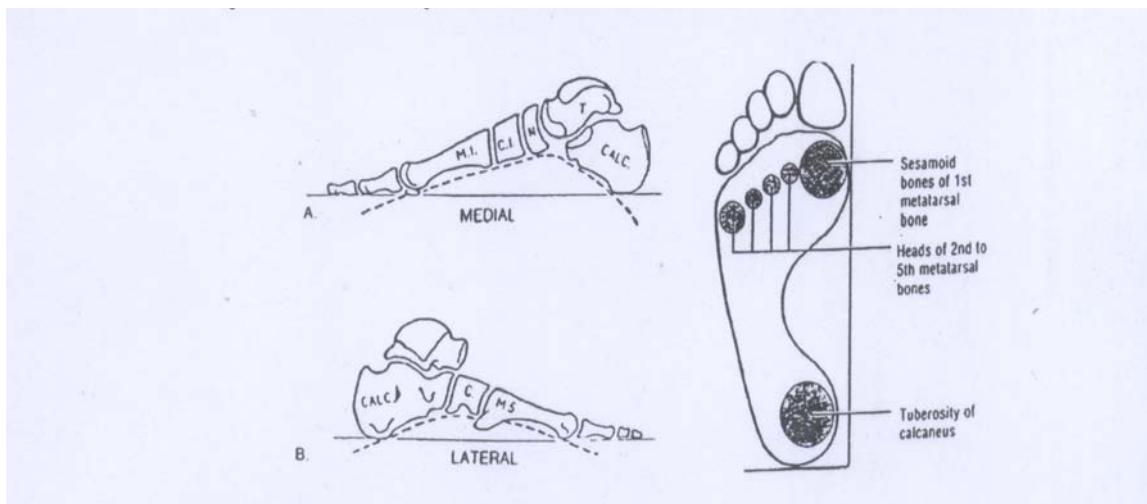
ส่วนของ lateral longitudinal arch ตามภาพที่ 27 และ 28 มีลักษณะที่โค้งน้อยกว่า medial longitudinal arch โดยโค้งด้านนี้จะกดลงกับพื้นในขณะที่ยืน กระดูกที่ประกอบเป็น lateral longitudinal arch ได้แก่ กระดูก calcaneus, cuboid และ 2 metatarsals

Transverse arch เป็นโค้งของเท้าตามแนวยาว หรือ transverse arch ตามภาพที่ 27 มีกระดูกที่มาประกอบ ได้แก่กระดูก cuboid, 3 cuneiforms และส่วนฐานของ 5 metatarsals พบว่ากระดูก cuneiforms มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม (wedge-shaped) และเป็นกระดูกที่เป็นศูนย์กลางของ transverse arch

โครงสร้างที่ค้ำจุนโค้งของเท้า โครงสร้างที่ค้ำจุนและให้โค้งของเท้าคงรูปอยู่ได้ เกิดจากรูปร่างของกระดูกที่มาประกอบเป็นโค้งของเท้าที่สวมกันได้พอดีคล้ายอิฐที่ใช้ในการก่อสร้างสะพาน นอกจากนี้มันยังได้รับการเสริมจากเส้นเอ็นและแผ่นพังผืดที่ยึดระหว่างกระดูกของเท้าอย่างแน่นหนา และยังได้รับการส่งเสริมจากเอ็นกล้ามเนื้อต่างๆ ที่มีจุดเกาะบริเวณเท้าอีกด้วย เส้นเอ็นที่ยึดระหว่างกระดูกทำหน้าที่ยึดกระดูกแต่ละชิ้นไม่ให้แยกออกจากกันในขณะที่รับน้ำหนัก เอ็นดังกล่าวจึงทำหน้าที่คล้ายกับห่วง (staple) ที่คอยยึดอิฐของสะพานไม่ให้แยกจากกัน ส่วนเอ็นกล้ามเนื้อที่มาเกาะบริเวณเท้าจะทำหน้าที่คล้ายสลิงที่ยึดฐานสะพาน (tie beam) และสลิงแขวนสะพาน (suspension bridge) เพื่อให้สะพานคงรูปอยู่ได้ ทำให้เปรียบเทียบสะพานได้กับโค้งของเท้านั่นเอง ตามภาพที่ 29

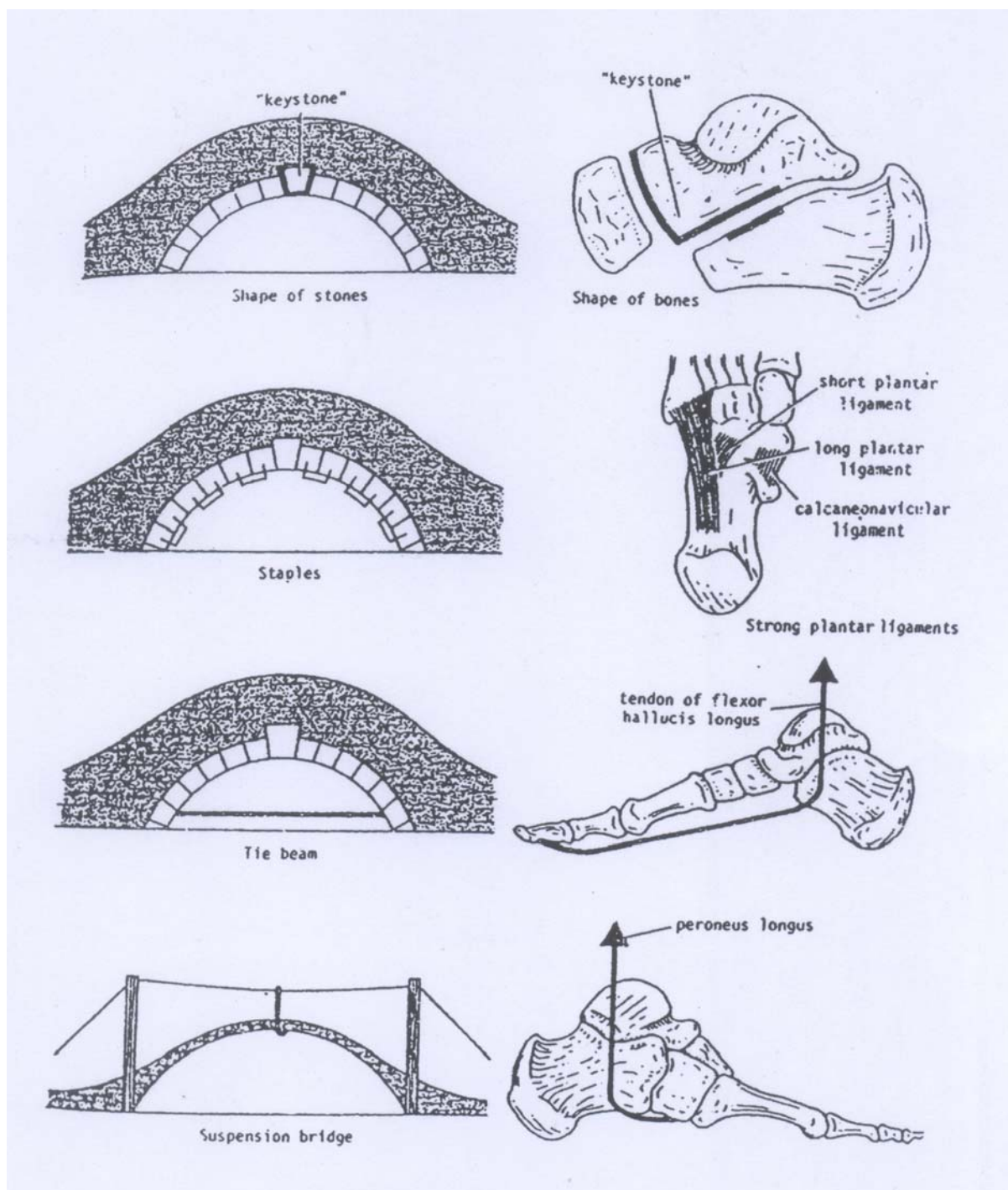


ภาพที่ 27 แสดงกระดูกของเท้าที่มาประกอบเป็นโค้งด้านใน โค้งด้านข้าง และโค้งตามขวาง
 ที่มา : Snell, อังถึงโน บังอร ฉางทรัพย์, กายวิภาคศาสตร์ 1 พิมพ์ครั้งที่ 3 (กรุงเทพมหานคร : โรง
 พิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550), 162.



ภาพที่ 28 แสดงโครงของเท้าและรอยเท้า แสดงจุดที่มีการกระจายตัวของน้ำหนัก (Moore, 1992)

ที่มา : Moore , อ้างถึงใน บังอร ฉางทรัพย์, กายวิภาคศาสตร์ 1 พิมพ์ครั้งที่ 3 (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550), 162.



ภาพที่ 29 ภาพแสดงรูปแบบต่างๆ ของการค้ำจุนโค้งของเท้า โดยเปรียบเทียบกับ การค้ำจุน สะพาน (Snell, 1973)

ที่มา : Snell, อ้างถึงใน บัณฑิต ฌางทรัพย์, กายวิภาคศาสตร์ 1 พิมพ์ครั้งที่ 3 (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550), 163

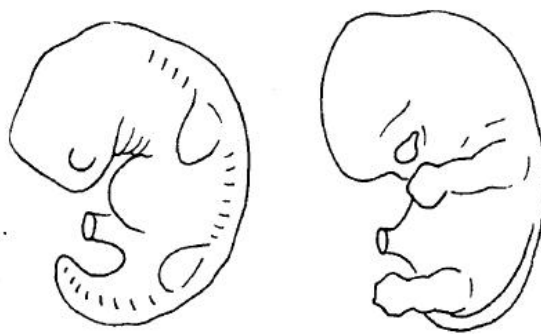
2.1.5 การเจริญของเท้าตอนเป็นตัวอ่อน (The Embryology of the Foot)

เท้าเจริญจากส่วนรยางค์ล่าง (Lower Limb) โดยเจริญมาจากแผ่น Wolffian Ridge ซึ่งแผ่นนี้เกิดจากการหนาตัวของชั้น Mesoderm โดยมี Ectoderm ปกคลุม จากนั้นแผ่น Wolffian Ridge จะเจริญออกไปทางด้านข้าง โดยทิศทางจากหัวไปทางหาง ตามภาพที่ 30 ตำแหน่งของรยางค์ล่างและเท้า ถูกกำหนดให้อยู่กับที่ในตอนแรกของการเจริญของตุ่มแรก (The First Bud) ของรยางค์ล่างซึ่งงอกขึ้นมาเมื่อตัวอ่อนมีความยาว 6 มิลลิเมตร (3.4 สัปดาห์ของการเจริญ) จากนั้นเมื่อตัวอ่อนมีความยาว 10-12 มิลลิเมตร (5 สัปดาห์ของการเจริญ) ตามภาพที่ 31 ส่วนของตุ่มรยางค์ล่าง (Lower Limb Bud) จะเจริญเพิ่มขึ้นมีการแยกเป็นต้นขา (Thigh) ขา (Leg) และเท้า (Foot) เมื่อตัวอ่อนยาวประมาณ 14-16 มิลลิเมตร (7 สัปดาห์ของการเจริญ) ก็จะเกิดนิ้วเท้าขึ้น (แต่นิ้วมือเกิดขึ้นเมื่อตัวอ่อนยาวประมาณ 13 มิลลิเมตร หรืออายุประมาณ 6 สัปดาห์)



ภาพที่ 30 แสดงตัวอ่อนของมนุษย์ (Human Embryo) แสดงส่วนของ Wolffian Ridge และบริเวณที่จะเจริญเป็นตุ่มรยางค์บน (1) และตุ่มรยางค์ล่าง (2)

ที่มา : พรทิพย์ บุญเรืองศรี, มหากายวิภาคศาสตร์เรื่องเท้า, (ขอนแก่น : ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535), 2.



ภาพที่ 31 แสดงการเจริญของตัวอ่อนของมนุษย์ ภาพซ้าย ตัวอ่อนอายุ 4 สัปดาห์ พบคุ่มของ
 รางค์บนและรางค์ล่าง (Limb Bud) ภาพขวา ตัวอ่อนอายุ 5 สัปดาห์ ส่วนของ
 รางค์ล่าง (Lower Limb Bud) เจริญเพิ่มขึ้นแยกเป็นต้นขา ขา และเท้า

ที่มา : พรทิพย์ บุญเรืองศรี, มหากยวิทยาสาสตร์เรื่องเท้า, (ขอนแก่น : ภาควิชากายวิภาคศาสตร์
 คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535), 2.

การเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของรางค์ล่าง และเท้าให้เจริญใน
 ลักษณะปกติถูกควบคุมโดย 2 ขบวนการคือ

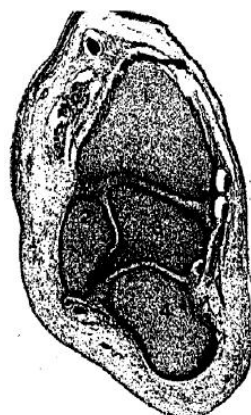
1. รูปแบบของการเจริญตามส่วน (Regional Growth Pattern) ใน
 ระหว่างการเจริญรางค์ (Limb) มีการเจริญที่คงที่อยู่ 2 ระยะ (Two Growth Phase) โดย
 ระยะแรก (Initial Phase) คือ การขยายตัว (Expansion) ของส่วนปลายของรางค์ และตามด้วย
 ระยะที่สอง (Second Phase) คือ มีการยาวของลำตัว (Trunk) บริเวณที่ฝังตัว (Implantation) ซึ่ง
 จะช่วยควบคุมความยาวของรางค์ด้วย

2. การตายของเซลล์ (Cell Death) ในง่ามนิ้วเท้า (Interdigital Region)
 เรียก Interdigital Necrotic Zone (Inz) ซึ่งในระยะนี้มีความสำคัญในการเจริญและการแยกนิ้วเท้า
 จากการทดลองพบว่า ถ้าเกิด Interdigital Necrotic Zone ในลูกไก่ ทำให้เกิดสภาวะนิ้วติดกัน
 (Syndactyly)

การศึกษาทางจุลกายวิภาคศาสตร์ (Histology) ของคุ่ม (Bud) ของรางค์ล่าง
 และเมื่อเกิดเท้าประกอบด้วย เนื้อเยื่อ Ectoblastic Layer อยู่ตามขอบและมีส่วน mesoblastic อยู่
 ตอนกลางในส่วนปลาย (Distal Part) ของมัน มีการหนาตัวของชั้น Ectoderm เพื่อเป็น Apical
 Ectodermic Ridge ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการ (Development) การเจริญของรางค์
 ภายใต้อาพิกัล Ectodermic Ridge หลอดเลือด (Vessel) และแองโกลหลอดเลือดดำ (Marginal
 Venous Sinus) ปรากฏขึ้นในชั้น Mesoderm ซึ่งในชั้นนี้ ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ซึ่งถ้านำไป

เพาะเลี้ยงมีการเคลื่อนที่ได้ เซลล์กลุ่มนี้มีความสำคัญในการเจริญเติบโตที่ปกติของรยางค์ และของเท้า ในตัวอ่อนที่ผ่าเหล่า (Mutants) ซึ่งมีรยางค์ที่ผิดปกติพบว่า การเคลื่อนที่ของกลุ่มเซลล์นี้ลดลง

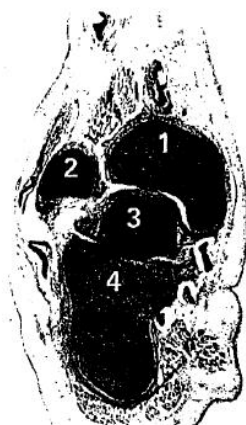
ในขั้นตอนของการเจริญต่อไปบริเวณส่วนกลางของ Mesoderm ในเท้าจะรวมกลุ่มหนาแน่นขึ้น เพื่อเป็น Blastemic หรือ Precartilaginous Moulds ของแผ่นกระดูก (Bony Pieces) ซึ่งจะมีการเจริญต่อไปเป็นกระดูกอ่อนและกระดูกแข็ง โดยบริเวณระหว่างกระดูกก็เป็นข้อต่อ (Joint) รายละเอียดเกี่ยวกับการเจริญเป็นกระดูกอ่อน และกระดูกแข็งในเท้า เป็นสิ่งที่น่าสนใจที่จะอ้างถึงการเปลี่ยนตำแหน่งของกระดูกเท้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Astragalus และ Calcaneus ในระยะนี้ ในตอนแรก (Primitively) เมื่อกระดูกเท้าอยู่ในระยะ Precartilaginous Phase (ตัวอ่อนในคนยาวประมาณ 20 มิลลิเมตร) กระดูก Astragalus อยู่หน้าต่อกระดูก Calcaneus และเท้าอยู่ในลักษณะปลายเท้าชี้ลง (Plantarflexed) สันเท้าอยู่สูงตามแนวตรงของขา จากนั้นกระดูก Astragalus จะเคลื่อนที่ขึ้นไปต่อกระดูก Calcaneus เท้าก็จะมีการเจริญไปข้างหน้า และทำมุมตั้งฉากกับขา สำหรับกระดูก Calcaneus ในตอนแรกจะอยู่ในลักษณะหงาย (Supination) ตามภาพที่ 32 ก็จะเคลื่อนที่ในทิศทางคว่ำลง (Pronation) ตามภาพที่ 33 และส่วนปลายเท้าก็จะหยุดลักษณะงอเข้า (Primitive Adduction) รายละเอียดการเจริญในระยะนี้ น่าสนใจตามทฤษฎีของ Mas Bohm's Theory หรือการหยุดการเจริญ ทำให้เกิดพยาธิสภาพเป็นเท้าแบนโดยกำเนิด (Congenital Flat Foot) โดยมีกระดูก Astragalus ตั้งฉาก และมีการเคลื่อนที่ของกระดูก Scaphoid มีความผิดปกติของรูปร่างและตำแหน่งเท้าโดยกำเนิด (Clubfoot) ตามภาพที่ 34 ซึ่งการเกิดพยาธิสภาพหลายอย่างนี้เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของการเจริญในระยะตัวอ่อน นักวิทยาศาสตร์บางท่าน (Victoria-Diaz, 1979) เชื่อว่าการเจริญแบบผิดปกตินี้สัมพันธ์กับการเจริญส่วนปลายของกระดูก Tibia และ Fibula ซึ่งมีผลต่อการเคลื่อนที่และควบคุมตำแหน่งของกระดูก Talus และกระดูก Calcaneus รวมทั้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเท้าให้เข้าสู่ตำแหน่งปกติของเท้าทารก (Fetal Position) ถ้ามีการหยุดในระยะนี้ เท้าจะอยู่ในตำแหน่งเดิมของตัวอ่อนทำให้เกิดความผิดปกติของรูปร่างและตำแหน่งของเท้าโดยกำเนิด



ภาพที่ 32 ภาพตัด Frontal Section ของเท้าในท่า Supination ในตัวอ่อนยาว 30 มิลลิเมตร

แสดงตำแหน่งของกระดูกเท้า 1. Tibia 2. Fibula 3. Astragalus 4. Calcaneus

ที่มา : พรทิพย์ บุญเรืองศรี, มหากยวิภาคศาสตร์เรื่องเท้า, (ขอนแก่น : ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535), 6.



ภาพที่ 33 ภาพตัด Frontal Section ของเท้าในท่า Pronation ในตัวอ่อนยาว 38 มิลลิเมตร

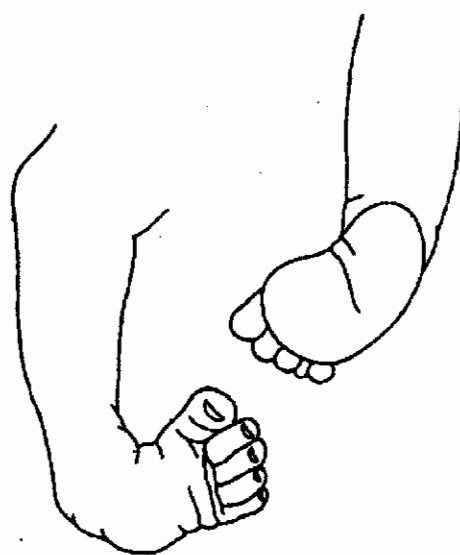
แสดงตำแหน่งของกระดูกเท้า 1. Tibia 2. Fibula 3. Astragalus 4. Calcaneus

ที่มา : พรทิพย์ บุญเรืองศรี, มหากยวิภาคศาสตร์เรื่องเท้า, (ขอนแก่น : ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535), 7.

สำหรับการเกิดของข้อต่อในเท้าก็คล้ายกับข้อต่อในแขน ขา ส่วนอื่น การเคลื่อนไหวของตัวอ่อนเป็นสิ่งจำเป็น ถ้าเกิดอัมพาตในไข ในตัวอ่อนของลูกไก่ (Chick Embryo)

ทำให้ช่องว่างของข้อต่อ (Articular Cavity) ไม่เกิดขึ้น หรือเจริญผิดปกติ ทำให้ส่วนประกอบของข้อต่อส่วนอื่นไม่มีการพัฒนาต่อไป กรณี Apical Ectodermic Ridge ถูกทำลาย การเจริญของแขนขาจะผิดปกติไปทำให้ไม่มีแขนขาโดยกำเนิด (Amelia) หรือมีแขนขาไม่ครบ (Hemimelia) หรือไม่มีเท้าโดยกำเนิด (Apodia) โดยขึ้นกับระยะของการเจริญ

เป็นที่เชื่อกันว่าเมื่อการเจริญเกิดขึ้นที่ส่วนปลายของรยางค์ (Limb) ตามการเจริญของ Apical Ectodermic Ridge ชั้น Mesoderm จะแยกเข้าไปในส่วนต่างๆ (เช่นตามขาและเท้า) และมีบริเวณของ Mesoderm เรียก Zone of Polarizing Activity ซึ่งควบคุมการจัดเรียงของส่วนประกอบของรยางค์ จากด้านข้างมาด้านใน ถ้าทิศทางของ Zone นี้เปลี่ยน เช่นจากการทดลองทำแผ่น Graft ในตัวอ่อนของลูกไก่ ส่วนขอบในและขอบนอก ของรยางค์และเท้าจะอยู่ตรงข้าม บางอย่างใน Ectoderm ก็เกิดขึ้นคล้ายๆ กันโดยเกิดขึ้นกับส่วนที่ปกคลุมตัวของรยางค์ (Limb Bud) และควบคุมตำแหน่งของด้านบนและด้านล่าง ของส่วนประกอบของรยางค์



ภาพที่ 34 แสดงความผิดปกติของรูปร่างและตำแหน่งของเท้าโดยกำเนิด (Clubfoot)

ที่มา : พรทิพย์ บุญเรืองศรี, มหากยวิทยศาสตร์เรื่องเท้า, (ขอนแก่น : ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535), 8.

2.2 การเคลื่อนไหวของเท้า (Movement)

2.2.1 Plantar Flexion เป็นการเคลื่อนไหวที่เหยียดปลายเท้าชี้ลงและมีการงอ (Flexion) ของข้อเท้า (Ankle Joint) ส่วนส้นเท้า (Heel) ชี้ขึ้น ตามภาพที่ 35

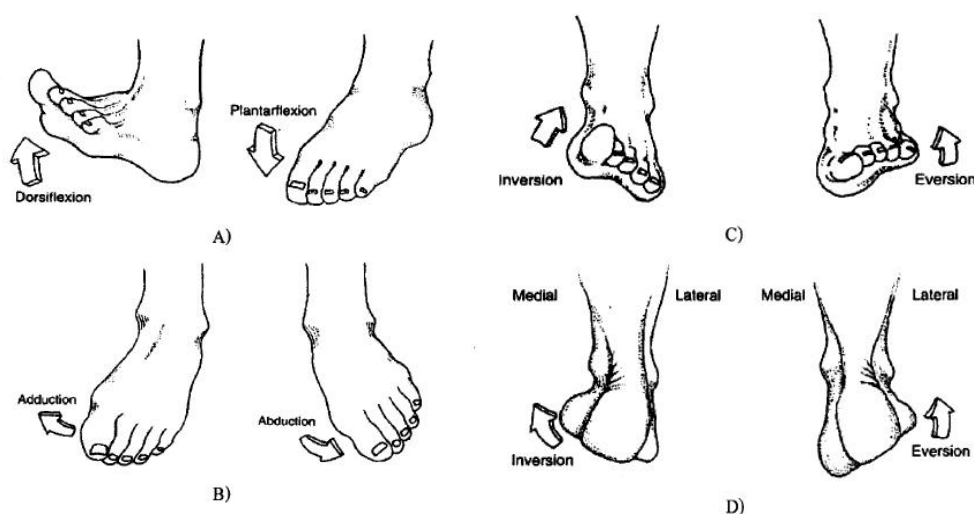
2.2.2 Dorsiflexion เป็นการเคลื่อนไหวที่กระดูกปลายเท้าชี้ขึ้นบน โดยมีการเหยียด (Extension) ของข้อเท้า (Ankle Joint) ส่วนส้นเท้าชี้ลง ค่าปกติของ Plantar Flexion และ Dorsiflexion คือ $45^{\circ}/0/20^{\circ}$

2.2.3 Adduction เป็นการเคลื่อนส้นเท้าเข้าหาแกนกลาง (Midline Axis) ซึ่งแกนกลางของฝ่าเท้าคือ นิ้วเท้าที่ 2 ส่วนแกนกลางของส้นเท้าคือ เส้นที่ลากผ่านตรงกลางของ Tendo Calcaneus (Archillis Tendon)

2.2.4 Abduction เป็นการเคลื่อนออกจากแกนกลาง (Midline Axis) ตรงข้ามกับ Adduction

2.2.5 Inversion เป็นอาการตะแคงฝ่าเท้าด้านใน (Medial) ขึ้นจากพื้น โดยมีการทำ Adduction ของส้นเท้าร่วมด้วย

2.2.6 Eversion เป็นอาการตะแคงฝ่าเท้าด้านนอก (Lateral) ขึ้นจากพื้น โดยมีการทำ Abduction ของส้นเท้าร่วมด้วย



ภาพที่ 35 แสดงการเคลื่อนไหวของเท้า A) Plantar Flexion และ Dorsiflexion B) Adduction และ Abduction C) Inversion และ Eversion จากด้านหน้า D) Inversion และ Eversion จากด้านหลัง

ที่มา : มณีรัตน์ ปัจฉิมะศิริ. “การศึกษาขนาดเท้าของคนงานไทยในอุตสาหกรรม.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

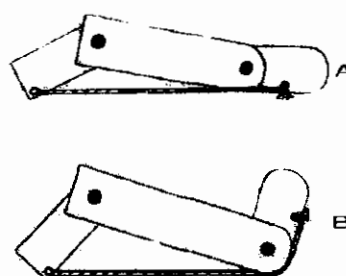
ปริญา สำราญบำรุง (2547 : 9) อธิบายว่า Biomechanic of the Ankle and Foot คือ การเคลื่อนที่จากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งของมนุษย์โดยทั่วไป อาศัยการเดินโดยเท้าทั้ง 2 ข้าง โดยปกติการเดินสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ คือ ช่วงระยะเท้าสัมผัสพื้น (stance phase) และ ช่วงระยะเท้าไม่สัมผัสพื้น (swing phase) การเดินครบ 1 วงจร หมายถึงช่วงระยะของการเดิน ตั้งแต่ส้นเท้าข้างหนึ่งสัมผัสพื้น จนกระทั่งส้นเท้าของข้างเดียวกันสัมผัสพื้นอีกครั้ง ในการเดินแต่ละครั้งต้องอาศัยการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ ของขามาช่วยเพื่อให้การเดินนั้นสมบูรณ์และใช้พลังงานน้อยที่สุด การเคลื่อนไหวที่สำคัญประกอบด้วย การเคลื่อนไหวของสะโพก การเคลื่อนไหวของข้อเข่า และการเคลื่อนไหวของข้อเท้าและเท้า

การเดินปกติพบว่า ข้อเท้าจะกระดกขึ้นในขณะที่ส้นเท้าสัมผัสพื้นและข้อเท้าจะมีการกระดกลงในขณะที่เท้าสัมผัสพื้นเต็มที่ และลำตัวเคลื่อนที่ผ่านเข้าไป และในขณะที่จะมีการดันเท้าออกจากพื้น (push off) ข้อเท้าจะเริ่มการกระดกลงอีกครั้ง และเริ่มมีการกระดกขึ้นอีกครั้งเมื่อเท้าพ้นพื้น

การเคลื่อนไหวของข้อเท้า มักจะเกิดร่วมกับการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ ในเท้า เช่น การกระดกข้อเท้าลงจะเกิดร่วมกับการหมุนบิดเข้าในของเท้า หรือการกระดกข้อเท้าขึ้นจะเกิดร่วมกับการหมุนบิดออกนอกของข้อเท้าเสมอ โดยทั่วไปข้อเท้าเป็นข้อที่มีการเคลื่อนไหวได้ในระนาบเดียว คือ ขึ้นและลง แต่เนื่องจากกระดูก talus มีส่วนกว้างทางด้านหน้ามากกว่าทางด้านหลัง ดังนั้นข้อเท้าจึงมีการเคลื่อนไหวทางด้านข้างได้เล็กน้อย ในขณะที่กระดูกข้อเท้าลงและเป็นตำแหน่งที่ข้อเท้าจะไม่มั่นคงนักโดยทั่วไปข้อเท้าจะรับน้ำหนักตัวครึ่งหนึ่งของน้ำหนักตัวในขณะที่ยืนบนเท้าทั้งสองข้าง น้ำหนักที่ข้อเท้าจะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของน้ำหนักตัวในขณะที่ยืนบนปลายเท้า ในการเดินปกติขณะที่มีการดันเท้าออกที่ปลายนิ้วเท้า น้ำหนักที่ข้อเท้าจะเพิ่มขึ้นมากที่สุดประมาณห้าเท่าของน้ำหนักตัว ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกล้ามเนื้อน่อง (gastro-soleus) แรงกระทำทั้งหมดจะผ่านไปที่กระดูก fibula ประมาณ 1 ใน 6 ของแรงกระทำทั้งหมด

ข้อต่อ metatarsophalangeal การเคลื่อนไหวส่วนใหญ่เป็นการไถล (sliding) โดยมีการงอน้อยกว่าการกระดกนิ้วขึ้น ข้อนิ้วหัวแม่เท้ามีการงอประมาณ 30 องศา ส่วนนิ้วเท้าอื่นที่ 2, 3, 4 และ 5 มีการงอประมาณ 50 องศา และนิ้วเท้าสามารถกระดกขึ้นได้ประมาณ 90 องศา หน้าที่ในการงอนิ้วเท้ามักใช้เพื่อการจับหรือเกี่ยว เช่นเวลาขึ้นบนขอบบันไดเป็นต้น ส่วนการกระดกนิ้วเท้ามีหน้าที่ในการเดิน ลูกเข่า เป็นต้น ส่วนข้อ interphalangeal ของนิ้วการทำงานของเท้าจะมีแต่การงอเท่านั้น กลไกในการเคลื่อนไหวของนิ้วเท้ามีลักษณะคล้ายคลึงกับข้อนิ้วมือมาก โดยหน้าที่ในการงอนิ้วเท้าส่วนใหญ่จะเป็นการทำงานของเอ็นกล้ามเนื้อ flexor digitorum brevis และ

flexor digitorum longus ส่วนน้อยจะได้รับการเสริมจากกล้ามเนื้อ interossei และ lumbrical การเหยียดนิ้วเท้าขึ้นที่บริเวณข้อ metatarsophalangeal จะเป็นหน้าที่ของเอ็นกล้ามเนื้อ extensor digitorum longus ผ่านทาง extensor sling และการเหยียดข้อนิ้วเท้าที่ข้อ proximal interphalangeal และ distal interphalangeal จะเป็นหน้าที่ส่วนใหญ่ของกล้ามเนื้อ lumbrical และ interossei โดยผ่านทาง extensor hood การเหยียดของนิ้วเท้ายังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับ plantar aponeurosis เพื่อช่วยในการทำให้เท้ามั่นคงขึ้นซึ่งทำหน้าที่เหมือนเครื่องยึด (truss like) เพื่อช่วยในการพยุงอุ้งเท้าและเนื่องจาก plantar aponeurosis บางส่วนเกาะที่บริเวณฐานของกระดูกนิ้วส่วนต้น (proximal phalange) ดังนั้นเมื่อมีการเหยียดนิ้วเท้าจะทำให้มีอุ้งเท้าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการดึงตัวของ plantar aponeurosis ทำให้เท้ามั่นคงขึ้นในขณะเดินเรียกว่า Spanish windlass mechanism ตามภาพที่ 36



ภาพที่ 36 แสดงความสัมพันธ์ของ plantar aponeurosis กับการเคลื่อนไหวของนิ้วเท้า

A. ในตำแหน่งปกติ

B. ในตำแหน่งนิ้วเท้ากระดกขึ้นทำให้ plantar aponeurosis ดึงขึ้นส่งผลให้อุ้งเท้าสูงขึ้น

ที่มา : ปริญา สารานุกรม, รูปเท้าและความสูงของการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล

[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 2 ตุลาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://www.archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2547/sport0547ps_abs.pdf

อภิชัย กงเสรีพงศ์ (2542) กล่าวว่า ข้อเท้า (Ankle joint) จะมีความซับซ้อนมากกว่าข้อบานพับ (hinge) ธรรมดา น้ำหนักเกือบทั้งหมดของร่างกายจะส่งผ่านจากกระดูกแข้ง (tibia) ผ่านกระดูก talus แต่กระดูกน่อง (fibula) มีบทบาทในการรับน้ำหนัก (weight bearing) บางส่วนกระดูกแข้งและกระดูกน่องจะยึดติดกันแน่นเข้าด้วยกันโดย interosseous membrane และ interosseous ligament ซึ่งเป็นโครงสร้างที่แข็งแรง ซึ่งให้มีการเคลื่อนไหวระหว่างกระดูกในปริมาณที่จำกัด

ทางด้านในของข้อเท้าจะมี medial หรือ deltoid ligament ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่อยู่ลึก (deep part) ที่เกาะจากปลาย (tip) ของ medial malleolus ไปที่ยังด้านใน (medial) ของกระดูก talus และส่วนตื้น (superficial part) ซึ่งจะกว้างและเกาะจาก medial malleolus ไปทางด้านหน้าที่กระดูก navicular ทางด้านล่างไปที่ sustentaculum tali และทางด้านหลังไปที่กระดูก talus

ด้านนอกของข้อเท้า มี lateral ligament ซึ่งประกอบด้วย สามแถบ คือ anterior talo-fibular, calcaneo talo-fibular และ posterior talo-fibular การแพลง (sprains) ของข้อเท้ามักมีผลกับ anterior talo-fibular ligament แต่หากมีการฉีกขาดทั้งหมด (complete rupture) ที่ทั้งสามเส้นนี้ จะทำให้ข้อเท้าเปิดออกทางด้านนอก

ข้อ intertarsal และ tarso-metatarsal แต่ละข้อนี้จะให้การเคลื่อนไหวในลักษณะเลื่อนไถล (gliding) เล็กน้อย และเกิดขึ้นพร้อมกัน ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวและความยืดหยุ่นของเท้า

Plantar calcaneo-navicular หรือ “spring” ligament, long plantar ligament และ plantar aponeurosis ทั้งหมดนี้มีหน้าที่ในการควบคุมให้เกิดรูปโค้งตามแนวยาว (longitudinal arch) ของเท้า

ความสูงของรูปโค้งของเท้าจะมีความแปรผันได้มาก เท้าที่แบนนั้นจะมีเท้าส่วนหน้า (forefoot) ที่มีแนวโน้มที่จะอยู่ในท่าหันออกนอก (eversion) รูปโค้งของเท้าผิดปกติจะเรียกว่า pes cavus และถ้าผิดปกติจะเรียกว่า pes valgus หรือเท้าแบน (flat foot) ในระหว่างการยืนตามปกติและการเดิน แรงดันจะเกิดที่หัวของกระดูก metatarsal ทั้งหมด

ข้อ metatarso-phalangeal ที่หนึ่ง จะมีกระดูก sesamoid สองชิ้น ซึ่งมีความสำคัญและรับน้ำหนักตัวมาก การกระดกขึ้น (dorsiflexion) ของข้อ metatarso-phalangeal จะเป็นการเคลื่อนไหวที่สำคัญใน “การผลักตัว” (push-off) ของการเดินตามปกติ และนิ้วหัวแม่เท้าจะรับน้ำหนักมาก รูปโค้งตามแนวขวาง (transverse arch) ของหัว (head) ของกระดูก metatarsal ที่ปกติจะเป็นรูปเว้าทางด้านล่างในขณะที่ไม่ได้รับน้ำหนัก ในบางภาวะอาจจะเป็นรูปนูนทางด้านล่างในขณะที่ไม่ได้รับน้ำหนัก ในบางภาวะอาจจะเป็นรูปนูนทางด้านล่าง และกระดูก metatarsal อื่นกลางอาจรับน้ำหนักมากเกินไปในระหว่างการเดิน ทำให้มีอาการปวดที่เรียกว่า metatarsalgia

กานดา ใจภักดี (2542) กล่าวว่า เท้าเป็นอวัยวะที่รับน้ำหนักของร่างกาย และใช้ในการเดิน, การวิ่ง นอกจากนี้ยังช่วยรักษาสมดุลของร่างกาย ประกอบด้วยกระดูก 26 ชิ้น เรียงตัวสลับซับซ้อนกันเป็นรูปโค้ง และมีข้อต่อต่าง ๆ ซึ่งมีหน้าที่ที่สำคัญ คือทำงานประสานกับการทำงานของข้อเท้าเพื่อให้วางบนพื้นอย่างถูกต้อง ไม่ว่าเราจะอยู่ในท่าใด ๆ ก็ตาม หรือพื้นจะเอียง

อย่างไรก็ได้ และช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและความโค้งของเท้า เพื่อให้เท้าสามารถปรับให้เข้ากับพื้นที่ขรุขระได้ และเนื่องจากโค้งของเท้ามีลักษณะคล้ายสปริง จะช่วยป้องกันความเสียดสีระหว่างพื้นกับเท้าได้ นอกจากนี้ ยังมีความยืดหยุ่นทำให้เกิดการเดินอย่างราบเรียบได้ โดยเท้าจะเคลื่อนไหวได้รอบแกน 3 แกน คือ

1. รอบแกน transverse ที่ลากผ่านตาตุ่มทั้งสองข้าง ซึ่งจะทอดเฉียงไปด้านข้างและด้านหลัง การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้น คือ การกระดกปลายเท้าขึ้น (dorsiflexion) และการเหยียดปลายเท้าลง (plantarflexion)
2. รอบแกนตามยาวของขา การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้น คือ การเบนปลายเท้าออกด้านนอก (abduction) และการเบนปลายเท้าเข้าด้านใน (adduction)
3. รอบแกนตามยาวของเท้า การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้น คือ การหันฝ่าเท้าออกทางด้านนอก (pronation) และการหันฝ่าเท้าเข้าทางด้านใน (supination)

ส่วน eversion เป็นการเคลื่อนไหวร่วมกันระหว่าง pronation, abduction และ dorsiflexion สำหรับ inversion เป็นการเคลื่อนไหวร่วมกันระหว่าง supination, adduction และ plantarflexion

3.1 การกระดกปลายเท้าขึ้นและการเหยียดปลายเท้าลง ตามภาพที่ 37 เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นที่ข้อเท้า ระยะของการเคลื่อนไหวของข้อเท้าขึ้นอยู่กับกระดูกที่มาเชื่อมกันซึ่งปรากฏว่าเมื่อดูในระนาบ sagittal ของข้อเท้า พื้นผิวเว้าของกระดูกทibia ที่มาประกอบเป็นข้อต่อเปรียบได้กับเส้นรอบวงของวงกลมที่มีมุมที่จุดศูนย์กลางมีค่า 70 องศา ส่วนที่ผิวโค้งของกระดูก talus ก็เปรียบได้กับเส้นรอบวงของวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางมีค่าประมาณ 140 ถึง 150 องศา

ฉะนั้น การเคลื่อนไหวโดยการกระดกปลายเท้าขึ้น และถีบปลายเท้าลงจะมีค่าทั้งหมดประมาณ 70-80 องศา การเหยียดปลายเท้าลงจะมีค่ามากกว่าการกระดกปลายเท้าขึ้น

3.1.1 การกระดกปลายเท้าขึ้น (dorsiflexion) ขณะที่กระดกปลายเท้าขึ้นจะทำให้ส่วนหน้าของกระดูก talus ที่ค่อนข้างกว้าง เข้าไปอยู่ในส่วนหลังของแอ่งกระดูก tibia และกระดูก fibular ที่แคบกว่า ย่อมทำให้ข้อต่อเกิดความมั่นคง นอกจากนี้ กระดูก fibular จะถูกดันให้สูงขึ้นด้วย ทำให้ interosseous membrane มีทิศทางค่อนข้างอยู่ในแนวนอน ปัจจัยที่จำกัดการกระดกปลายเท้าขึ้นประกอบด้วย

- 1) กระดูก : ผิวบนของกระดูก talus จะกระทบกับขอบหน้าของกระดูก tibia ในกรณีที่มีการกระทบกันอย่างแรงจะทำให้กระดูกนั้นหักได้
- 2) เอ็นยึดข้อต่อ : เอ็นข้อต่อทางด้านหลังจะตึง พร้อมทั้งเอ็นส่วนหลังของเอ็น collateral ด้วย

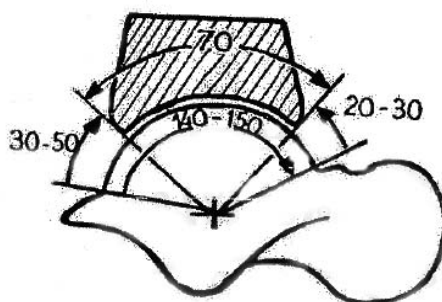
3) กล้ามเนื้อ : การดึงตัวของกล้ามเนื้อ gastrosoleus จะจำกัดกระดูกปลายเท้าขึ้น

3.1.2 การเหยียดปลายเท้าลง (plantarflexion) ขณะที่เหยียดปลายเท้าลง ทำให้ด้านหลังของกระดูก talus ที่ค่อนข้างแคบ เข้าไปอยู่ในส่วนหน้าของแอ่งของกระดูก tibia และ fibular ที่กว้างกว่า ทำให้ข้อต่อไม่มีความมั่นคงและเกิดเท้าแพลงได้ง่าย นอกจากนี้กระดูก fibular จะเคลื่อนต่ำลงตามแรงดึงดูดของโลก ทำให้ interosseous membrane มีทิศทางอยู่ในแนวตั้งมากขึ้นจากท่าปกติ ปัจจัยที่จำกัดการเหยียดปลายเท้าลง ประกอบด้วย

3.1.2.1 กระดูก : ส่วนหลังของผิวบนของกระดูก talus จะกระทบกับขอบหลังของกระดูก tibia

3.1.2.2 เอ็นยึดข้อต่อ : เอ็นทางด้านหน้าจะตึงมากขึ้น

3.1.2.3 กล้ามเนื้อ : ทางด้านหน้าของข้อเท้าจะดึงตัวยับยั้งการเหยียดปลายเท้าลง



ภาพที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนไหวของข้อเท้ากับความกว้างของกระดูก talus และกระดูก tibia ทำให้กระดูกปลายเท้าได้ 20-30 องศาและถีบปลายเท้าลงได้ 30-50 องศา
ที่มา : ประยูร สารานุกรม, รูปเท้าและความสูงของการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 2 ตุลาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://www.archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2547/sport0547ps_abs.pdf

ปริญญ (2547 : 21) ได้อธิบายเกี่ยวกับวงจรการเดิน (Walking Cycle) ว่า หนึ่งวงจรการเดินเริ่มจากระยะที่ส้นเท้าของขาข้างหนึ่งแตะพื้น สิ้นสุดเมื่อเท้าของขาข้างนั้นแตะพื้นอีกครั้งหนึ่ง จะคิดเป็นระยะทางมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามภาพที่ 38 หนึ่งวงจรการเดินแบ่งได้ 3 ช่วง คือ

1. ช่วงรับน้ำหนัก (stance phase) เริ่มจากเมื่อส้นเท้าแตะพื้น สิ้นสุดเมื่อเท้าข้างนั้นพ้นพื้นในคนปกติคิดเป็นระยะทางประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของวงจรการเดิน การเดินช่วงนี้จะแบ่งได้อีก 4 ระยะ คือ

1.1 ระยะส้นเท้าแตะพื้น(heel strike) เป็นระยะที่ส้นเท้าของขาข้างนั้นแตะพื้น

1.2 ระยะเท้าวางราบ (foot flat) เป็นระยะสั้น ๆ หลังจากส้นเท้าแตะพื้น ฝ่าเท้าทั้งหมดวงราบกับพื้น

1.3 ระยะยืนกลาง (mid stance) เท้าข้างนั้นจะรับน้ำหนักของร่างกายทั้งหมด ระยะนี้สิ้นสุดเมื่อส้นเท้าพ้นพื้น

1.4 ระยะถีบเท้า (push off หรือ toe off) เป็นระยะที่ปลายเท้ากำลังถีบพื้น

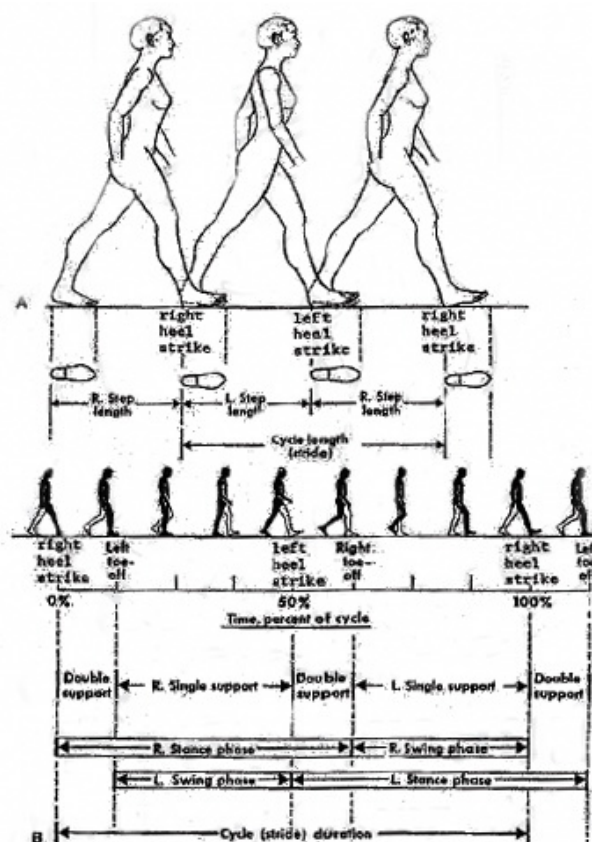
2. ช่วงแกว่งขา (swing phase) เป็นช่วงที่ขาแกว่งเท้าพ้นพื้น ในคนปกติคิดเป็นระยะทางประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของวงจรการเดิน การเดินช่วงนี้แบ่งออกได้อีก 3 ระยะ คือ

2.1 ระยะมีอัตราเร่ง (acceleration) เป็นระยะแรกของช่วงแกว่งขา ขาจะมีอัตราเร่งเพื่อให้เท้าก้าวต่อไป ระยะนี้ลำตัวจะอยู่หน้าต่อขาที่แกว่ง

2.2 ระยะแกว่งกลาง (mid swing) เป็นระยะที่ขาแกว่งอยู่ในแนวลำตัว เป็นระยะที่ขาเหวี่ยงที่สุดเพื่อให้เท้าพ้นพื้น

2.3 ระยะลดอัตราเร่ง (deceleration) เป็นระยะที่ขาเคลื่อนไหวย้อนมาด้านหลังต่อลำตัว และมีการลดอัตราเร่งของขาลง โดยการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อให้ส้นเท้าแตะพื้น ระยะนี้ลำตัวจะอยู่หลังต่อขาที่แกว่ง

3. ช่วงที่เท้าทั้งสองข้างแตะพื้นพร้อมกัน (double support) ในคนปกติคิดเป็นระยะทางประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ของวงจรการเดิน การเดินช่วงนี้เกิดในระยะแรกและระยะหลังของช่วงที่รับน้ำหนัก คือ ขณะที่เท้าของขาหน้ากำลังสัมผัสพื้นและเท้าของขาหลังยังคงสัมผัสพื้นอยู่ เมื่อเดินเร็วขึ้นระยะเวลาที่เท้าทั้งสองข้างแตะพื้นพร้อมกันจะสั้นลงและระยะนี้จะหายไปเมื่อเป็นการวิ่ง



ภาพที่ 38 แสดงเปอร์เซ็นต์ในแต่ละช่วงของการเดินปกติ

ที่มา : ปรินญา สำราญบำรุง, รูปเท้าและความสูงของการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 2 ตุลาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://www.archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2547/sport0547ps_abs.pdf

การทำงานของเท้าในการเดินและวิ่ง (Propulsive action of the foot)

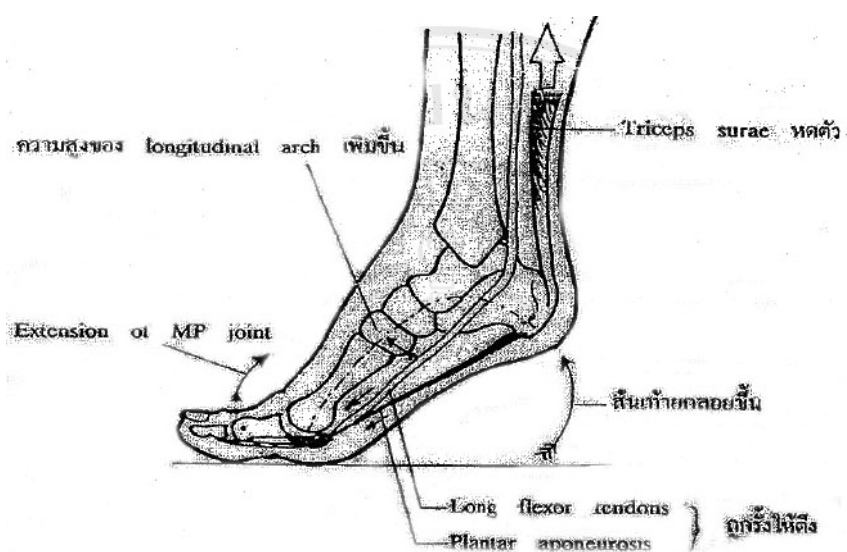
ในท่ายืนนิ่ง (Standing immobile) : น้ำหนักของร่างกายที่ผ่านลงมาที่เท้าแต่ละข้างจะตกลงที่ส่วนสันเท้าประมาณครึ่งหนึ่ง อีกครึ่งหนึ่งตกลงที่ Metatarsal heads โดยแบ่งเป็น 6 ส่วน สองส่วนลงที่ metatarsal head ที่ 1 และ อีก 4 ส่วน แบ่งลงแต่ละ metatarsal head ที่เหลือเท่า ๆ กันในท่านี้ กล้ามเนื้อของขาและเท้าส่วนใหญ่จะไม่ทำงานนอกจากกล้ามเนื้อ triceps surae

ในการเดิน (Walking) : น้ำหนักของลำตัวจะถูกส่งไปด้านหน้าโดยเท้าข้างที่ยังพืนอยู่ทางด้านหลัง โดยกลไกที่เกิดขึ้นใน 2 ช่วงของการเดินดังต่อไปนี้

1. ช่วง Heel off (heel rise) : กล้ามเนื้อ triceps surae ทำงานโดยใช้ส่วนเท้าเป็นคาน (lever) ทำให้ส้นเท้ายกขึ้นจากพื้น (heel rise) น้ำหนักส่วนที่เดิมตกผ่านส้นเท้า จะถูกถ่ายเทไปยังขอบนอกของฝ่าเท้า และปลายเท้าตามลำดับ

ในขณะที่ส้นเท้าถูกยกขึ้นจากพื้นนี้ ทำให้มี extension ของข้อ MP ของนิ้วเท้าขึ้นพร้อมกันไปด้วย ดังนั้น plantar aponeurosi จะถูกรั้งให้ตึง ซึ่งมีผลให้ longitudinal arch ของเท้าสูงขึ้นเนื่องจาก tie-beam หดสั้นเข้า ในขณะเดียวกัน long flexor tendons (FHL & FDL) จะตึงขึ้นพร้อมที่จะทำงาน ตามภาพที่ 39

2. ช่วง Toe-off (push-off) : แรงส่งช่วงหลังนี้ เกิดจากการผลักดันของนิ้วเท้าซึ่งงอลงที่ข้อ MP โดยอาศัยการทำงานของทั้ง long และ short toe-flexors ในช่วงนี้ กล้ามเนื้อ lumbrical และ interossei นอกจากช่วยในการงอนิ้วเท้าดังกล่าวแล้วยังทำหน้าที่เหยียดข้อ IP ไว้ไม่ให้นิ้วเท้างอมากเกินไปโดยแรงดึงของ long flexors ช่วยรักษาความยาวของคานในการผลักดันด้วยการทำงานของกล้ามเนื้อ lumbricals และ interossei ดังกล่าว อาศัย extensor expansion เช่นเดียวกับของนิ้วมือ



ภาพที่ 39 ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะ heel rise

ที่มา : ปรินญา สำราญบำรุง, รูปเท้าและความสูงของการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 2 ตุลาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://www.archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2547/sport0547ps_abs.pdf

นอกจากนี้ long flexors ยังช่วย plantar flex เท้า เสริมการทำงานของกล้ามเนื้อ triceps surae ไปด้วย

ในการวิ่ง (Running) : กลไกการทำงานของเท้า เป็นเช่นเดียวกับในการเดินดังกล่าวมาแล้วต่างกันแต่เพียงในการวิ่ง น้ำหนักของร่างกายจะตกลงบนส่วนปลายเท้าเท่านั้น และส่วนสันเท้าจะไม่แตะพื้นเลย

2.3 ผิวหนังของเท้า (The Skin of the Foot)

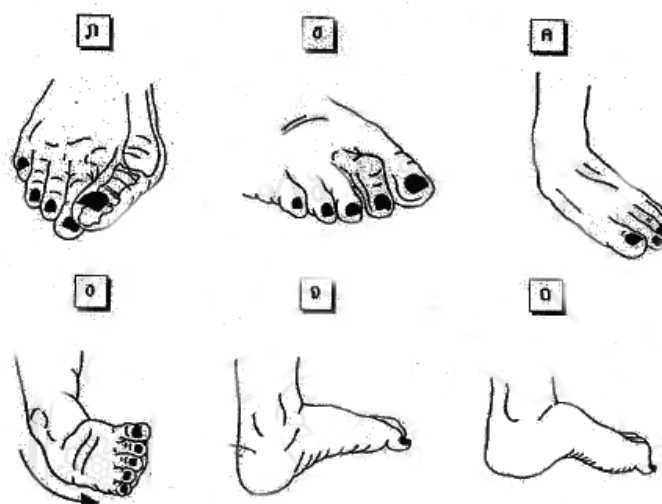
พรทิพย์ (2535 : 18) กล่าวว่า ผิวหนังด้านหลังเท้ามีลักษณะบาง เคลื่อนที่ได้ และรับความรู้สึกได้น้อยกว่าด้านฝ่าเท้า Superficial Fascia ของหลังเท้าบางและหลวม ทำให้สังเกตการฉีกขาดของเท้าจากหลังเท้าได้ง่าย ด้านหลังเท้ามีขนและไขมันจำนวนน้อย ในผู้ชายจะพบขนเป็นหย่อมบนผิวหนังบนนิ้วเท้า ปลายเอ็นกล้ามเนื้อบนหลังเท้าสามารถมองเห็นชัดเจน โดยเฉพาะตอนกระดกปลายเท้าขึ้น และส้นเท้าชี้ลง (Dorsiflexion) ด้านฝ่าเท้าผิวหนังจะหนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณสันเท้าและ Base ของนิ้วหัวแม่เท้า ผิวหนังด้านฝ่าเท้าจะไวต่อความรู้สึก โดยพบต่อมเหงื่อและต่อมไขมันในชั้น Subcutaneous Tissue จะยึดแน่นกับส่วนที่อยู่ติดลงไป โดยเส้นและแผ่นกั้นแบ่ง (Septa) ของ Fibrous Connective Tissue องค์กรประกอบของฝ่าเท้าถูกออกแบบมาสำหรับรับน้ำหนักและป้องกันหลอดเลือดกับเส้นประสาท ซึ่งบริเวณผิวหนังใต้ฝ่าเท้า (Plantar Surface) ประกอบไปด้วยบริเวณส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ด้านปลายเท้า (Distal)
2. ด้านสันเท้า (Proximal)
3. บริเวณด้านในฝ่าเท้า (Tibial Side)
4. บริเวณด้านนอกฝ่าเท้า (Fibular Side)
5. บริเวณเนินบนใน (Ball Pattern Zone)
6. โซนกลางใน (Rare Tibial Pattern Zone)
7. โซนกลางนอก (Rare Fibular Pattern Zone)
8. ส่วนอุ้งเท้า (Tread Area)

ในท่ายืนหลอดเลือดดำส่วนปลายที่อยู่หลังเท้าจะโป่งออก และพบเป็น Transverse Arch ส่วนของหลอดเลือดดำ Greater Saphenous และ Lesser Saphenous เกิดจาก 2 ปลายสุดท้ายของ Arch นี้ ปลายเอ็นกล้ามเนื้อกลุ่ม Extensor ที่ไปเกาะปลายนิ้วเท้าจะวิ่งไปเกาะปลายทางด้านหน้าสามารถมองเห็น และคลำได้โดยผ่านผิวหนัง ซึ่งเอ็นกล้ามเนื้อ Extensor Hallucis Longus อยู่ทางด้านใน และเอ็นกล้ามเนื้อ Extensor Digitorum Longus ทั้ง 4 ปลายอยู่ทางด้านข้าง

2.4 ความผิดปกติของเท้า โดยทั่วไปพบความผิดปกติของเท้าดังนี้

2.4.1 นิ้วหัวแม่เท้าเอียง (hallux valgus) ตามรูปที่ 40(ก) เป็นการผิดปกติของเท้าที่มีลักษณะการเอียงของนิ้วหัวแม่เท้าเลออกจากด้านข้าง ในท่าเดินปกตินิ้วหัวแม่เท้าจะต้ององประมาณ 75 องศา ก่อนที่เท้าจะก้าวพ้นพื้น แต่ถ้านิ้วหัวแม่เท้าไม่สามารถอยู่ในลักษณะที่ช่วยเป็นแรงส่งได้ก็จะเกิดอาการบาดเจ็บที่หัวแม่เท้า อักษรตัว L ในคำว่า valgus หมายถึง การเลออกด้านข้าง (lateral) ในบางกรณีการเอียงของนิ้วดังกล่าวมากจนกระทั่งเลื่อนไปเกยทับนิ้วเท้าที่ 2 ได้ เนื่องจาก sesamoid ที่อยู่ใต้ต่อ head ของนิ้วหัวแม่เท้าเลื่อนไปทอดอยู่ในช่องว่างระหว่าง head ของ metatarsals ที่ 1-2 โดยกระดูก metatarsal ที่ 1 จะเข้าด้านในในขณะที่กระดูก sesamoid เลื่อนออกนอก บ่อยครั้งที่เนื้อเยื่อเยื่อรอบ ๆ ฐาน ทำให้โคนนิ้วหัวแม่เท้าฐานโปนออกมาอาจเสียดสีกับรองเท้า เกิดการอักเสบของ bursa เรียกว่า bunion บางครั้งอาจเกิด hard corn ซึ่งเป็นการอักเสบของผิวหนังที่หนาบริเวณด้านบนของ proximal interphalangeal joints โดยเฉพาะนิ้วเท้าที่ห้า (Moore, 1999)



ภาพที่ 40 ความผิดปกติต่างๆ ของเท้า hallux(ก), hammer toe(ข), pes planus (ค), clubfoot (ง), pes calcaneus (จ) และ pes cavus (ฉ)

ที่มา : ปรินญา สำราญบำรุง, รูปเท้าและความสูงของการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 2 ตุลาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://www.archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2547/sport0547ps_abs.pdf

2.4.2 hammer toe ตามภาพที่ 40 (ข) เป็นการผิดปกติของ proximal phalanx ที่อยู่ในท่าอนิ้วเท้าอย่างถาวรที่ metatarsophalangeal joint และ middle phalanx อยู่ในท่างุ้ม นิ้วเท้าที่ proximal interphalangeal joint ส่วน distal phalanx งอหรือเหยียดทำให้นิ้วเท้า (มักเป็น

นิ้วเท้าที่ 2) มีลักษณะคล้ายก้อน การผิดรูปของนิ้วเท้าหนึ่งหรือมากกว่านั้นอาจเกิดจากการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ lumbricals และ interossei ซึ่งทำหน้าที่งอ metatarsophalangeal joint กับเหยียด interphalangeal joint บริเวณของผิวหนังของหลังนิ้วเท้าที่เสียดสีซ้ำอีกกับรองเท้าอาจทำให้ผิวหนังส่วนนั้นหนาและแข็งขึ้น เรียกว่า callosity หรือ callus (Moore, 1999)

2.4.3 claw toes มีลักษณะการเหยียดของ metatarsophalangeal joint มากเกินไปและงอ interphalangeal joint มักเป็นนิ้วเท้าทั้ง 4 ด้าน

2.4.4 pes planus (flatfeet) ตามภาพที่ 40(ค) เท้าของทารกปกติจะแบนเนื่องจากมีชั้นไขมันใต้ผิวหนังที่หนาของฝ่าเท้า ความโค้งของเท้ามีมาแล้วตั้งแต่เกิด แต่มองไม่เห็นจนกระทั่งเดินได้ 2-3 เดือน เท้าแบน (flat feet) ในวัยรุ่นและผู้ใหญ่เป็นผลมาจากโค้ง medial longitudinal แพลตลง เมื่อคนยืนลงน้ำหนักทำให้ plantar ligament ทั้งหลายและ plantar aponeurosis จะถูกยืดออก ถ้า ligament ดังกล่าวยึดผิดปกติจากการยืนนาน ๆ plantar calcaneonavicular ligament จะพยุง head ของกระดูก talus ไว้ต่อไปไม่ได้ ดังนั้น talar head จะเคลื่อนลงล่างและเข้าไปในและตุงนูนเด่น สังเกตว่า head และ talus เคลื่อนทางลงล่าง ทำให้เกิดการแบนของ medial longitudinal arch ตามด้วยการเฉออกนอกของเท้าส่วนหน้า (fore foot)

2.4.5 clubfoot (talipes equinovarus) ตามภาพที่ 40 (ง) เรียกว่า โรคเท้าปุก หมายถึง เท้าที่บิดออกจากตำแหน่งปกติมีหลายชนิด ซึ่งเป็นตั้งแต่เกิดทั้งสิ้น talipes equinovarus เป็นชนิดพบบ่อยเกี่ยวข้องกับ subtalar joint เด็กชายเป็นมากกว่าเด็กหญิง 2 เท่า (Moore, 1999) เท้าบิดเข้าไป ข้อเท้าอยู่ในท่ากระดูกง และเท้าส่วนหน้าหุบเข้าไป (fore foot adduct) เท้ามีสภาพคล้าย ๆ กับกีบม้า จึงใช้ศัพท์ equino (equines : ม้า) ครึ่งหนึ่งของผู้เป็นโรคนี้เป็นทั้งสองเท้า ผู้ป่วยไม่สามารถลงน้ำหนักที่เท้าในท่าปกติได้ มักลงน้ำหนักส่วนใหญ่ที่ข้างเท้าส่วนหน้า ดังนั้นเวลาเดินจึงเกิดอาการเจ็บปวด เกิดจากการดึงและการหดสั้นของกล้ามเนื้อ, เอ็นกล้ามเนื้อ, ligament และปลอกหุ้มข้อเท้าและข้อเท้า (Moore, 1999)

2.4.6 pes calcaneus ตามภาพที่ 40(จ) ภาวะวิกลรูปของเท้าที่สันเท้าจรดพื้นแต่ปลายนิ้วเท้าลอยอยู่ในอากาศ คล้ายอยู่ในท่ากระดูกข้อเท้าขึ้นตลอด

2.4.7 pes cavus ตามภาพที่ 40 (ฉ) ภาวะวิกลรูปของเท้าที่มี medial longitudinal arch ของเท้าสูงกว่าปกติ

นอกจากนี้สิทธิ เศษะกัมพูชและนที ดอนโพธิ์งาม ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะฝ่าเท้าของคนไทยจำนวน 2,000 เท้าและนักกีฬาไทยทุกระดับความสามารถทั้งในนักเรียน นักศึกษาและนักกีฬาทิမ်ชาติ ว่า

1. ส่วนนำของเท้าซึ่งได้แก่ นิ้วหัวแม่เท้าหรือนิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนิ้วนอกจากนี้ ผลจากการวิจัยบอกได้ว่า กลุ่มที่มีหัวแม่เท้าเป็นส่วนนำมีประมาณ 40-50% และพวกที่มีทั้งหัวแม่เท้าและนิ้วชี้เป็นส่วนนำ คือ เท้ากันทั้งสองนิ้วมีประมาณ 10-15%

2. ความยาวของเท้า พบว่าเท้าของคนเรายาวเป็นประมาณหนึ่งในเจ็ดเท้าของความสูงของบุคคลนั้น กล่าวคือ หากทราบความสูงของบุคคลนั้นก็สามารหาความยาวของฝ่าเท้าได้ทันที

3. ในขณะที่รับน้ำหนักตัวเต็มที่นั้น นิ้วก้อยจะไม่สัมผัสกับพื้นถึงร้อยละ 20-30% แสดงว่า นิ้วก้อยมิได้ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับน้ำหนักอย่างนิ้วอื่นๆ

4. ส่วนกว้างสุดของรอยฝ่าเท้าตามแนวเฉียงระหว่างหัวแม่เท้ากับนิ้วก้อยกับส่วนกว้างสุดบริเวณสันเท้า มีอัตราส่วนประมาณ 1.8 : 1

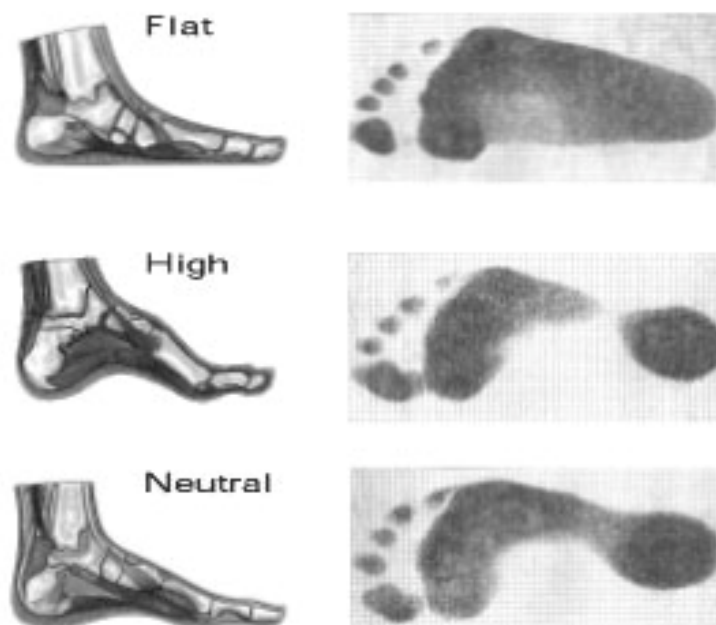
5. ส่วนสูงของความโค้งของฝ่าเท้า (arch width) กับน้ำหนักตัวของบุคคลนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้น ความเชื่อที่ว่าคนอ้วนมักมีอุ้งเท้าแบนนั้น จึงไม่เป็นความจริงเสมอไป

โดยรูปลักษณะสรีระของเท้าคนเรานั้น ยังได้ถูกจัดเป็น 3 ประเภทตามภาพที่ 41 ได้แก่

1. เท้าแบบปกติ (Neutral Arch) คือ เท้าที่มีความโค้งเว้าของอุ้งเท้าพอประมาณ โครงสร้างของกระดูกจัดเรียงตัวประกอบกัน อย่างเหมาะสม ทำให้เท้ามี เสถียรภาพ มั่นคง รองรับ การกระจายตัวของน้ำหนักตัวได้ดี

2. คนที่มีอุ้งเท้าสูง (Supination หรือ High Arch) คือ เท้าที่มีความเว้าของบริเวณอุ้งเท้า มากกว่าปกติ จะสังเกตเห็นช่องว่างระหว่างพื้นกับฝ่าเท้ามีมาก

3. คนที่มีเท้าแบน (Flat Foot) คือ เท้าที่มีปัญหาจากฝ่าเท้าล้ม (Fallen Arch) เท้ามัก แบนราบ (Pronation) ไม่มีส่วนโค้งเว้า อันเกิดจากการเรียงตัวผิดปกติของกระดูกที่เอน เอียง แบนราบ



ภาพที่ 41 แสดงรูปลักษณะสรีระของเท้าที่เป็นแบบปกติ (Neutral Arch) เท้าที่มีอุ้งเท้าสูง (High Arch) และเท้าแบน (Flat Foot)

ที่มา : FootDoc™ Foot Impression Sheets [Online] ,accessed 5 May 2009. Available from <http://www.algeos.com/html/products/podotrack.htm>

ส่วนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยในประเทศ

ธีรวัฒน์ กุลทนันทน์, สิทธิ เตชะกัมพูช และนที ดอนโพธิ์งาม (2547 : 788-793) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษารอยพิมพ์ฝ่าเท้าในนักกีฬาและบุคคลที่ไม่ใช่นักกีฬา โดยตัวอย่างที่นำมาศึกษาเป็นนักกีฬา 492 คนและบุคคลที่ไม่ใช่นักกีฬา 431 คนซึ่งมีอายุระหว่าง 18 ปีถึง 35 ปี โดยได้จัดแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาออกเป็นนักกีฬาทีมชาติกับนักกีฬาที่ไม่ใช่ทีมชาติ แล้วทำการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้ โดยใช้เครื่องวัดแบบ Foot impression system ของบริษัท Bekermann ทำการวัดรอยพิมพ์ฝ่าเท้าทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวาในท่ายืน ผลการศึกษาวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬา ความยาวจากสันเท้าไปถึงนิ้วหัวแม่เท้าจะสั้นกว่าความยาวจากสันเท้าถึงนิ้วชี้ และผลการวิจัยดังกล่าวยังพบว่ามีค่าตรงกันข้ามกับบุคคลที่ไม่ใช่นักกีฬา ระยะ metatarsal distance ในนักกีฬากว้างกว่าบุคคลที่ไม่ใช่นักกีฬา อัตราส่วนระหว่างความสูงของร่างกายต่อความยาวของรอยพิมพ์ฝ่า

เท้า มีความแตกต่างกันระหว่างนักกีฬา กับบุคคลที่ไม่ใช่นักกีฬา Flat Index ในนักกีฬาทีมชาตินี้มีค่ามากที่สุดและพบว่าการสัมผัสพื้นของนิ้วก้อยที่เท้าของเพศชายซึ่งเป็นนักกีฬามีนิ้วก้อยสัมผัสพื้นมากกว่าบุคคลที่ไม่ใช่นักกีฬา ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ารอยพิมพ์ฝ่าเท้าในนักกีฬามีความแตกต่างในความยาวฝ่าเท้ามีค่าต่างๆ จากบุคคลที่ไม่ใช่นักกีฬาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มณีนันท์ ปิงฉิมะศิริ (2550) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาขนาดเท้าของคนงานไทยในอุตสาหกรรมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขนาดเท้าของคนไทยได้แก่ การวัด เปรียบเทียบและแบ่งประเภท โดยศึกษาจากคนงานไทยในอุตสาหกรรมจำนวน 1,007 คน ชาย 489 คน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของอายุ น้ำหนักและส่วนสูงเป็น $36.4(\pm 11.05)$ ปี $65.0(\pm 12.01)$ กก. และ $167.8(\pm 6.6)$ ซม.ตามลำดับ และหญิง 518 คน โดยมีค่าเฉลี่ยกันเป็น $36.4(\pm 10.94)$ ปี $56.9(\pm 10.37)$ กก. และ $156.9(\pm 5.89)$ ซม. ตามลำดับโดยวัดเท้าข้างขวา และกำหนดจุดอ้างอิงในการวัด 9 จุด และวัด 32 สัดส่วน โดยใช้สายวัดเครื่องมือวัดขนาด เวอร์เนียคาลิเปอร์แบบดิจิตอล และเวอร์เนียไฮเกจ ข้อมูลที่วัดได้แต่ละสัดส่วนแสดง ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 โปรแกรม SPSS ถูกใช้เพื่อทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบขนาดของเท้าชายและหญิง จำนวน 32 สัดส่วน สรุปได้ว่า ขนาดเท้าของชายโตกว่าหญิงอย่างมีนัยสำคัญ ทุกสัดส่วน การศึกษาเพื่อแบ่งประเภทเท้ากำหนดให้แบ่งตามค่าสัดส่วน ความกว้างเท้าแนวเฉียงต่อความยาวเท้าและความกว้างสันเท้าต่อความกว้างเท้า ซึ่งสามารถแบ่งประเภทเท้าได้ 4 ประเภท คือ เท้าสั้นป้อม เท้าเรียวยาว เท้าเล็ก และ เท้าใหญ่ โดยชายมีจำนวนลักษณะเท้าดังกล่าว 123, 100, 68 และ 198 คนหรือ 25.2%, 20.5%, 13.9% และ 40.5% ตามลำดับ และหญิงมีจำนวน 113, 89, 120 และ 196 คนหรือ 21.8%, 17.2%, 23.2% และ 37.8% ตามลำดับ

ปรีชา รักษ์พลเมืองและสิทธิ์ เตชะกัมพูช (2530: 101-108) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ทางสถิติรอยพิมพ์ฝ่าเท้าคนไทย โดยการเก็บข้อมูลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าจำนวน 1,000 ราย (ทั้งเท้าซ้ายและขวา) เป็นชาย 348 รายและหญิง 625 ราย นำรอยพิมพ์เท้ามาวัดระยะตามภาพที่ 42 ดังนี้

- A คือระยะความยาวจากปลายหัวแม่เท้าถึงสันเท้า มีหน่วยเป็น เซนติเมตร
- B คือระยะความยาวจากปลายนิ้วชี้ถึงสันเท้า
- C คือระยะฐานความโค้งของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า
- D คือระยะความกว้างของรอยพิมพ์บริเวณโคนหัวแม่เท้ากับนิ้วก้อย
- E คือระยะความสูงสุดของความโค้งรอยพิมพ์บริเวณสันเท้า
- F คือระยะความกว้างสุดของรอยพิมพ์บริเวณสันเท้า
- G คือรอยพิมพ์ที่เกิดจากการกดสัมผัสของนิ้วก้อยกับพื้น

ผลการศึกษาพบว่า

ก. ความสูงของคนมีความสัมพันธ์กับความยาวของเท้าในคน ๆ เดียวกัน มีค่า A และ B เมื่อค่าความสูงเพิ่มขึ้นค่า A และ B จะเพิ่มขึ้น

ข. น้ำหนักตัวของคนมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงไม่ดัดโค้งกับค่าความยาวของเท้า A และ B

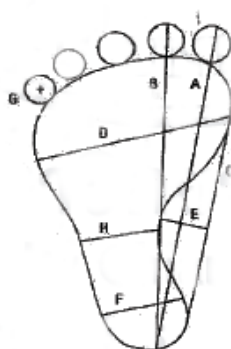
ค. เมื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความสูง พบว่าความสัมพันธ์เป็นไปในแนวเส้นตรงที่ระยะหนึ่ง คือ อายุต่ำกว่า 17 ปีความสูงจะเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง แต่พอเกิน 17 ปีไปโดยประมาณความสูงจะไม่เพิ่มขึ้นในผู้หญิง แต่ในผู้ชายความสูงจะเพิ่มขึ้นในลักษณะเส้นตรงจนกระทั่งอายุประมาณ 20 ปีจึงจะหยุด

ง. ดูความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับน้ำหนักตัว พบว่าในระยะแรก ๆ น้ำหนักตัวจะเพิ่มในแนวเส้นตรงไปเรื่อย ๆ และจะหยุดเพิ่มที่อายุในผู้ชาย = 25 ปี และในผู้หญิง = 18 ปี

จ. ค่าความกว้างของฝ่าเท้า “D” (ball of foot) ต่อความกว้างของฝ่าเท้า “F” (heel) มีค่า correlation coefficient ในผู้ชาย = 0.594 และในผู้หญิง = 0.464 และอยู่ในลักษณะกราฟเชิงเส้นตรง อัตราส่วนระหว่าง D:F = 1.8:1

ฉ. ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวกับระยะแคบที่สุดของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันตาม scattergram

ช. ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวกับระยะทาง “E” (ความสูงสุดของระยะความโค้งของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า) ก็ไม่พบว่ามีสัมพันธ์กันตาม scattergram แสดงว่าที่เชื่อกันว่าคนอ้วนมักจะมีฝ่าเท้าแบนไม่น่าจะเป็นความจริง



ภาพที่ 42 แสดง Foot print diagram

ที่มา : ปรีชา รักษ์พลเมืองและสิทธิ เตชะกัมพูช, อ้างถึงใน ปริญญา สำราญบำรุง, รูปเท้าและความสูงของการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 2 ตุลาคม 2551. เข้าถึงได้จาก

http://www.archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2547/sport0547ps_abs.pdf

กานดา ไชยศักดิ์, สิทธิ เตชะกัมพูช, วารี จำเริญและชนัดถ์ อาคมานนท์ (2536 : 20-35) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาดัชนีความแบนของฝ่าเท้าจากรอยพิมพ์เท้าแบบสเตติกส์และแบบไดนามิกส์ของหญิงไทย จากกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงจำนวน 215 ราย อายุระหว่าง 19-25 ปี พบว่า ค่ามัธยฐานของดัชนีความแบนของฝ่าเท้า C/E จากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาและซ้ายแบบสเตติกส์ เท่ากับ 3.44 และ 3.45 ส่วนแบบไดนามิกส์เท่ากับ 3.36 และ 3.37 ตามลำดับ ดัชนีความแบนของฝ่าเท้า H/E ข้างขวา และข้างซ้ายแบบสเตติกส์มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.91 และ 0.92 ส่วนแบบไดนามิกส์เท่ากับ 0.78 และ 0.76 ตามลำดับ สำหรับการเปรียบเทียบค่าดัชนีความแบนของฝ่าเท้า ระหว่างข้างขวาและข้างซ้ายไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะมีค่าดัชนีความแบนของฝ่าเท้า C/E และ H/E ที่วัดจากรอยพิมพ์เท้าแบบสเตติกส์จะแตกต่างจากแบบไดนามิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ในการประเมินปัญหาฝ่าเท้าแบนในผู้ป่วยจึงควรตรวจภาวะความโค้งของฝ่าเท้าทั้งแบบสเตติกส์และไดนามิกส์จะทำให้ทราบปัญหาที่แท้จริงของผู้ป่วย

โสภณ พิชัยยงค์วงศ์, จิตพร จำเริญและชมพูนุท สุวรรณศรี (2542 : 467-472) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การกระจายน้ำหนักขณะยืนของคนไทยอายุระหว่าง 11-80 ปี กลุ่มตัวอย่างเป็นคนปกติเพศชายจำนวน 151 คน เพศหญิง 301 คน แบ่งตามกลุ่มอายุเป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60, 61-70, 71-80 ปี ให้ผู้ถูกวัดยืนบนเครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิตอล 2 เครื่อง โดยวางเท้าแต่ละข้างบนเครื่องชั่ง และมองตรงไปยังเป้าหมายในระดับสายตาระยะไกลออกไป 2 เมตร บันทึกค่าน้ำหนักที่ได้จากเท้าขวา พบว่าค่าเฉลี่ยการลงน้ำหนักบนเท้าขวาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวในกลุ่มอายุต่าง ๆ ของเพศชาย มีค่าอยู่ในช่วง $47.69 \pm 3.93\%$ ถึง $50.69 \pm 4.09\%$ และเพศหญิงมีค่าอยู่ในช่วง $48.35 \pm 4.07\%$ ถึง $51.24 \pm 4.33\%$ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการลงน้ำหนักบนเท้าขวาระหว่างเพศชายและหญิง และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มอายุเพศเดียวกันแล้ว ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) พบความสัมพันธ์ในระดับต่ำระหว่างการลงน้ำหนักบนเท้าขวา และอายุ ($r = 0.114$, $p > 0.05$) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการลงน้ำหนักบนเท้าขวากับปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ความสูง, น้ำหนักตัว, ความถนัด, และกิจกรรมที่ทำมากในชีวิตประจำวัน

Chalermchokchai K, Chaiwanichiri D และ Aksaranukraho S (2539 : 40-46) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Prevalence of Flat Feet in Thai Students, Age between 4-10 Years Old in Bangkok กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กชายและเด็กหญิงจำนวนทั้งหมด 486 คน อายุ 4-10 ปี จากโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์แผนกประถมและโรงเรียนอุดมศึกษาแผนกอนุบาล โดยการตรวจร่างกายและศึกษารอยพิมพ์อุ้งเท้าของเด็กนักเรียน พบว่ามีความชุกของการเกิดเท้าแบนชนิดข้อไม่ติดยึดในเด็กชาย เท่ากับ 33.33% และเด็กหญิงเท่ากับ 15.83% โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p=0.011$) และความชุกของการเกิดเท้าแบนจะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้นเหมือนกันทั้งสองเพศ เมื่อเปรียบเทียบเด็กที่มีภาวะเท้าแบนกับเท้าปกติพบว่าทั้งในเด็กชายและเด็กหญิงที่มีอุ้งเท้าแบนจะมีการหย่อนตัวของเอ็นยึดข้อต่าง ๆ มากกว่าเด็กที่มีอุ้งเท้าปกติอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.011$ และ $p = 0.0018$) ตามลำดับ แต่ค่าดัชนีมวลของร่างกาย (Body Mass Index = BMI.) ไม่มีความแตกต่างกันในเด็กทั้งสองกลุ่ม



ภาพที่ 43 แสดงการพิมพ์อุ้งเท้า

1. ภาพพิมพ์อุ้งเท้าปกติ
2. ภาพพิมพ์อุ้งเท้าสูง (B-C < 1cm.)
3. ภาพพิมพ์อุ้งเท้าแบนน้อย (A-B < 1cm.) การวัด A-B ให้วัดจากส่วนที่กว้างที่สุด
4. ภาพพิมพ์อุ้งเท้าแบนปานกลาง
5. ภาพพิมพ์อุ้งเท้าแบนมาก

ที่มา : Chalermchokchai K, Chaiwanichiri D และ Aksaranukraho S , อ้างถึงใน ปรินญา สารานุกรม บำรุง, รูปเท้าและความสูงของการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 2 ตุลาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://www.archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2547/sport0547ps_abs.pdf

ปรินญา สารานุกรมบำรุง(2547) ทำการศึกษาเรื่อง รูปเท้าและความสูงของการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปเท้าของนักกีฬาบาสเกตบอล ระยะความสูงของการกระโดดในแนวตั้งและหาความสัมพันธ์ของส่วนโค้งของเท้ากับระยะความสูงของการกระโดดในแนวตั้ง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชายจำนวน 30 คน จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพายัพและสถาบันราชภัฏเชียงใหม่ ทำการทดลองด้วยการพิมพ์รูปเท้า การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดขาและหลังด้วยเครื่องวัด Back leg dynamometer การทดสอบแรงเหยียดกล้ามเนื้อขาและเท้าด้วยเครื่องวัดความแข็งแรงของขาที่ประดิษฐ์ขึ้น การทดสอบระยะความสูงของการกระโดดในแนวตั้ง โดยวิธีทดสอบ Vertical Jump ผลการศึกษาพบว่า นักกีฬาบาสเกตบอลมีรูปเท้าปกติ ขนาดความกว้างและความยาวของเท้ามีค่าที่ไม่แตกต่างกันและอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยปกติ ระยะความสูงของการกระโดดในแนวตั้ง

ของกลุ่มที่มีความแข็งแรงของขากระดูกโคได้สูง และกลุ่มที่มีความแข็งแรงของขาหน้ากระดูกโคได้ต่ำ ระยะความสูงของการกระดูกในแนวดิ่งที่วัดได้โดยรูปแบบการกระดูกโดยใช้เท้าซ้ายเท้าเดียวอยู่กับที่มีค่ามากกว่าแบบใช้เท้าขวาเท้าเดียวอยู่กับที่และส่วนโค้งของเท้าไม่มีความสัมพันธ์กับระยะความสูงของการกระดูกในแนวดิ่ง

พะเยาว์ อินทรเจริญศักดิ์ (2533) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความโค้งของเท้าและขนาดของข้อเท้ากับความเร็วในการวิ่งและความสามารถในการกระดูก โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีอายุระหว่าง 11-12 ปี น้ำหนักระหว่าง 35-45 กิโลกรัมและมีส่วนสูง 140-150 เซนติเมตร เป็นชาย 30 คน หญิง 30 คน ทำการทดสอบโดยวัดขนาดของข้อเท้า วัดความโค้งของเท้าจากรอยพิมพ์เท้า ทดสอบวิ่ง 50 เมตร และทดสอบการขึ้นกระดูกไกล ทำการวิเคราะห์โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายแบบเพียร์สัน และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพหุคูณ ผลการทดลองพบว่า ความโค้งของเท้าและขนาดของข้อเท้ากับความเร็วในการวิ่งและความสามารถในการกระดูกของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ทั้งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพหุคูณ แสดงว่า ความโค้งของเท้าและขนาดข้อเท้า ส่งผลต่อความเร็วในการวิ่งและความสามารถในการกระดูก

3.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

โรเบิร์ต บี. เคนเนดี (Robert B. Kennedy 1996 : 81-87) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ลักษณะเฉพาะของรอยฝ่าเท้าและความเป็นไปได้ในการนำไปใช้พิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล โดยทำการศึกษาคุณลักษณะของรอยฝ่าเท้าที่ได้จากการพิมพ์ฝ่าเท้าของอาสาสมัครกว่า 4,000 รอย ทำการทดลองโดยใช้วิธีการวัดทั้งหมด 19 รูปแบบและใช้วิธีการทาบรอยฝ่าเท้าแต่ละรอย ซึ่งในการศึกษา ลักษณะเฉพาะของรอยฝ่าเท้า ได้มีการสร้างฐานข้อมูลทางคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บรอยฝ่าเท้า ภายในข้อมูลนั้นประกอบไปด้วยผลที่ได้จากวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและการทาบรอยฝ่าเท้าแต่ละรอย จากการสืบค้นฐานข้อมูลรอยประทับที่ถูกเก็บไว้กว่า 4,000 รอยนั้น อาจมีรอยฝ่าเท้าบางคู่ที่แสดงผลออกมาว่าเข้ากันได้เป็นรอยเดียวกัน ทั้งนี้ก็เพราะขอบเขตของการเปรียบเทียบโดยวิธีการวัดนั้นได้ถูกตั้งค่าไว้อย่างกว้างๆ ไม่ได้ทำการเจาะจงโดยละเอียดเฉพาะจุด จึงมีผลให้รอยพิมพ์ฝ่าเท้าดังกล่าวเข้ากันได้ทั้งๆ ที่รอยพิมพ์ฝ่าเท้าเหล่านั้นไม่ได้มาจากเท้าเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามกรณีความผิดพลาดดังกล่าวนี้ก็อาจเกิดขึ้นได้เพียงเล็กน้อย ซึ่งถ้าหากเราทำการตรวจสอบรอยฝ่าเท้าที่มีผลออกมามตรงกันด้วยการพิจารณาคุณลักษณะภายนอกที่ปรากฏโดยใช้สายตาก็สามารถที่จะแยกแยะได้แล้วว่า รอยฝ่าเท้าในฐานข้อมูลที่เข้ากันได้นั้น แท้จริงแล้วไม่ใช่รอยฝ่าเท้าอันเดียวกัน งานวิจัยนี้แสดงให้เห็น

ถึงความไม่เหมือนกันในคุณลักษณะของรอยฝ่าเท้าแต่ละอันและสามารถนำไปใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้ซึ่งต่อมาทฤษฎีดังกล่าวได้ถูกนำมาอ้างอิง ตลอดจนใช้ในการสนับสนุนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ หลายเรื่องด้วยกัน

กิวาล กฤษซาน (Kewal Krishan 2007 : 137-144) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของรอยฝ่าเท้าภายใต้หลักเกณฑ์ทางนิติวิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาประชากรชาวเมือง Gujjars ทางภาคเหนือของอินเดีย งานวิจัยชิ้นนี้ได้ดำเนินการโดยเลือกกลุ่มตัวอย่างเพศชายที่มีอายุระหว่าง 18- 30 ปีจำนวน 1,040 คน ซึ่งอาศัยอยู่ในแถบเมือง Gujjars แห่งแคว้นsub-Himalayan ทางภาคเหนือของอินเดีย จากการวิจัยได้มีการระบุถึงประโยชน์ของรอยฝ่าเท้าอันมีคุณลักษณะเป็นการเฉพาะเพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบในเชิงนิติวิทยาศาสตร์ โดยได้ทำการศึกษาลักษณะเฉพาะอันมีความหลากหลาย เช่น ลักษณะของนิ้วเท้า, รอยโค้งหักบนแนวนิ้วเท้า, รอยกระดูกข้อนิ้วเท้า, สภาพของระนาบฝ่าเท้า, รอยปุ่มและหลุมบนฝ่าเท้า, รอยแตก, หน้งด้านหรือตาปลา ซึ่งอัตราการปรากฏขึ้นของคุณลักษณะเหล่านี้ได้ถูกนำมาบันทึกไว้ด้วย โดยอัตราการเกิดขึ้นของรูปแบบเท้าที่เป็นแบบ tibialis จะสูงที่สุด ตามมาด้วยประเภทที่เป็น fibularis ประเภท intermediate ตามลำดับ และประเภทที่เป็นแบบ midularis จะพบได้น้อยที่สุดในบรรดาตัวอย่างทั้งหมด ในเรื่องของรอยโค้งหักที่พบบนเส้นแนวนิ้วเท้า รอยโค้งหักจำนวน 3 หัก จะพบได้น้อยที่สุด ตามมาด้วยแบบ 2 หัก, 4 หัก ส่วนรูปแบบที่เป็น 5 หักกับหักเดียวจะถูกพบได้น้อยที่สุด ส่วนสภาพเท้าที่เป็นแบบแบนราบ(ภาวะเท้าแบน) ได้ถูกแสดงไว้เท่ากับ 1.54% ของจำนวนประชากรตัวอย่าง และลักษณะเฉพาะนั้นยังแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างผิวกายกันทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวา นอกจากนี้รอยบริเวณข้อนิ้วเท้า, รอยย่น, หลุมรอยปุ่ม, ความพิการผิดรูปร่างต่างๆ บนเท้า ฯลฯ ยังมีปรากฏให้เห็นในประชากรตัวอย่างที่นำมาศึกษาอีกด้วย คุณลักษณะเฉพาะเหล่านี้สามารถให้เบาะแสที่เป็นประโยชน์ เพื่อนำไปใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเมื่อมีการตรวจพบรอยฝ่าเท้าอยู่ในสถานที่เกิดเหตุ ไม่ว่ารอยฝ่าเท้าานั้นจะสมบูรณ์หรือมีแค่เพียงบางส่วนก็ตาม และยังช่วยในการคัดแยกถึงความเป็นไปได้ว่าบุคคลใดเคยหรือไม่เคยเข้าไปในสถานที่เกิดเหตุ โดยทำการเปรียบเทียบกับรอยฝ่าเท้าที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ

แอล. เอ็ม. โรบบินส์ (L. M. Robbins 1978 : 778-785) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ความเป็นเอกลักษณ์ของรอยฝ่าเท้ามนุษย์ ได้ริเริ่มทำการศึกษาจากถ้ำในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ (Flint Mammoth) แถบเมือง Kentucky ร่วมกับนักโบราณคดีจากมหาวิทยาลัยวอชิงตันในปีค.ศ.1972 พบรอยเท้าของมนุษย์ในยุคก่อนแยกออกเป็นกลุ่มๆ รอยฝ่าเท้าดังกล่าวถูกพบในฝุ่นและดินซึ่งครั้งหนึ่งเคยเป็นดินโคลน บางรอยเท้าก็พบว่าเป็นรอยเท้าเปล่า บางรอยเท้าก็พบว่าเป็นเหมือนรอยรองเท้าแบบมีสันแข็งคล้ายของชาวอินเดียแดง จึงได้ทำการบันทึกและถ่ายภาพเก็บไว้เนื่องจากยังไม่มี

อุปกรณ์ที่จะเก็บรอยเท้าเหล่านั้นไปยังห้องทดลอง ต่อมาในปี ค.ศ.1976 ทางคณะผู้วิจัยได้เข้าไปสำรวจในถ้ำแถบเมืองเทนเนสซี พบว่าในถ้ำดังกล่าวมีรอยเท้าของมนุษย์ปรากฏอยู่ แต่ก็มีจำนวนเล็กน้อยที่เป็นรอยรองเท้าแบบसानปรากฏอยู่ด้วย นอกจากนี้ยังพบเศษเถ้าถ่านอยู่ภายในรอยเท้าบางรอย จึงได้ทำการใช้คาร์บอนในการตรวจหาอายุจากตัวอย่างเถ้าถ่านที่พบในช่วง 2460±75 B.C. และ 2580±85 B.C. จากการวิจัยดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการหาจำนวนคนจากลักษณะเฉพาะของรอยเท้า ทิศทางการเดินทางในอุโมงค์ถ้ำและอายุการใช้งานของทางเดินภายในถ้ำ งานวิจัยนี้จึงได้เริ่มต้นศึกษารอยฝ่าเท้าที่แตกต่างกันไปของแต่ละคนซึ่งช่วยในการคาดคะเนความสูง น้ำหนัก เพศ และอายุของแต่ละคน

เคนเนดี (Kennedy, RB 2003 : 55-63) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับรอยฝ่าเท้า โดยทำการเปรียบเทียบรูปร่างของรอยฝ่าเท้าจากบุคคลหนึ่งกับรอยเท้าหรือรอยรองเท้าเพื่อเชื่อมโยงไปถึงตัวอาชญากร ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการคัดแยกหรือการรวมเข้าไปในกลุ่มเพื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ว่าบุคคลนั้นอาจเคยเข้าไปในสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งการจำแนกรอยเท้าของบุคคลนั้นก็ขึ้นอยู่กับปรากฏการณ์ของรอยเท้า การศึกษานี้ได้ชี้ให้เห็นถึงวิธีการวัดโดยใช้เส้นโครงร่างของรอยฝ่าเท้า ซึ่งแสดงให้เห็นถึงค่าที่แปรปรวนระหว่างรอยเท้าของแต่ละคนและค่าที่คล้ายคลึงกันอย่างมากจากรอยเท้าของคนๆเดียวกัน วิธีการวัดเส้นรอบนอกโดยทั่วไปของรอยฝ่าเท้าที่ได้เลือกมาศึกษานี้มีความแน่นอน หลักการทางสถิติสำหรับการใช้ประโยชน์ในการพิสูจน์ตัวบุคคลได้อย่างแม่นยำจึงได้ถูกพัฒนาขึ้น

เกรกอรี อี. ลาคอฟสกี และ เวอร์นอน แอล. ไคลี (Gregory E. Laskowski and Vernon L. Kyle 1987 : 378-388) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะและอัตราการเกิดขึ้นของลักษณะทางกายภาพบนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของมนุษย์ โดยทำการเก็บบันทึกและตรวจสอบรอยฝ่าเท้าของเพศชายจำนวน 107 คนที่มีอายุระหว่าง 19 ถึง 67 ปี ในงานวิจัยชิ้นนี้เป็นรอยประทับจากฝ่าเท้าไขว้ใบเดียวกันด้วยจำนวนหนึ่งคู่ รอยพิมพ์เท้าทั้งหมดได้ถูกบันทึกและนำกลับไปทำการเข้าสู่ชุดเพื่อทำการชี้วัดซึ่งมีส่วนสำคัญตามอัตราส่วนความกว้าง ความยาวที่มีความเด่นชัดในเท้าของมนุษย์ ดัชนีชี้วัดดังกล่าวมีส่วนเกี่ยวข้องถึงความเป็นไปได้ซึ่งเป็นประโยชน์ในงานวิจัยนี้และเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลของงานวิจัยก่อนหน้านี้ ไม่ว่าจะเป็นของ Qamra, Abbott, Lovejoy, Cassidy และ Robbins โดยในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้พิจารณาที่ลายฝ่าเท้า แต่ทำการศึกษาจากรอยพยัค่นรอยเท้าและการวัดนิ้วเท้าซึ่งไม่รวมถึงค่าที่เป็นไปได้เนื่องจากลักษณะเฉพาะเหล่านี้ได้ถูกแสดงไว้ในการชี้วัดทางคณิตศาสตร์ ลักษณะเด่นเหล่านี้ได้แสดงให้เห็นถึงเรื่องธรรมชาติของแบบแผนการวิเคราะห์ การศึกษานี้ได้ใช้ดัชนีของความเป็นไปได้ของรอยฝ่าเท้าเพื่อที่ประโยชน์ของการเชื่อมโยงรอยฝ่าเท้าที่เกิดขึ้นไปยังตัวบุคคลผู้เป็นเจ้าของรอยฝ่าเท้าเหล่านั้น

กฤษฐาน (Krishan 2007) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์หาค่าความสูงของคน โดยใช้ประโยชน์จากรอยฝ่าเท้าและขนาดของโครงร่างเท้าของประชากรชาว Gujjars ทางภาคเหนือของอินเดีย ซึ่งการวิเคราะห์หาค่าความสูงของบุคคลเป็นตัวแปรสำคัญต่อการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถให้ข้อมูลสำคัญในการสืบสวนสอบสวนและยังช่วยในการวิเคราะห์หาค่าความสูงของคนร้าย การวิเคราะห์เกี่ยวกับรอยเท้ายังคงใช้กันอยู่ในประเทศกำลังพัฒนาเช่นเดียวกับประเทศอินเดียซึ่งรอยฝ่าเท้ามักถูกพบอยู่ในสถานที่เกิดเหตุ งานวิจัยนี้ได้พยายามสร้างค่าความสูงจากกลุ่มตัวอย่างรอยฝ่าเท้าและโครงร่างรอยฝ่าเท้าจำนวน 2080 ข้างที่ได้จากกลุ่มประชากรเพศชายชาวเมือง Gujjars ทางภาคเหนือของอินเดียที่มีอายุระหว่าง 18-30 ปี รอยฝ่าเท้าและเส้นโครงร่างของรอยฝ่าเท้าถูกทำการวัด 10 วิธีและ 8 วิธีด้วยกัน ผลจากการวิจัยพบว่า ความยาวของเส้น T-2 (ความยาวจากสันเท้าไปยังนิ้วเท้าที่ 2) และความยาวของเส้น T-5, T-1, T-4 และความกว้างของฝ่าเท้าในเส้นโครงร่างแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญแบบบอสมมาตร ค่าทางสถิติและค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่างความสูงกับวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าและเส้นโครงร่าง ($P < 0.001$ และ 0.01) ยกเว้น ค่ามุมของนิ้วที่ 1-5 ที่แสดงให้เห็นว่าไม่มีนัยสำคัญของความสัมพันธ์กับสัมประสิทธิ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงสุดถูกแสดงโดยวิธีการวัดความยาวของนิ้วเท้า ($0.82-0.87$) ซึ่งถึงความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกันระหว่างความสูงกับวิธีการวัดต่างๆ สัมประสิทธิ์ถดถอยการวิเคราะห์แสดงถึงค่ากลางผิดพลาดเพียงเล็กน้อย ($2.12-3.92\text{cm}$) ซึ่งน้อยกว่าการวิเคราะห์หาค่าความสูงด้วยวิธีการแบ่งค่าตัวแปรอื่นๆ ($3.29-4.66\text{ cm}$) ด้วยเหตุนี้ การวิเคราะห์ด้วยวิธีแรกจึงมีความน่าเชื่อถือมากกว่าวิธีหลัง และผลการถดถอยยังถูกตรวจสอบความแม่นยำได้โดยการเปรียบเทียบ เทียบความสูงที่แท้จริงกับความสูงจากการวิเคราะห์ได้อีกด้วย

จากการทบทวนวรรณกรรมแสดงให้เห็นว่า รอยฝ่าเท้า นั้น แท้จริงแล้วมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวสูงทั้งในเรื่องของรูปแบบ ขนาดและรูปร่างเท้า ซึ่งลักษณะเด่นเหล่านี้มีอิทธิพลเริ่มต้นมาตั้งแต่การถ่ายทอดจากรหัสทางพันธุกรรม แต่อย่างไรก็ตาม สภาพแวดล้อมและสภาพทางสรีระร่างกายในแต่ละคนหรือจากการได้รับบาดเจ็บหรือจากการเป็นโรคที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตของแต่ละคน ก็ล้วนแล้วแต่มีอิทธิพลและมีความสำคัญพอๆ กัน ที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเท้าได้ และผลที่ตามมาคือลักษณะที่ไม่เหมือนกันในฝ่าเท้าของผู้ใหญ่แต่ละคน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

หัวข้อการศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าโดยใช้วิธีการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าและวิธีการวัดรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในรูปแบบต่างๆ ทั้งหมด 21 วิธี และเพื่อทำการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของบุคคลเดียวกันในลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวแบบยืน เดินและวิ่ง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดกลุ่มประชากรเป้าหมาย คือ รอยพิมพ์ฝ่าเท้าของนักศึกษาชาย อายุ 18-25 ปี ในสาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์ท่าสุกรี จำนวน 90 คู่ (คัดเลือกเฉพาะรอยฝ่าเท้าที่คุณภาพดีจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าทั้งหมด 110 คู่) ผู้วิจัยเลือกศึกษากลุ่มประชากรดังกล่าวเนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีหน่วยงานใดที่เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่สามารถนำมาอ้างอิงในการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเฉพาะนักศึกษาเพศชาย เนื่องจากการพิมพ์เท้าเพื่อเก็บรอยฝ่าเท้าต้องใช้หมึกพิมพ์สีดำแบบเดียวกับที่ใช้ในการพิมพ์ลายนิ้วมือ ต้องกลิ้งหมึกพิมพ์ลงบนฝ่าเท้าซึ่งทำให้เปรอะเปื้อนและทำความสะอาดได้ยาก อีกทั้งนักศึกษาหญิงทั้งหมดสวมชุดกระโปรงจึงทำให้ไม่สะดวกที่จะเก็บตัวอย่างรอยฝ่าเท้าจากนักศึกษาหญิงและจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับรอยฝ่าเท้าและการทดลองพิมพ์รอยฝ่าเท้า พบว่ารอยฝ่าเท้าเพศชายและเพศหญิงไม่มีความแตกต่างของรูปร่างและรูปแบบ นอกจากนี้การพิมพ์เท้าเป็นการเก็บข้อมูลส่วนบุคคลที่สามารถยืนยันตัวบุคคลได้ หากกลุ่มตัวอย่างไม่รู้จักรัศันเคยและไว้วางใจตัวผู้วิจัยว่าจะนำรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ได้ไปศึกษาวิจัยจริงหรือไม่ นั่นจึงอาจมีความกังวลใจต่อผลที่อาจเกิดขึ้นในภายหลัง ผู้ทำการวิจัยจึงเลือกที่จะเก็บรอยพิมพ์ฝ่าเท้าจากกลุ่มประชากรนักศึกษาชายในภาควิทยาที่ผู้วิจัยได้ทำการสอน ตัวผู้วิจัยสามารถเข้าถึงและควบคุมกลุ่มประชากรได้และกลุ่มตัวอย่างมีอายุระหว่าง 18-25 ปีเป็นช่วงอายุที่โครงสร้างร่างกายและกระดูกเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจึงทำให้รอยพิมพ์ฝ่าเท้ามีความสมบูรณ์

2. วิธีการสุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยทำการชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนและรายละเอียดของการวิจัยเพื่อขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างภายในชั้นเรียนของแต่ละห้อง และทำการนัดหมายกลุ่มตัวอย่างล่วงหน้าเป็นเวลา 1 สัปดาห์

3. เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบไปด้วย

3.1 เครื่องมือสำหรับทำความสะอาดเท้าทั้งก่อนพิมพ์เท้าและหลังจากพิมพ์เท้าเสร็จ

- 3.1.1 สบู่สำหรับทำความสะอาดเท้า
- 3.1.2 แปรงสำหรับทำความสะอาดเท้า
- 3.1.3 ผ้าสำหรับเช็ดเท้าให้สะอาดทั้งก่อนพิมพ์เท้าและหลังพิมพ์เท้าเสร็จ
- 3.1.4 น้ำยาสำหรับล้างทำความสะอาดหมึกพิมพ์

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพิมพ์เท้า

3.2.1 แท่นสำหรับคั่งหมึก ใช้แผ่น Acrylic สีขาวผิวเรียบที่มีขนาดกว้างxยาวประมาณ 10 x 25 ซม.หนาประมาณ 0.5 ซม.

3.2.2 ลูกกลิ้งยาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 ซม. หน้ากว้าง 10 ซม.เท่ากับ ความกว้างของหน้าแท่น ใช้สำหรับคั่งหมึก

3.2.3 หมึกสีดำสำหรับพิมพ์

3.2.4 ถูมือยาง

3.2.5 กระดาษแข็งสีขาวเทา ขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 30 x 40 ซม. สำหรับพิมพ์เท้าซ้ายและขวาในท่ายืน จำนวน 180 แผ่น

3.2.6 กระดาษแข็งสีขาวเทา ขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 40 x 110 ซม. สำหรับพิมพ์เท้าซ้ายและขวาในท่าเดินและวิ่ง จำนวน 180 แผ่น

3.2.7 เทปกาวยาง 3M เพื่อยึดติดด้านหลังกระดาษแข็งสีขาวเทากับพื้น

3.2.8 แบบบันทึกข้อมูลส่วนตัวสำหรับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.9 กระดาษรองกันเปื้อน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

3.3.1 แผ่นใสสำหรับถ่ายเอกสาร 3M ขนาด A4 จำนวน 180 แผ่น เพื่อใช้อัดสำเนารอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่ายืน

- 3.3.2 กระดาษสีขาวขนาด A4 เพื่อใช้ต่อเข้ากับแผ่นใสในการวัดรอยฝ่าเท้า
- 3.3.3 เทปใส 3M ขนาดกว้าง 2 ม.ม. ใช้ฉีกแผ่นใสที่อัดสำเนารอยฝ่าเท้าต่อกับกระดาษสีขาวขนาด A4
- 3.3.4 กระดาษกราฟที่มีขนาดพื้นที่ความละเอียดเท่ากับ 1 ตร.ม.ม. สำหรับใช้วัดความโค้งของรอยฝ่าเท้าอย่างละเอียด
- 3.3.5 ปากกาสำหรับใช้เขียนบนแผ่นใสแบบถาวรเบอร์ S สีน้ำเงินและสีแดง
- 3.3.6 ไม้บรรทัดอลูมิเนียมบอกสเกลระดับมิลลิเมตร
- 3.3.7 เครื่องมือสำหรับวัดค่ามุม
- 3.3.8 กล้องถ่ายรูปดิจิทัล สำหรับถ่ายภาพกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3.9 แบบบันทึกผลการวัด
- 3.3.10 เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับเปรียบเทียบวิเคราะห์รอยฝ่าเท้าและประมวลผล

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การพิมพ์เท้าของกลุ่มตัวอย่าง

เพื่อความสะดวกในการพิมพ์เท้า ผู้วิจัยได้จัดเตรียมสถานที่โดยใช้บริเวณชั้นล่างของอาคารวิทยบริการภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์ท่าสุกรี ซึ่งจัดพื้นที่ไว้เป็นสัดส่วน คือ ส่วนที่เป็นพื้นที่ว่างเปิดโล่งมีพื้นผิวราบเรียบเพียงพอให้กลุ่มตัวอย่างทำการเดินและวิ่งได้ อีกส่วนเป็นพื้นที่ที่มีโต๊ะจัดวางเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างนั่งระหว่างรอพิมพ์เท้า และมีจุดที่กลุ่มตัวอย่างสามารถล้างทำความสะอาดเท้าได้สะดวก โดยมีขั้นตอนในการพิมพ์เท้าดังนี้

4.1.1 ให้กลุ่มตัวอย่างกรอกข้อมูลส่วนตัว เช่น ชื่อ, นามสกุล, วัน เดือน ปี เกิด, อายุ, เพศ, ห้องเรียน, คำขวัญหรือคติของเท้า ฯลฯ ลงในแบบบันทึกประวัติส่วนตัวที่ได้จัดทำขึ้นเฉพาะสำหรับงานวิจัยนี้ จากนั้นผู้วิจัยจะอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของงานวิจัยอีกครั้ง และแนะนำวิธีการพิมพ์เท้าให้กลุ่มตัวอย่างทราบ โดยทำการสาธิตวิธีการพิมพ์เท้าทั้งทำขึ้น เดินและวิ่ง ให้กลุ่มตัวอย่างทำความเข้าใจก่อนลงมือพิมพ์เท้า

4.1.2 ให้กลุ่มตัวอย่างทำความสะอาดเท้าโดยใช้สบู่และน้ำ แล้วใช้ผ้าเช็ดให้แห้งจากนั้นจึงนั่งบนเก้าอี้ที่จัดเตรียมไว้ให้

4.1.3 ทำการพิมพ์เท้าในท่ายืน ดังนี้

4.1.3.1 เมื่อสวมถุงมือยางและผ้ากันเปื้อนเรียบร้อยแล้วให้ทำการกลิ้งหมึกพิมพ์สีดำด้วยลูกกลิ้งยางลงบนแท่นที่เตรียมไว้จนหมึกพิมพ์เสมอกันดี จากนั้นจึงใช้ลูกกลิ้ง

ยงทำการกลิ้งหมึกลงบนฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวาจากฝ่าเท้าด้านในไปยังฝ่าเท้าด้านนอก และจากปลายนิ้วทั้ง 5 นิ้วไปยังปลายสันเท้าจนหมึกพิมพ์เสมอกันทั้งฝ่าเท้า จากนั้นวางกระดาษแข็งสีขาวเทาขนาด 30 x 40 ซม. 2 แผ่น ไว้ด้านหน้าเก้าอี้ที่กลุ่มตัวอย่างนั่ง

4.1.3.2 ให้กลุ่มตัวอย่างวางเท้าซ้ายและเท้าขวาบนกระดาษแล้วยืนขึ้นเพื่อเหยียบลงบนกระดาษแข็งสีขาวขนาด 30 x 40 ซม. ข้างละแผ่นตามทำขึ้นปกติโดยไม่ต้องเกร็งและไม่ต้องออกแรงกดแต่อย่างใด จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างค่อยๆนั่งลงแล้วยกเท้าซ้ายและเท้าขวาออกจากกระดาษทีละเท้าอย่างช้าๆ นำกระดาษแข็งสีขาวเทาที่พิมพ์เท้าแล้วไปฝั่งไว้ให้แห้งแล้วลงข้อมูลชื่อ-นามสกุล, ห้องเรียน, เท้าข้างที่พิมพ์ลงในกระดาษแต่ละแผ่น

4.1.4 ทำการพิมพ์เท้าในท่าเดิน ดังนี้

4.1.4.1 วางกระดาษแข็งสีขาวเทาขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 40 x 110 ซม. ที่ด้านหลังกระดาษติดด้วยเทปขาวสองหน้า ให้ด้านกว้างของกระดาษห่างจากเก้าอี้ที่จัดให้กลุ่มตัวอย่างนั่งพิมพ์เท้าประมาณ 1 เมตร

4.1.4.2 กลิ้งหมึกพิมพ์สีดำลงบนฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวาแบบพิมพ์เท้าในท่าขึ้นอีกครั้งจนทั่วทั้งฝ่าเท้า

4.1.4.3 ให้กลุ่มตัวอย่างลุกขึ้นยืนแล้วเดินด้วยท่าทางตามปกติจนเท้าทั้งสองข้างเหยียบลงบนกระดาษสีขาวเทาที่จัดเตรียมไว้ทั้งสองเท้าแล้วนำกระดาษพิมพ์เท้าในท่าเดินไปฝั่งลมให้แห้งแล้วลงข้อมูลชื่อ-นามสกุล, ห้องเรียน, เท้าข้างที่พิมพ์ลงในกระดาษแต่ละแผ่น

4.1.5 ทำการพิมพ์เท้าในท่าวิ่ง ดังนี้

4.1.5.1 วางกระดาษแข็งสีขาวเทาขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 40 x 110 ซม. ต่อกันสองแผ่นด้านหลังกระดาษติดด้วยเทปขาวสองหน้า ให้ด้านกว้างของกระดาษห่างจากที่นั่งที่จัดให้กลุ่มตัวอย่างนั่งพิมพ์เท้าประมาณ 10 เมตร

4.1.5.2 กลิ้งหมึกพิมพ์สีดำลงบนฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวาแบบพิมพ์เท้าในท่าขึ้นอีกครั้งจนทั่วทั้งฝ่าเท้า

4.1.4.3 ให้กลุ่มตัวอย่างลุกขึ้นยืนแล้วออกวิ่งจากจุดเริ่มต้นที่อยู่ห่างจากที่นั่งประมาณ 1 ฟุตด้วยความเร็วมากที่สุด จนเท้าเหยียบลงบนกระดาษสีขาวเทาที่จัดเตรียมไว้ทั้งสองเท้าแล้วนำกระดาษพิมพ์เท้าในท่าวิ่งไปฝั่งลมให้แห้ง แล้วลงข้อมูลชื่อ-นามสกุล, ห้องเรียน, เท้าข้างที่พิมพ์ลงในกระดาษแต่ละแผ่น

4.2 การรวบรวมข้อมูลและตรวจรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

4.2.1 หลังจากพิมพ์รอยฝ่าเท้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำกระดาษที่เก็บรอยพิมพ์ฝ่าเท้าทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวาในท่าขึ้นทั้ง 180 แผ่นไปอัดสำเนาลงบนแผ่นใสขนาด A4

4.2.2 ทำการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้า แล้วบันทึกข้อมูลด้วยการถ่ายภาพ ดังนี้

4.2.2.1 นำแผ่นใสที่อัดสำเนารอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่ายืนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 มาทาบรอยเข้ากับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่ายืนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 แล้วถ่ายภาพตั้งฉากระยะใกล้ โดยวิธีการวางสเกลเก็บไว้ ทำเช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 3,4,5 เรื่อยไปจนครบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 90 คน

4.2.2.2 นำแผ่นใสที่อัดสำเนารอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่ายืนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 มาทาบรอยเข้ากับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่าเดินและวิ่งของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 เอง แล้วถ่ายภาพตั้งฉากระยะใกล้โดยวิธีการวางสเกลเก็บไว้ ทำวิธีการเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างที่ 2,3 และ 4 และกลุ่มตัวอย่างอื่นๆจนครบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 90 คน

4.2.3 นำแผ่นใสที่อัดสำเนารอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่ายืนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มาผนึกเข้ากับกระดาษขนาด A4 สีขาว

4.2.4 ทำการวัดและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยอ้างอิงวิธีการวัดแบบผสมผสาน ของ Laskowski, GE และ Kyle, VL, Robert B. Kennedy, Kewal Krishan และงานวิจัยของ FBI โดยใช้วิธีการวัดด้วยไม้บรรทัด เครื่องวัดมุมและการใช้กระดาษกราฟ (Metric Grid) ที่มีความละเอียดเท่ากับ 1 ตารางมิลลิเมตรซึ่งสามารถทาบบนรอยฝ่าเท้าที่มีความโค้งเว้าได้อย่างละเอียด และใช้การกำหนดจุดอ้างอิงและเส้นอ้างอิงในการวัดรอยฝ่าเท้าเพื่อให้เกิดความถูกต้องและแม่นยำ ในการวัดและได้ข้อมูลที่ถูกต้อง โดยกำหนดจุดอ้างอิงและเส้นอ้างอิงตามบริเวณส่วนต่างๆ ของกระดูกเท้า(Bone of foot) และบริเวณผิวหนังของฝ่าเท้า (Plantar Surface) ดังนี้

เส้นสัมผัสรอยเท้า (tangent) หมายถึง เส้นตรงสองเส้นที่ลากสัมผัสจากด้านข้างของ เท้าด้านในสองจุดคือ บริเวณ metatarsal tibiale ไปยังด้านข้างบริเวณสันเท้าด้านในหนึ่งเส้น (inner tangent) และเส้นตรงที่ลากสัมผัสจากด้านข้างของฝ่าเท้าด้านนอกบริเวณ metatarsal fibulare ไป สัมผัสยังบริเวณสันเท้าด้านนอก (outer tangent) อีกหนึ่งเส้น โดยเส้นทั้งสองจะไปตัดกันที่บริเวณ ด้านล่างของ สันเท้าเป็นสามเหลี่ยมรูปกรวย (tangent cone)

เส้นแนวแกน x (x-axis) หมายถึง เส้นตรงที่ลากสัมผัสกับเส้นขอบปลายนอกสุดด้าน สันเท้า(proximal) ผ่านจุด pternion และตั้งฉากกับแนวแกน y

เส้นแนวแกน y (y-axis) หมายถึง เส้นตรงที่แบ่งครึ่งมุมของสามเหลี่ยมรูปกรวย (bisection of a tangent cone) ที่ด้านล่างของปลายสันเท้า (proximal) แล้วลากยาวขึ้นไปแบ่งครึ่ง รอยเท้าออกเป็นสองส่วนไปจนถึงด้านปลายเท้า (distal)

จุดปลายสุดของนิ้วเท้า (tip of toes) หมายถึง ขอบนอกสุดของปลายนิ้วเท้าแต่ละนิ้ว

ความกว้างของฝ่าเท้า (ball width) หมายถึง ระยะการวัดความกว้างของฝ่าเท้าเป็นเส้นตรงจากขอบด้านในสุดของฝ่าเท้าบริเวณ metatarsal tibiale (1st metatarsal bone) ไปยังขอบด้านนอกสุดของรอยฝ่าเท้าบริเวณ metatarsal fibulare (5th metatarsal bone)

ความยาวของรอยเท้า (foot length) หมายถึง ระยะการวัดความยาวของรอยเท้าที่ยาวที่สุดเป็นเส้นตรงตามแนวนานกับเส้นแนวแกน y (y-axis) และตั้งฉากกับเส้นแนวแกน x (x-axis) จากปลายสุดด้านสันเท้า(proximal) ที่จุด pternion ไปยังด้านปลายเท้า (distal) บริเวณปลายนิ้วเท้าที่ยาวที่สุด ที่จุด acropodion

ความกว้างของส้นเท้า (heel width) หมายถึง ระยะการวัดความกว้างที่กว้างที่สุดเป็นเส้นตรงขนานกับเส้นแนวแกน x(x-axis) ที่บริเวณส้นเท้าตั้งแต่ขอบนอกซ้ายสุดไปยังขอบนอกขวาสุดของส้นเท้า

ความสูงของส้นเท้า (heel length) หมายถึง ระยะการวัดเป็นเส้นตรงจากจุดปลายสุดของส้นเท้าที่จุด pternion ไปตั้งฉากกับเส้นความกว้างของส้นเท้า

ความลึกของโค้งด้านในเท้า (arch width) หมายถึง ระยะการวัดที่ยาวที่สุดเป็นเส้นตรงโดยลากเส้นตั้งฉากกับเส้นสัมผัสด้านในของรอยเท้าไปยังจุดที่เว้าเข้าไปมากที่สุดบริเวณโค้งด้านในของเท้า (arch)

เส้น T1 หมายถึง เส้นตรงที่ลากจากปลายสุดของส้นเท้าที่จุด pternion ไปยังจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 1

เส้น T2 หมายถึง เส้นตรงที่ลากจากปลายสุดของส้นเท้าที่จุด pternion ไปยังจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 2

เส้น T3 หมายถึง เส้นตรงที่ลากจากปลายสุดของส้นเท้าที่จุด pternion ไปยังจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 3

เส้น T4 หมายถึง เส้นตรงที่ลากจากปลายสุดของส้นเท้าที่จุด pternion ไปยังจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 4

เส้น T5 หมายถึง เส้นตรงที่ลากจากปลายสุดของส้นเท้าที่จุด pternion ไปยังจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 5

เส้น L1 หมายถึง เส้นตรงที่ลากจากจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2

เส้น L2 หมายถึง เส้นตรงที่ลากจากจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 3

เส้น L3 หมายถึง เส้นตรงที่ลากจากจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 4

เส้น L4 หมายถึง เส้นตรงที่ลากจากจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 5

รอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้า (humps) หมายถึง ส่วนที่ขึ้นออกมาเป็นเส้นโค้งขึ้นและเว้าลงหรืออาจเป็นเส้นตรงที่เกิดขึ้นบนเส้นแนวนิ้วเท้า (ball line) ที่อยู่ระหว่างฝ่าเท้า (ball of foot) กับข้อนิ้วเท้า (phalanges)

รอยข้อนิ้วเท้า (phalange marks) หมายถึง รอยข้อนิ้วเท้าที่ปรากฏขึ้นในรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

การเปรียบเทียบรูปแบบความยาวของนิ้วเท้า (relative lengths of the toes) หมายถึง การเปรียบเทียบรูปแบบความสัมพันธ์เกี่ยวกับความยาวของนิ้วเท้าที่ 1 2 และ 3 โดยพิจารณาจากความยาวของปลายนิ้วเท้าที่ยาวที่สุด แบ่งได้เป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

T-Type ($T1 > T2$) หมายถึง รูปแบบความยาวของนิ้วเท้าที่นิ้วเท้าที่ 1 ยาวกว่านิ้วเท้าที่ 2

F-Type ($T2 > T1$) หมายถึง รูปแบบความยาวของนิ้วเท้าที่นิ้วเท้าที่ 2 ยาวกว่านิ้วเท้าที่ 1

M-Type ($T3 > T1$ and $T2$) หมายถึง รูปแบบความยาวของนิ้วเท้าที่นิ้วเท้าที่ 3 ยาวกว่านิ้วเท้าที่ 1 และนิ้วเท้าที่ 2

O-Type ($T1 = T2$) หมายถึง รูปแบบความยาวของนิ้วเท้าที่นิ้วเท้าที่ 1 ยาวเท่ากับนิ้วเท้าที่ 2

วิธีการวัดรอยฝ่าเท้า

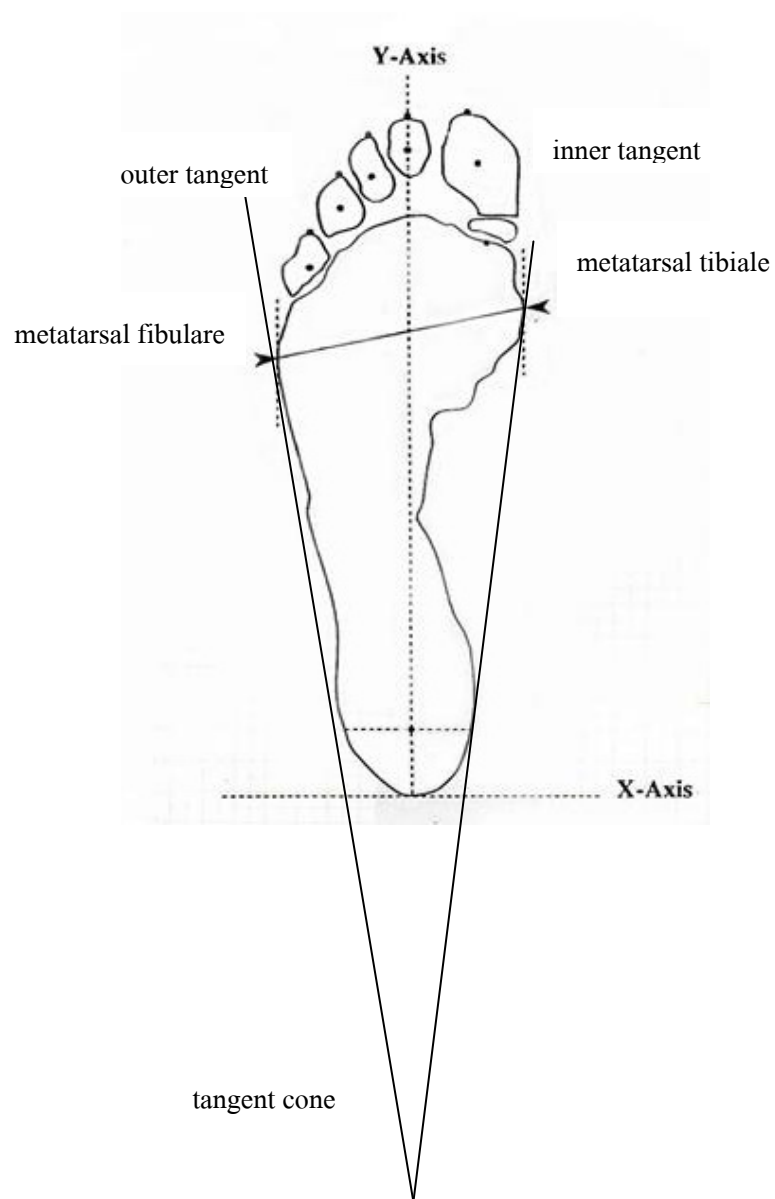
วิธีการวัดรอยฝ่าเท้าประกอบไปด้วยการวัดขนาดความกว้าง ความยาวและการวัดมุมต่างๆ ทั้งหมด 9 จุด คือ

1. การวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า (foot length)
 2. การวัดความกว้างของฝ่าเท้า (ball width)
 3. การวัดความกว้างของส้นเท้า (heel width)
 4. การวัดความสูงของส้นเท้า (heel length)
 5. การวัดความลึกของโค้งด้านในเท้า (arch width)
 6. การวัดความยาวจากปลายส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 และ 5
 7. การวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 และ 5
 8. การวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 และ 5
 9. การวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 และ 5
- วิธีการวัดความกว้าง ความยาวและการวัดมุมทั้ง 9 จุดดังกล่าวสามารถทำได้ดังนี้

4.2.4.1 กำหนดจุดอ้างอิงและเส้นอ้างอิงลงบนรอยพิมพ์ฝ่าเท้า โดยนำแผ่นใสในข้อ 4.2.3 มาลากเส้นตรงให้สัมผัสด้านข้างของฝ่าเท้าด้านในบริเวณ metatarsal tibiale กับด้านข้างของสันเท้าด้านในหนึ่งเส้น (inner tangent) และลากเส้นตรงให้สัมผัสด้านข้างของฝ่าเท้าด้านนอกบริเวณ metatarsal fibulare กับด้านข้างของสันเท้าด้านนอกอีกหนึ่งเส้น (outer tangent) โดยเส้นทั้งสองจะไปตัดกันที่บริเวณด้านล่างของสันเท้าเป็นสามเหลี่ยมรูปกรวย (tangent cone) ตามภาพที่ 44

ในกรณีที่ด้านข้างของเท้าด้านนอกบริเวณโคนของกระดูก metatarsal bones ชั้นที่ 5 ตรงส่วนที่เรียกว่า Tuberosity ยื่นออกมามากกว่าปกติ (convex hull) ทำให้ไม่สามารถลากเส้นสัมผัสด้านนอกของเท้าเป็นเส้นตรงได้ ให้ใช้วิธีลากเส้นสัมผัสจากบริเวณ metatarsal fibulare ไปยัง convex hull หนึ่งเส้นและลากเส้นสัมผัสจากบริเวณ convex hull ไปยังบริเวณด้านข้างของสันเท้าด้านนอกอีกหนึ่งเส้น แล้วเปรียบเทียบว่าเส้นใดยาวกว่ากัน ให้เลือกเส้นที่ยาวกว่าเป็นเส้นสัมผัสด้านนอกฝ่าเท้า (outer tangent) ตามภาพที่ 45

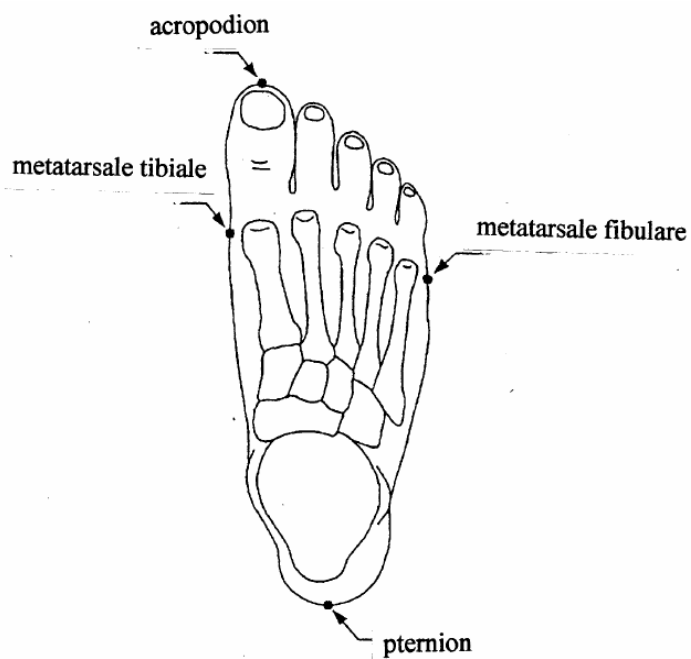
4.2.4.2 กำหนดเส้นแนวแกน x และแนวแกน y โดยการแบ่งครึ่งมุมสามเหลี่ยม รูปกรวยบริเวณด้านล่างของสันเท้า แล้วลากเส้นจากจุดปลายของสามเหลี่ยมขึ้นไปเป็นเส้นตรงผ่านขอบนอกสุดของด้านสันเท้า (proximal) เรื่อยไปจนถึงด้านปลายเท้า (distal) เป็นเส้นแกน y จากนั้นวางไม้บรรทัดให้ตั้งฉากกับเส้นแนวแกน y แล้วลากเส้นตรงตามแนวไม้บรรทัดให้เส้นสัมผัสกับขอบด้านนอกสุดของสันเท้าเป็นเส้นแกน x จุดตัดที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นแนวแกน x และเส้นแนวแกน y คือ จุด pternion ดังแสดงตำแหน่งจุดอ้างอิงต่างๆในภาพที่ 46



ภาพที่ 44 แสดงเส้นแนวแกน x และแกน y และจุดอ้างอิงในการวัด



ภาพที่ 45 แสดงลักษณะด้านข้างของเท้าด้านนอกบริเวณโคนของกระดูก metatarsal bones ชั้นที่ 5 ที่เรียกว่า Tuberosity ยื่นออกมามากกว่าปกติ (convex hull)



ภาพที่ 46 แสดงจุดอ้างอิงบริเวณด้านข้างของฝ่าเท้าด้านนอกสุด ที่จุด metatarsal fibulare, ด้านข้างของฝ่าเท้าด้านในสุดที่จุด metatarsal tibiale, จุดปลายสุดด้านปลายเท้า (acropodion) และจุดปลายสุดด้านสันเท้า (pternion)

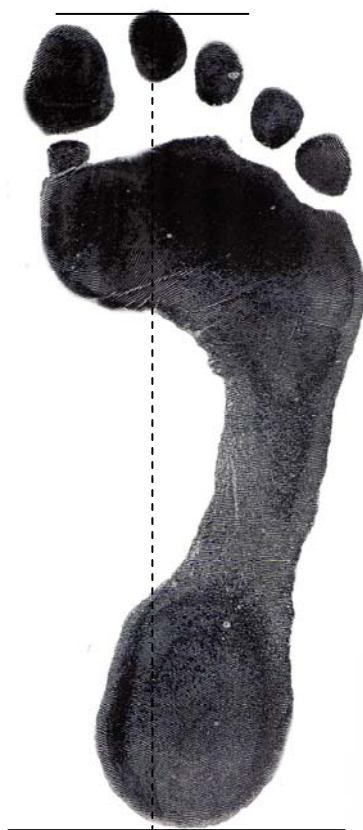
4.2.4.3 วัดความยาวของรอยเท้า โดยใช้ปากกาลากเส้นตรงตามแนวไม้บรรทัดขนานกับแกน y และตั้งฉากกับเส้นแนวแกน x จากปลายสุดด้านสันเท้า (proximal) ที่จุด pternion หรือจุดใดก็ได้ที่อยู่บนเส้นแนวแกน x ไปยัง ด้านปลายเท้า (distal) บริเวณปลายนิ้วเท้าที่ยาวที่สุด ที่จุด acropodion แล้ววัดความยาวที่เกิดขึ้นตามภาพที่ 48 พร้อมทั้งบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัด

4.2.4.4 วัดความกว้างของฝ่าเท้า ตามภาพที่ 49 โดยนำรอยพิมพ์ฝ่าเท้ามาวางทับบนกระดาษกราฟ (metric grid) ให้เส้นแนวแกน x และเส้นแนวแกน y บนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าอยู่ในแนวเส้นตรงของกระดาษกราฟตามภาพที่ 50 ทำการกำหนดจุดในสุดของฝ่าเท้าด้านในบริเวณ metatarsal tibiale และจุดนอกสุดของฝ่าเท้าด้านนอกบริเวณ metatarsal fibulare ตามภาพที่ 46 ใช้ปากกาลากเส้นตรงตามแนวไม้บรรทัดผ่านจุดทั้งสอง แล้ววัดระยะห่างระหว่างจุดทั้งสอง พร้อมทั้งบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัด

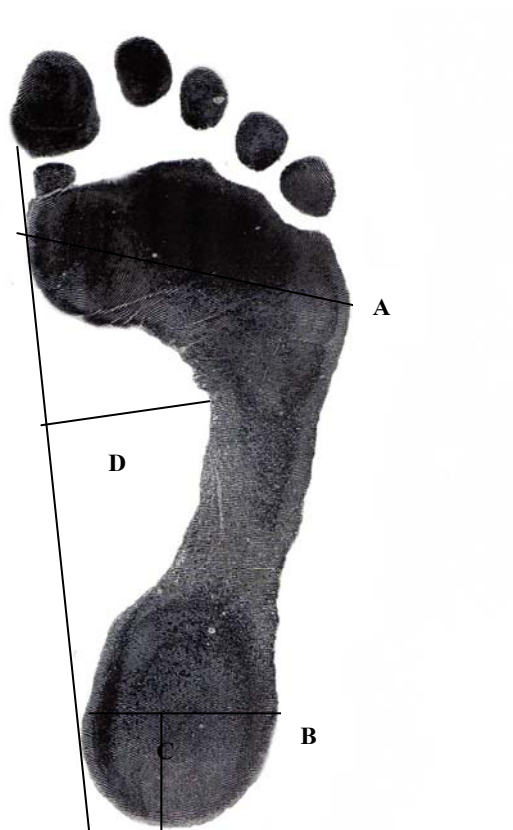
4.2.4.5 วัดความกว้างของสันเท้าที่กว้างที่สุด ตามภาพที่ 49 โดยใช้ไม้บรรทัดวางในแนวขนานกับเส้นแนวแกน x ให้จุด 0 บนไม้บรรทัดอยู่ที่ขอบนอกซ้ายสุดของสันเท้า แล้วค่อยๆ เลื่อนไม้บรรทัดขึ้นไปจากด้านสันเท้า (distal) เพื่อวัดค่าความยาวที่ได้มากที่สุดบนขอบด้านขวาสุดของสันเท้า ใช้ปากกาลากเส้นตรงตามแนวไม้บรรทัดจากจุด 0 ไปยังจุดที่กว้างที่สุดบนแนวไม้บรรทัด วัดความยาวที่ได้ พร้อมทั้งบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัด

4.2.4.6 วัดความสูงของสันเท้า ตามภาพที่ 49 โดยใช้ปากกาลากเส้นตรงตามแนวไม้บรรทัดจากจุดปลายสุดของสันเท้าที่จุด pternion ไปตั้งฉากกับเส้นความกว้างของสันเท้า วัดความยาวที่ได้ พร้อมทั้งบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัด

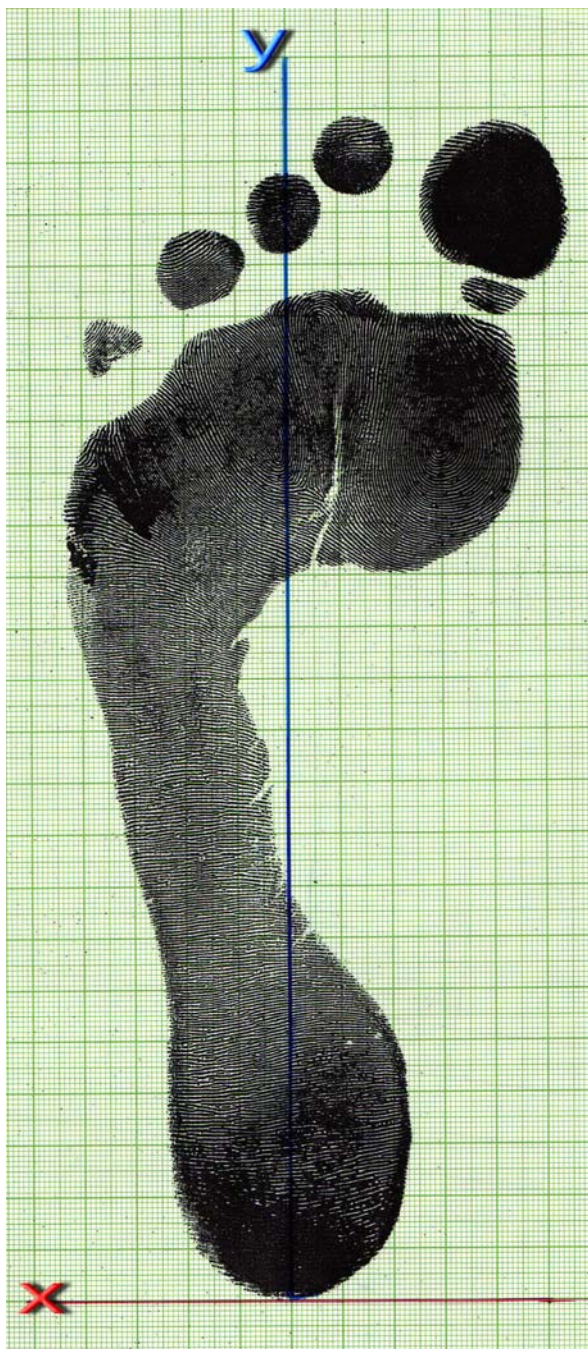
4.2.4.7 วัดความลึกของโค้งด้านในเท้า ตามภาพที่ 49 โดยใช้ไม้บรรทัดวางในแนวตั้งฉากกับเส้นสัมผัสด้านในของรอยเท้า (inner tangent) ไปยังจุดที่เว้าเข้าไปมากที่สุดบริเวณโค้งด้านในของเท้า (arch) ลากเส้นตรงตามแนวไม้บรรทัดแล้ววัดความยาวที่ได้ พร้อมทั้งบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัด



ภาพที่ 47 แสดงวิธีการวัดความยาวของรอยเท้า (foot length) จากจุดบนเส้นแนวแกน x ไปยังจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ยาวที่สุด (acropodion)



ภาพที่ 48 แสดงวิธีการวัด (A) ความกว้างของฝ่าเท้า (ball width) (B) ความกว้างของส้นเท้า (heel width) (C) ความสูงของส้นเท้า (heel length) และ (D) ความลึกของโค้งด้านในเท้า (arch width)



ภาพที่ 49 แสดงรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ทำบนกระดาษกราฟขนาด 1 ตารางมิลลิเมตรและเส้นอ้างอิงในแนวแกน x และแนวแกน y

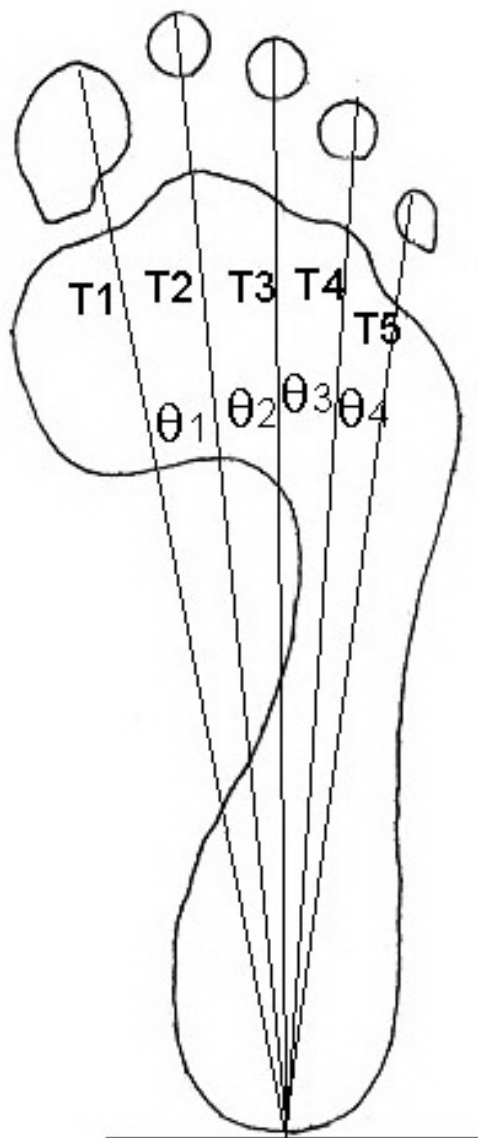
4.2.4.8 วัดความยาวจากปลายสั้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าแต่ละนิ้ว ด้วยการกำหนดจุดปลายสุดที่ปลายนิ้วเท้าแต่ละนิ้วโดยใช้ไม้บรรทัดวางทาบที่บริเวณปลายนิ้วเท้าที่ 1 ให้แนวไม้บรรทัดขนานกับแนวแกน x และตั้งฉากกับเส้นแนวแกน y ลากเส้นสัมผัสที่ปลายนิ้วเท้าที่ 1 ยาวประมาณ 2 ซม. บริเวณที่เป็นจุดสัมผัสระหว่างเส้นตรงกับปลายนิ้วเท้าถือเป็นจุดที่ยาวที่สุดของนิ้วเท้า ทำการกำหนดจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 2 3 4 และ 5 เช่นเดียวกับการกำหนดจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 1 จนครบทุกนิ้ว จากนั้นให้ใช้ปากกาลากเส้นตรงจากปลายสั้นเท้าที่จุด pternion ไปยังจุดปลายสุดของนิ้วเท้าแต่ละนิ้ว กำหนดให้เส้นตรงแต่ละเส้นที่ลากจากปลายสั้นเท้าที่จุด pternion ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1-5 เรียกว่า เส้น T1, T2, T3, T4 และ T5 ตามลำดับ ตามภาพที่ 51 วัดค่าความยาวที่ได้ทั้ง 5 เส้น พร้อมทั้งบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัด

4.2.4.9 วัดมุมระหว่างเส้น T1 ไปยังเส้น T2 ($T1-T2 = \Theta_1$), เส้น T2 ไปยังเส้น T3 ($T2-T3 = \Theta_2$), เส้น T3 ไปยังเส้น T4 ($T3-T4 = \Theta_3$), เส้น T4 ไปยังเส้น T5 ($T4-T5 = \Theta_4$) ตามภาพที่ 51 วัดค่ามุมที่ได้แต่ละมุม พร้อมทั้งบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัด

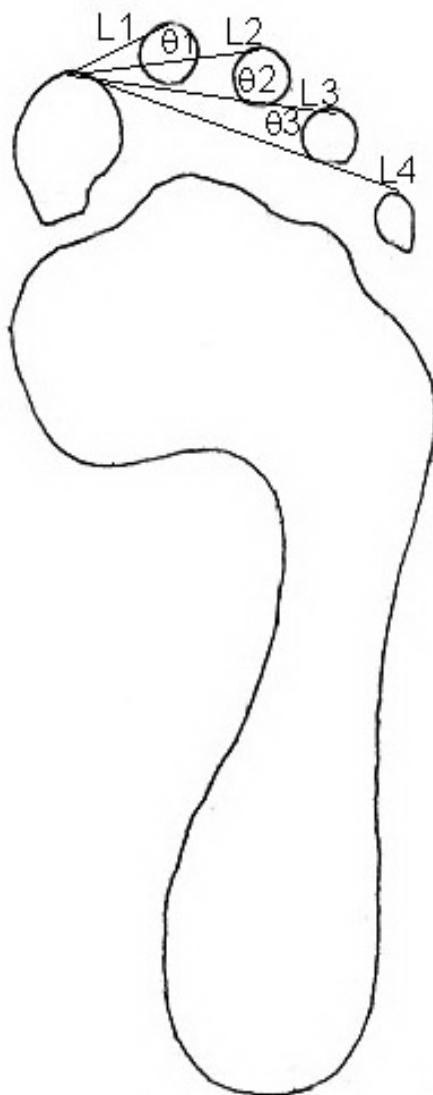
4.2.4.10 วัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 และ 5 โดยใช้ปากกาลากเส้นตรงตามแนวไม้บรรทัดจากจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 2 แล้วลากเส้นตรงตามแนวไม้บรรทัดจากจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังจุดปลายสุดของนิ้วเท้าที่ 3 4 และ 5 ตามลำดับ กำหนดให้เส้นตรงแต่ละเส้นที่ลากจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 3 4 และ 5 เรียกว่า เส้น L1, L2, L3 และ L4 ตามลำดับ ตามภาพที่ 52 วัดค่าความยาวที่ได้ทั้ง 4 เส้น พร้อมทั้งบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัด

4.2.4.11 วัดมุมระหว่างเส้น L1 ไปยังเส้น L2 ($L1-L2 = \Theta_1$), เส้น L2 ไปยังเส้น L3 ($L2-L3 = \Theta_2$), เส้น L3 ไปยังเส้น L4 ($L3-L4 = \Theta_3$) ตามภาพที่ 52 วัดค่ามุมที่ได้แต่ละมุม พร้อมทั้งบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัด

ทำการวัดและเก็บรวบรวมข้อมูลการวัดทั้ง 21 รูปแบบ บนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในทำขึ้นจนครบทั้งหมด 180 รอย

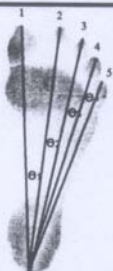


ภาพที่ 50 แสดงวิธีการวัดความยาวจากปลายส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าแต่ละนิ้ว ได้แก่ เส้น T1, T2, T3, T4 และ T5 และมุมระหว่างเส้น T1-T2 (θ_1), T2-T3 (θ_2), T3-T4 (θ_3) และ T4-T5 (θ_4)



ภาพที่ 51 แสดงวิธีการวัดความยาวระหว่างนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2,3,4,5 ได้แก่ เส้น L1, L2, L3 และ L4 และมุมระหว่างเส้น L1-L2 (θ_1), L2-L3 (θ_2) และ L3-L4 (θ_3)

ชื่อ	
เพศ	อายุ
ความสูง (ซ.ม.)	น้ำหนัก (ก.ก.)
ห้องเรียน	
ขนาดรองเท้า	

วิธีการวัด	ความกว้าง-ความยาว (ม.ม.)	ซ้าย	ขวา	ลักษณะทางกายภาพของรอยเท้า	ซ้าย	ขวา
	เส้นที่ 1 ความยาวเท้า			จำนวนรอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้า		
	เส้นที่ 2 ความกว้างฝ่าเท้า			จำนวนนิ้วที่พบรอยข้อนิ้วเท้า		
	เส้นที่ 3 ความกว้างส้นเท้า			การเปรียบเทียบรูปแบบความยาวนิ้วที่ 1, 2, 3		
	เส้นที่ 4 ความยาวสันเท้า			หมายเหตุ		
	เส้นที่ 5 ความลึก					
	ปลายนิ้วเท้า	ปลายนิ้วเท้า	ปลายนิ้วเท้า	การวัดมุม(องศา)	๐	๐
	ไปยัง	ซ้าย	ขวา	ระหว่างเส้น	ซ้าย	ขวา
	1. ปลายนิ้วเท้าที่ 1			เส้นที่ 1 - เส้นที่ 2 (๑1)		
	2. ปลายนิ้วเท้าที่ 2			เส้นที่ 2 - เส้นที่ 3 (๑2)		
	3. ปลายนิ้วเท้าที่ 3			เส้นที่ 3 - เส้นที่ 4 (๑3)		
	4. ปลายนิ้วเท้าที่ 4			เส้นที่ 4 - เส้นที่ 5 (๑4)		
	ปลายนิ้วเท้าที่ 1	ปลายนิ้วเท้า	ปลายนิ้วเท้า	การวัดมุม(องศา)	๐	๐
	ไปยังปลายนิ้ว	ซ้าย	ขวา	ระหว่างเส้น	ซ้าย	ขวา
	1. นิ้วเท้าที่ 2			เส้นที่ 1 - เส้นที่ 2 (๑1)		
	2. นิ้วเท้าที่ 3			เส้นที่ 2 - เส้นที่ 3 (๑2)		
	3. นิ้วเท้าที่ 4			เส้นที่ 3 - เส้นที่ 4 (๑3)		
	4. นิ้วเท้าที่ 5					

ภาพที่ 52 แสดงแบบบันทึกการเก็บข้อมูลและผลการวัด

4.2.5 นารอยพิมพ์ฝ่าเท้าในทำขึ้นทั้งหมดมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า (Morphological feature of footprints) ได้แก่

4.2.5.1 รูปแบบความยาวของนิ้วเท้า (relative lengths of the toes) ทั้ง 4

รูปแบบ คือ

4.2.5.1.1 แบบ T-type เมื่อนิ้วเท้าที่ 1 ยาวกว่านิ้วเท้าที่ 2 ($T_1 > T_2$)

4.2.5.1.2 แบบ F-type เมื่อนิ้วเท้าที่ 2 ยาวกว่านิ้วเท้าที่ 1 ($T_2 > T_1$)

4.2.5.1.3 แบบ M-type เมื่อนิ้วเท้าที่ 3 ยาวมากกว่านิ้วเท้าที่ 1 และ นิ้วเท้าที่ 2 ($T_3 > T_1$ และ T_2)

4.2.5.1.4 แบบ O-Type เมื่อนิ้วเท้าที่ 1 ยาวเท่ากับนิ้วเท้าที่ 2 ($T_1 = T_2$)

4.2.5.2 จำนวนนิ้วที่พบรอยขื่อนิ้วเท้าในรอยพิมพ์เท้าซ้ายและขวาแต่ละข้าง (phalange marks) มีจำนวนตั้งแต่ 1 นิ้ว 2 นิ้ว 3 นิ้ว 4 นิ้ว และ 5 นิ้ว หรืออาจไม่พบรอยขื่อนิ้วเท้า

4.2.5.3 จำนวนรอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้า (humps) ในรอยพิมพ์เท้าซ้ายและขวาแต่ละข้างที่ปรากฏจำนวนตั้งแต่ 1 เนิน 2 เนิน 3 เนิน 4 เนิน และ 5 เนิน หรืออาจไม่ปรากฏเลยในแต่ละรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

4.2.5.4 จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏรายนิ้วเท้าที่ 5 (Missing 5th toe)

4.2.5.5 รูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เป็นแบบแบนราบ (Flat Foot)

แล้วทำการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัด

4.2.6 นำข้อมูลตัวเลขในแบบบันทึกผลการวัดมาจัดเป็นชุดข้อมูลตามวิธีการวัดทั้งหมด 9 ชุด และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าอีก 5 ชุด คือ รูปแบบความยาวของนิ้วเท้า จำนวนนิ้วที่พบรอยขื่อนิ้ว จำนวนรอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้า จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏรายนิ้วเท้าที่ 5 และรูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เป็นแบบแบนราบ แล้วบันทึกลงในคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel 2003

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยการใช้การแจกแจงความถี่ (Frequencies) การแสดงค่าร้อยละ (Percentage) และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for Social Science) โดยแสดงผลการวัดต่างๆเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการใช้สถิติ t-test, F-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเท้าซ้ายและเท้าขวา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล เป็นการศึกษาวิจัยในเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยการเก็บข้อมูลรอยพิมพ์ฝ่าเท้าจากนักศึกษาชายที่มีอายุระหว่าง 18-25 ปี ในสาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์वासกรี จำนวน 90 คน โดยเก็บรอยเท้าที่เกิดจากท่าทางการเคลื่อนไหวแบบยืน เดินและวิ่ง แล้วใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลองทำการเปรียบเทียบลักษณะของรอยฝ่าเท้าเพื่อชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของรอยฝ่าเท้าโดยใช้วิธีการทาบบรอยฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันทั้ง 3 รูปแบบ และการวัดขนาดและมุมต่างๆ บนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่าทางการยืนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 90 คน จากนั้นทำการพิจารณาลักษณะทางกายภาพและทำการเก็บข้อมูลรอยฝ่าเท้าที่ถูกพิมพ์ขึ้นจากท่าทางการยืนทั้งหมด นำข้อมูลต่างๆ มาวิเคราะห์และนำเสนอผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. ลักษณะสำคัญทางกายภาพของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า
2. การเปรียบเทียบขนาดความกว้าง ความยาวและมุมต่างๆ ที่วัดได้จากรอยพิมพ์ฝ่าเท้า
3. การทดสอบสมมติฐาน
1. ลักษณะสำคัญทางกายภาพของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า (Morphological Features of Footprints)

ลักษณะทางกายภาพของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ใช้ในการจัดกลุ่มเพื่อทำการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

- 1.1 จำนวนรอยโค้งหักบนแนวนิ้วเท้า (Humps)
- 1.2 จำนวนรอยข้อนิ้วที่ปรากฏในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวา (Phalange Marks)
- 1.3 รูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เป็นแบบแบนราบ (Flat Foot)
- 1.4 จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏรายนิ้วเท้าที่ 5 (Missing 5th toe)
- 1.5 รูปแบบความยาวของนิ้วเท้า (Lengths of toes pattern)

1.1 จำนวนรอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้า (Humps)

ผลการวิเคราะห์จำนวนรอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้าที่ปรากฏในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คิดเป็นจำนวนร้อยละของจำนวนรอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้า (Humps)
(n=90)

จำนวนรอยโค้งหยักบน แนวนิ้วเท้า (Humps)	รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	ความถี่	ร้อยละ
1	ซ้าย	5	6
	ขวา	7	8
2	ซ้าย	35	39
	ขวา	34	38
3	ซ้าย	36	40
	ขวา	32	36
4	ซ้าย	13	14
	ขวา	13	14
5	ซ้าย	1	1
	ขวา	4	4

จากตารางที่ 4 พบว่า จำนวนรอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้า บนเท้าซ้ายจำนวน 1 เนิน มีจำนวน 5 คน คิดเป็น 6% บนเท้าขวา มีจำนวน 7 คน คิดเป็น 8% และบนเท้าซ้ายจำนวน 2 เนิน มีจำนวน 35 คน คิดเป็น 39% บนเท้าขวา มีจำนวน 34 คน คิดเป็น 38% และบนเท้าซ้ายจำนวน 3 เนิน มีจำนวน 36 คน คิดเป็น 40% บนเท้าขวา มีจำนวน 32 คน คิดเป็น 36% และบนเท้าซ้ายจำนวน 4 เนิน มีจำนวน 13 คน คิดเป็น 14% บนเท้าขวา มีจำนวน 13 คน คิดเป็น 14 % และบนเท้าซ้ายจำนวน 5 เนิน มีจำนวน 1 คน คิดเป็น 1% บนเท้าขวา มีจำนวน 4 คน คิดเป็น 4% ตามลำดับ

1.2 จำนวนรอยข้อนิ้วที่ปรากฏในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวา(Phalange Marks)

ผลการวิเคราะห์จำนวนรอยข้อนิ้วที่ปรากฏในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คิดเป็นจำนวนร้อยละของจำนวนรอยข้อนิ้วที่ปรากฏในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวา (Phalange Marks)

(n=90)

จำนวนนิ้วที่พบรอยข้อ ของข้อนิ้วเท้า	รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	ความถี่	ร้อยละ
1	ซ้าย	53	64
	ขวา	57	63
2	ซ้าย	15	17
	ขวา	14	16
3	ซ้าย	2	2
	ขวา	4	4
4	ซ้าย	3	3
	ขวา	2	2

จากตารางที่ 5 พบว่า จำนวนนิ้วที่พบรอยข้อนิ้ว จำนวน 1 ข้อนิ้ว เท้าซ้ายมีจำนวน 53 คน คิดเป็น 64% เท้าขวามีจำนวน 57 คน คิดเป็น 63% และจำนวน 2 ข้อนิ้ว เท้าซ้ายมีจำนวน 15 คน คิดเป็น 17% เท้าขวามีจำนวน 14 คน คิดเป็น 16% และจำนวน 3 ข้อนิ้ว เท้าซ้ายมีจำนวน 2 คน คิดเป็น 2% เท้าขวามีจำนวน 4 คน คิดเป็น 4% และจำนวน 4 ข้อนิ้ว เท้าซ้ายมีจำนวน 3 คน คิดเป็น 3% เท้าขวามีจำนวน 2 คน คิดเป็น 2% ตามลำดับ

1.3 รูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เป็นแบบแบนราบ (Flat Foot)

ผลการวิเคราะห์รูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เป็นแบบแบนราบในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คิดเป็นจำนวนร้อยละของรูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เป็นแบบแบนราบในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวา

(n=90)		
รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	ความถี่	ร้อยละ
ซ้าย	6	6.67
ขวา	6	6.67

จากตารางที่ 6 พบว่า จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายที่มีรูปแบบแบนราบ มีจำนวน 6 คน คิดเป็น 6.67% จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาที่มีรูปแบบแบนราบ มีจำนวน 6 คน คิดเป็น 6.67%

1.4 จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏรอยนิ้วเท้าที่ 5 (Missing 5th toe)

ผลการวิเคราะห์จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏรอยนิ้วเท้าที่ 5 ในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คิดเป็นจำนวนร้อยละของจำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏรอยนิ้วเท้าที่ 5 ในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวา

(n=90)		
รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	ความถี่	ร้อยละ
ซ้าย	4	4.44
ขวา	5	5.55

จากตารางที่ 7 พบว่า จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายที่ไม่ปรากฏรอยนิ้วเท้าที่ 5 มีจำนวน 4 คน คิดเป็น 4.44% จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาที่ไม่ปรากฏรอยนิ้วเท้าที่ 5 มีจำนวน 5 คน คิดเป็น 5.55 %

1.5 รูปแบบความยาวของนิ้วเท้า (Lengths of toes pattern)

ผลการวิเคราะห์รูปแบบความยาวของนิ้วเท้า ในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์คิดเป็นจำนวนร้อยละของรูปแบบความยาวของนิ้วเท้า ในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวา

รูปแบบความยาวของนิ้วเท้า	(n=90)			
	รอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้าย		รอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวา	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
T-type ($T1 > T2$)	23	25.56	16	17.78
F-type ($T2 > T1$)	56	62.22	57	63.33
M-type ($T3 > T1$ and $T2$)	-	-	-	-
O-type ($T1 = T2$)	11	12.22	17	18.89

จากตารางที่ 8 พบว่า รูปแบบความยาวของนิ้วเท้าที่ 1 2 และ 3 มีรูปแบบความยาวของนิ้วเท้าแบบ T-Type เท้าซ้ายมีจำนวน 23 คน คิดเป็น 25.56 % เท้าขวามีจำนวน 16 คน คิดเป็น 17.78 % รูปแบบความยาวของนิ้วเท้าแบบ F-Type เท้าซ้ายมีจำนวน 56 คน คิดเป็น 62.22 % เท้าขวามีจำนวน 57 คน คิดเป็น 63.33 % รูปแบบความยาวของนิ้วเท้าแบบ O-Type เท้าซ้ายมีจำนวน 11 คน คิดเป็น 12.22 % เท้าขวามีจำนวน 17 คน คิดเป็น 18.89 % ตามลำดับ ส่วนรูปแบบความยาวของนิ้วเท้าแบบ M-Type ไม่ปรากฏในงานวิจัยครั้งนี้

2. การเปรียบเทียบขนาดความกว้าง ความยาวและมุมต่างๆที่วัดได้จากรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

ในการจัดกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการวัดขนาดความกว้าง ความยาวและมุมต่างๆในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งกลุ่มออกเป็น 10 ประเภท คือ

- 2.1 การวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า (foot length)
- 2.2 การวัดความกว้างของฝ่าเท้า (ball width)
- 2.3 การวัดความกว้างของส้นเท้า (heel width)
- 2.4 การวัดความสูงของส้นเท้า (heel length)
- 2.5 การวัดความลึกของโค้งด้านในเท้า (arch width)

- 2.6 การวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 และ 5
- 2.7 การวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 และ 5
- 2.8 การวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 และ 5
- 2.9 การวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 และ 5
- 2.10 การเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบวิธีการวัดตามชุดการวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1 ถึง 5, ชุดการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 3 4 และ 5, ชุดการวัดมุมระหว่างเส้น T1 T2 T3 T4 และ T5 และชุดการวัดมุมระหว่างเส้น L1 L2 L3 L4 และ L5

2.1 การวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า (foot length)

ผลการวิเคราะห์การวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่าง

(n=90)						
รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	ความยาวเท้า (มิลลิเมตร)					
	N	$\bar{x}$	S.D	t	df	Sig.
ซ้าย	90	238.68	25.666	-.396	178	.692
ขวา	90	239.84	10.514			

จากตารางที่ 9 พบว่า ความยาวเท้าซ้ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 238.68 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 25.666 และความยาวเท้าขวามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 239.84 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.514 ซึ่งพบว่ามีค่าแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความยาวเท้าทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ -.396 และ sig. เท่ากับ .690 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่า ความยาวเท้าของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2 การวัดความกว้างของฝ่าเท้า (ball width)

ผลการวิเคราะห์การวัดความกว้างของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกว้างของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่าง

รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	(n=90)					
	ความกว้างฝ่าเท้า (มิลลิเมตร)					
	N	$\bar{x}$	S.D	t	df	Sig.
ซ้าย	90	96.57	6.436	-.577	178	.565
ขวา	90	97.11	6.230			

จากตารางที่ 10 พบว่า ความกว้างฝ่าเท้าซ้ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.57 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.436 และความกว้างฝ่าเท้าขวามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.11 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.230 ซึ่งพบว่ามีค่าแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความกว้างฝ่าเท้าทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ -.577 และ sig. เท่ากับ .565 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่า ความกว้างฝ่าเท้าของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3 การวัดความกว้างของส้นเท้า (heel width)

ผลการวิเคราะห์การวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกว้างของส้นเท้าของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่าง

รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	(n=90)					
	ความกว้างส้นเท้า (มิลลิเมตร)					
	N	$\bar{x}$	S.D	t	df	Sig.
ซ้าย	90	51.01	4.853	-.599	178	.550
ขวา	90	51.43	4.721			

จากตารางที่ 11 พบว่า ความกว้างของส้นเท้าซ้ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.01 มิลลิเมตร และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.853 และ ความกว้างของส้นเท้าขวามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.43 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.721 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความกว้างของส้นเท้าทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ -.599 และ sig. เท่ากับ .550 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่า ความกว้างของส้นเท้าของทั้งสองข้างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.4 การวัดความสูงของส้นเท้า (heel length)

ผลการวิเคราะห์การวัดความสูงของส้นเท้าของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงของส้นเท้าของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่าง

รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	(n=90)					
	ความสูงส้นเท้า (มิลลิเมตร)					
	N	$\bar{x}$	S.D	t	df	Sig.
ซ้าย	90	31.31	4.110	-.285	178	.776
ขวา	90	31.49	4.373			

จากตารางที่ 12 พบว่า ความสูงของส้นเท้าซ้ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.31 มิลลิเมตร และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.110 และ ความสูงของส้นเท้าขวามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.49 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.373 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสูงของส้นเท้าทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ -.285 และ sig. เท่ากับ .776 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่า ความสูงของส้นเท้าของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.5 การวัดความลึกของโค้งด้านในเท้า (arch width)

ผลการวิเคราะห์การวัดความลึกของโค้งด้านในเท้าของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความลึกของโค้งด้านในเท้าของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่าง

(n=90)

รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	ความลึกของโค้งด้านในเท้า(มิลลิเมตร)					
	N	$\bar{x}$	S.D	t	df	Sig.
ซ้าย	90	45.12	11.569	-.081	178	.935
ขวา	90	45.26	11.381			

จากตารางที่ 13 พบว่า ความลึกของโค้งด้านในเท้าซ้ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.12 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.569 และความลึกของโค้งด้านในเท้าขวามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.26 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.381ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความลึกของโค้งด้านในเท้าทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ -.081 และ sig. เท่ากับ .935 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่า ความลึกของโค้งด้านในเท้าของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.6 การวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 (T1, T2, T3, T4, T5)

ผลการวิเคราะห์การวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ของ รอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 (T1, T2, T3, T4, T5) ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่าง

(n=90)

ปลายนิ้วเท้าที่	รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	ปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าทั้ง 5 (มิลลิเมตร)					
		N	$\bar{x}$	S.D	t	df	Sig.
1	ซ้าย	90	240.97	11.645	.526	178	.600
	ขวา	90	240.08	11.026			
2	ซ้าย	90	238.00	27.791	-.561	178	.576
	ขวา	90	239.76	10.775			
3	ซ้าย	90	232.53	10.646	.510	178	.611
	ขวา	90	231.72	10.705			
4	ซ้าย	90	220.79	10.114	.562	178	.575
	ขวา	90	219.95	9.912			
5	ซ้าย	90	195.04	43.135	.498	178	.610
	ขวา	90	191.67	47.683			

จากตารางที่ 14 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1 ข้างซ้าย เท่ากับ 240.97 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.645 และค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1 ข้างขวา เท่ากับ 240.08 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.026 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ .526 และ sig. เท่ากับ .600 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1 ของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 ข้างซ้าย เท่ากับ 238.00 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 27.791 และค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 ข้างขวา เท่ากับ 239.76 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.775 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ -.561 และ sig. เท่ากับ .576 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 ของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 3 ข้างซ้าย เท่ากับ 232.53 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.646 และค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 3 ข้างขวา เท่ากับ 231.72 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.705 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 3 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ .510 และ sig. เท่ากับ .611 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 3 ของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 4 ข้างซ้าย เท่ากับ 220.79 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.114 และค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 4 ข้างขวา เท่ากับ 219.95 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.912 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 4 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ .562 และ sig. เท่ากับ .575 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 4 ของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 5 ข้างซ้าย เท่ากับ 195.04 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 43.135 และค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 5 ข้างขวา เท่ากับ 191.67 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.912 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 5 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ .498 และ sig. เท่ากับ .610 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 5 ของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.7 การวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 และ 5

ผลการวิเคราะห์การวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายเส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 (มุม T) ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่าง

(n=90)

ลำดับที่	รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	มุมระหว่างเส้น (องศา)					
		N	$\bar{x}$	S.D	t	df	Sig.
T1-T2	ซ้าย	89	6.1798	.92395	-1.502	177	.135
	ขวา	90	6.3972	1.01041			
T2-T3	ซ้าย	89	4.1292	.73287	.215	177	.830
	ขวา	90	4.1056	.73628			
T3-T4	ซ้าย	90	4.2389	.82866	-.519	178	.604
	ขวา	90	4.3000	.74878			
T4-T5	ซ้าย	86	4.8837	1.16739	-.318	169	.751
	ขวา	85	4.9353	.94109			

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T1-T2 เท้าซ้าย เท่ากับ 6.1798 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .92395 และค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T1-T2 เท้าขวา เท่ากับ 6.3972 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.01041 ซึ่งพบที่มีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T1-T2 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ -1.502 sig. เท่ากับ .135 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่ามุมระหว่างเส้น T1-T2 ของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T2-T3 เท้าซ้าย เท่ากับ 4.1292 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .73287 และค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T2-T3 เท้าขวา เท่ากับ 4.1056 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .73628 ซึ่งพบที่มีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T2-T3 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ .215 sig. เท่ากับ .830 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่ามุมระหว่างเส้น T2-T3 ของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T3-T4 เท้าซ้าย เท่ากับ 4.2389 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .82866 และค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T3-T4 เท้าขวา เท่ากับ 4.3000 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .74878 ซึ่งพบที่มีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T3-T4 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ -.519

sig. เท่ากับ .604 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่ามุมระหว่างเส้น T3-T4 ของทั้งสองข้าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T4-T5 เท้าซ้าย เท่ากับ 4.8837 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.16739 และค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T4-T5 เท้าขวา เท่ากับ 4.9353 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .94109 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น T4-T5 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ -.318 sig. เท่ากับ .751 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่ามุมระหว่างเส้น T4-T5 ของทั้งสองข้าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.8 การวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 และ 5 (L1, L2, L3, L4)

ผลการวิเคราะห์การวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 และ 5 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 และ 5 (L1, L2, L3, L4) ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่าง

(n=90)

ปลายนิ้วเท้าที่	รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	ความยาวปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้า (มิลลิเมตร)					
		N	$\bar{x}$	S.D	t	df	Sig.
1	ซ้าย	89	27.1180	3.501	-.011	177	.991
	ขวา	90	27.1250	4.625			
2	ซ้าย	90	43.9167	5.212	-.791	178	.430
	ขวา	90	44.5222	5.055			
3	ซ้าย	90	62.5944	5.984	-.842	178	.401
	ขวา	90	63.3500	6.055			
4	ซ้าย	86	84.5174	7.320	-.555	169	.579
	ขวา	85	85.1353	7.228			

จากตารางที่ 16 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความยาวปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 เท้าซ้าย เท่ากับ 27.1180 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.501 และค่าเฉลี่ยของความยาว

2.9 การวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 3 4 และ 5 (มุมL)

ผลการวิเคราะห์การวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 และ 5 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คน ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 และ 5 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่าง

(n=90)

ลำดับที่	รอยพิมพ์ฝ่าเท้า	มุมระหว่างเส้น (องศา)					
		N	$\bar{x}$	S.D	t	df	Sig.
L1-L2	ซ้าย	90	12.4056	5.718	-.209	178	.830
	ขวา	90	12.5722	4.961			
L2-L3	ซ้าย	89	12.5722	4.961	4.107	178	.000
	ขวา	90	9.8722	3.779			
L3-L4	ซ้าย	86	9.8722	3.779	.195	178	.840
	ขวา	85	9.7611	3.870			

จากตารางที่ 17 พบว่า ค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น L1-L2 ข้างซ้าย เท่ากับ 12.4056 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.718 และค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น L1-L2 ข้างขวา เท่ากับ 12.5722 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.961 ซึ่งพบว่ามี ความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น L1-L2 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ -.209 และ sig. เท่ากับ .830 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่ามุมระหว่างเส้น L1-L2 ของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น L2-L3 ข้างซ้าย เท่ากับ 12.5722 องศาและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.961 และค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น L2-L3 ข้างขวาเท่ากับ 9.8722 องศาและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.779 ซึ่งพบว่ามี ความแตกต่างกันด้านตัวเลข เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น L2-L3 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ 4.107 และ sig. เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามุมระหว่างเส้น L2-L3 ของทั้งสองข้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น L3-L4 ข้างซ้าย เท่ากับ 9.8722 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.779 และค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น L3-L4 ข้างขวา เท่ากับ 9.7611 องศา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.870 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น L3-L4 ทั้งสองข้าง พบว่า t เท่ากับ .195 และ sig. เท่ากับ .840 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่ามุมระหว่างเส้น L3-L4 ของทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.10 การเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบวิธีการวัดตามชุดการวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1 ถึง 5, ชุดการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 3 4 และ 5, ชุดการวัดมุมระหว่างเส้น T1 T2 T3 T4 และ T5 และชุดการวัดมุมระหว่างเส้น L1 L2 L3 L4 และ L5

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบรูปแบบวิธีการวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าทั้ง 5, ความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 3 4 และ 5, มุมระหว่างเส้น T1 T2 T3 T4 และ T5 และมุมระหว่างเส้น L1 L2 L3 L4 และ L5 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวา ปรากฏตามรายละเอียดในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบรูปแบบวิธีการวัดความกว้าง ความยาวและมุมต่างๆ ทั้ง 9 รูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่าง

(n=90)

วิธีการวัด	แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig.
ปลายสันเท้าไปยัง ปลายนิ้วเท้าที่ 1 ถึง 5	ระหว่างกลุ่ม	45,498.11	7	6499.730	33.033	.000
	ภายในกลุ่ม	140,097.4	712	196.766		
	รวม	185,595.6	719			
ปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยัง ปลายนิ้วเท้าทั้ง 4	ระหว่างกลุ่ม	323,423.6	7	46203.376	1,406.075	.000
	ภายในกลุ่ม	230,67.59	702	32.860		
	รวม	346,491.2	709			

วิธีการวัด	แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig.
มูระหว่างเส้น T	ระหว่างกลุ่ม	529.045	7	75.578	94.146	.000
	ภายในกลุ่ม	562.724	701	.803		
	รวม	1091.787	708			
มูระหว่างเส้น L	ระหว่างกลุ่ม	1054.401	5	210.880	12.560	.000
	ภายในกลุ่ม	8781.379	523	16.790		
	รวม	9835.781	528			

จากตารางที่ 18 พบว่า ความยาวจากปลายเส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1 ถึง 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจาก ค่า F เท่ากับ 33.033 และ sig. เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05

ความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2,3 และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจาก ค่า F เท่ากับ 1,406.075 และ sig. เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05

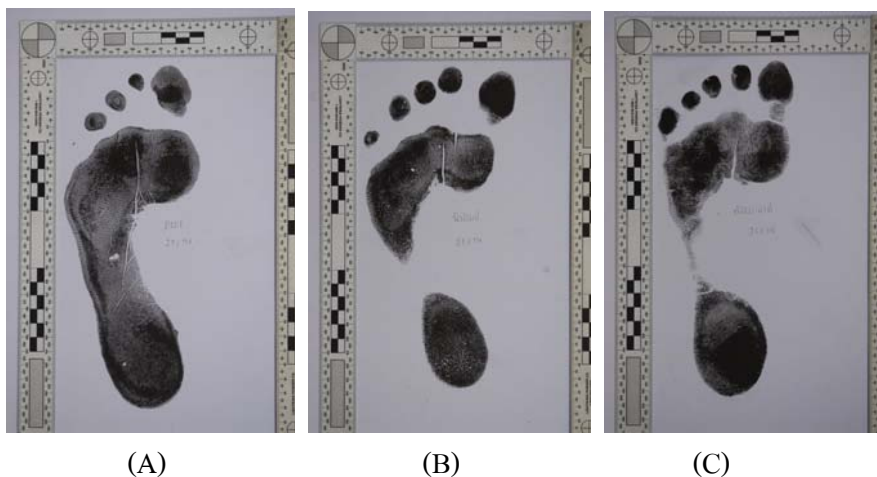
มูระหว่างเส้น T มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจาก ค่า F เท่ากับ 94.146 และ sig. เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05

มูระหว่างเส้น L มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจาก ค่า F เท่ากับ 12.560 และ sig. เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05

3. การทดสอบสมมติฐาน

3.1 สมมติฐานที่ 1 วิธีการทาบรอย (tracing) สามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ของบุคคลได้

เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานด้วยการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 180 รอย โดยการทาบรอยและการพิจารณาลักษณะทางกายภาพ ตามภาพที่ 53 จากการทาบรอย พบว่ารอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดไม่มีรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ทาบกักันได้สนิท และรอยพิมพ์ฝ่าเท้ามีขนาดไม่เท่ากัน จากการพิจารณาลักษณะทางกายภาพพบว่าไม่มีรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เหมือนกันทั้งขนาด รูปร่าง ลักษณะนิ้วเท้า จำนวนรอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้า จำนวนรอยข้อนิ้วที่ปรากฏและสภาพของอุ้งเท้า อนุมานได้ว่า วิธีการทาบรอย (tracing) สามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ของบุคคลได้เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้



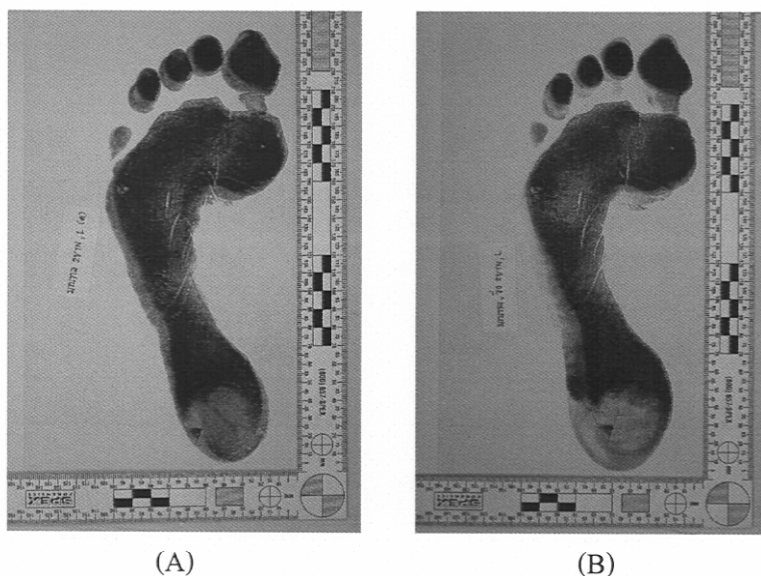
ภาพที่ 53 แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบความแตกต่างของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้าย (A)(B)(C)

3.2 สมมติฐานที่ 2 รอยฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันที่เกิดจากท่าทางการยืน เดินและวิ่งมีความแตกต่างกัน

เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานด้วยการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาของบุคคลคนเดียวกันที่เกิดจากท่าทางการยืน เดินและวิ่งของกลุ่มตัวอย่างหมด โดยการทาบรอยและการพิจารณาลักษณะทางกายภาพ จากการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่ายืนกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่าเดิน พบว่า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่ายืนกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่าเดินของบุคคลเดียวกันทาบก้นไม่สนิทและมีขนาดไม่เท่ากัน และจากการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่ายืนกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่าเดิน พบว่ารอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่ายืนกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่าเดินของบุคคลเดียวกันทาบก้นไม่สนิทและมีขนาดไม่เท่ากัน

จากการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่ายืนกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่าวิ่ง พบว่า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่ายืนกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่าวิ่งของบุคคลเดียวกันทาบก้นไม่สนิทและมีขนาดไม่เท่ากัน และจากการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่ายืนกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่าวิ่ง พบว่ารอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่ายืนกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่าวิ่งของบุคคลเดียวกันทาบก้นไม่สนิทและมีขนาดไม่เท่ากัน

จากการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่าเดินกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่าวิ่ง พบว่า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่าเดินกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายในท่าวิ่งของบุคคลเดียวกันทาบก้นไม่สนิทและมีขนาดไม่เท่ากัน และจากการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่าเดินกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่าวิ่ง พบว่ารอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่าเดินกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาในท่าวิ่งของบุคคลเดียวกันทาบก้นไม่สนิทและมีขนาดไม่เท่ากัน อนุมานได้ว่า รอยฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันที่เกิดจากท่าทางการยืน เดินและวิ่งมีความแตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ รายละเอียดปรากฏตามภาพที่ 54



ภาพที่ 54 แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบความแตกต่างของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายด้วยการทารอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่าทางการยืนกับเดิน (A) และท่าทางการยืนกับการวิ่ง(B) ตามลำดับ

3.3 สมมติฐานที่ 3 วิธีการวัดความยาวจากปลายส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าทั้งห้าและมุมระหว่างเส้นดังกล่าวสามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ได้

จากตารางที่ 18 เมื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบวิธีการวัดความยาวจากปลายส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าทั้งห้า (เส้น T1 T2 T3 T4 และ T5) และมุมระหว่างเส้นดังกล่าวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คู่ พบว่า วิธีการวัดความยาวจากปลายส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1 ถึง 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจาก ค่า F เท่ากับ 33.033 และ sig. เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 และวิธีการวัดมุมระหว่างเส้น T มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจาก ค่า F เท่ากับ 94.146 และ sig. เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 อนุมานได้ว่า วิธีการวัดความยาวจากปลายส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าทั้งห้าและมุมระหว่างเส้นดังกล่าวสามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ได้ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

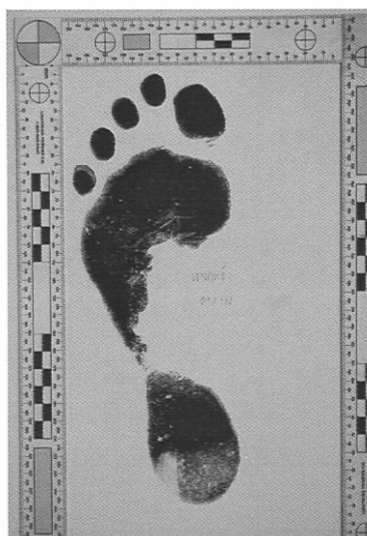
3.4 วิธีการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าทั้งสี่และมุมระหว่างเส้นดังกล่าวสามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ได้

จากตารางที่ 18 เมื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบวิธีการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้า 2, 3, และ 4 (เส้น L1 L2 L3 และ L4) และมุมระหว่างเส้นดังกล่าวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาในกลุ่มตัวอย่าง 90 คู่ พบว่าวิธีการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้า 2, 3, และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจาก ค่า F เท่ากับ

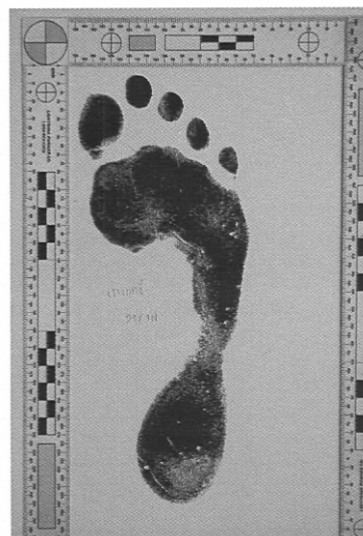
1,406.075 และ sig. เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 และวิธีการวัดมุมระหว่างเส้น L มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจาก ค่า F เท่ากับ 12.560 และ sig. เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 อนุมานได้ว่า วิธีการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าทั้งสี่และมุมระหว่างเส้นดังกล่าวสามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ได้ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3.5 สมมติฐานที่ 5 รอยฝ่าเท้าซ้ายและขวาของบุคคลเดียวกันมีความแตกต่างกัน

เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานด้วยการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาของบุคคลคนเดียวด้วยวิธีการวัดทั้ง 9 รูปแบบ ตามตารางที่ 9-17 พบว่า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาของบุคคลเดียวกันในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 90 คู่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อนุมานได้ว่า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาของบุคคลเดียวกันไม่มีความแตกต่างกัน ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่จากการทาบรอยและการพิจารณาลักษณะทางกายภาพ พบว่ารอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดไม่มีรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ทาบก้น ได้สนิท และรอยพิมพ์ฝ่าเท้ามีขนาดไม่เท่ากัน แต่มีรอยพิมพ์ฝ่าเท้าบางรอยที่มีลักษณะรูปร่าง ลักษณะนิ้วเท้า และสภาพของอุ้งเท้าที่คล้ายคลึงกันอย่างมากแต่ก็ไม่เหมือนกัน ตามภาพที่ 55



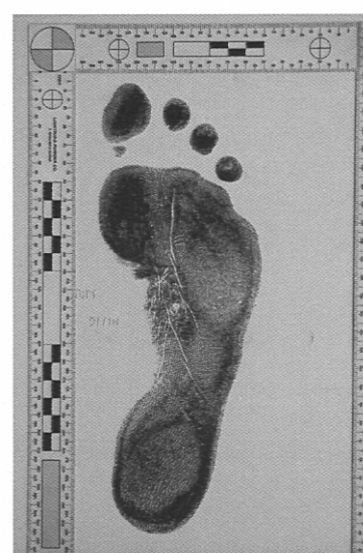
A) ชาย



A) หญิง



B) ชาย



B) หญิง

ภาพที่ 55 แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าชายและหญิงของบุคคลเดียวกันจากกลุ่มตัวอย่าง A) และ B) ซึ่งมีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 19 แสดงผลการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน	ผลการทดสอบสมมติฐาน	
	เป็นไปตามสมมติฐาน	ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน
สมมติฐานที่ 1	/	
สมมติฐานที่ 2	/	
สมมติฐานที่ 3	/	
สมมติฐานที่ 4	/	
สมมติฐานที่ 5		/

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเป็นการศึกษาวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อหาวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ของรอยฝ่าเท้า เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าของบุคคลในทำขึ้น เดินและ วิ่ง และหาวิธีการใหม่ๆ ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเพื่อเชื่อมโยงถึงตัวบุคคลผู้กระทำความผิด

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้า โดยใช้ข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของนักศึกษาชายที่มีอายุระหว่าง 18 - 25 ปี ในสาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์ท่าสุกรี จำนวน 110 คู่ แล้วนำมาคัดเลือกเฉพาะรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในทำขึ้นที่มีคุณภาพดี มีรูปร่างและขอบเส้นของรอยเท้าชัดเจน จำนวน 90 คู่ รวมทั้งพิมพ์รอยฝ่าเท้าในท่าทางการเคลื่อนไหวแบบเดินและวิ่ง แล้วทำการเปรียบเทียบลักษณะของรอยฝ่าเท้า เพื่อชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของรอยฝ่าเท้าโดยใช้วิธีการทาบทรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันในการทำทางขึ้นเดินและวิ่ง และการทาบทรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่าทางการขึ้นของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 90 คู่ จากนั้นทำการพิจารณาลักษณะทางกายภาพและทำการวัดรอยฝ่าเท้าที่ถูกพิมพ์ขึ้นจากท่าทางการขึ้นทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ SPSS 11.5 for Windows (Statistical Package for Social Science) สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การแจกแจงความถี่ (Frequencies) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการใช้สถิติ t-test, F-test

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 ลักษณะสำคัญทางกายภาพของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า (Morphological Features of Footprints)

1.1.1 จำนวนรอยโค้งหักคบนแนวนิ้วเท้า (Humps)

จากการวิเคราะห์รอยพิมพ์ฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 90 คู่ พบว่า ความถี่ของรอยโค้งหักคบนแนวนิ้วเท้าในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่พบรอยโค้งหักจำนวน 2 เนิน (เท้าซ้าย 39% เท้าขวา 38%) และ 3 เนิน (เท้าซ้าย 40% เท้าขวา 36%) มากที่สุดในอัตราที่ใกล้เคียงกัน ตามมาด้วยรอยโค้งหักจำนวน 4 เนิน (เท้าซ้าย 14% เท้าขวา 14%) และจำนวน 1 เนิน (เท้าซ้าย 6% เท้าขวา 8%) ส่วนรอยโค้งหักจำนวน 5 เนินพบน้อยที่สุด (เท้าซ้าย 1% เท้าขวา 4%)

1.1.2 จำนวนรอยข้อนิ้วที่ปรากฏในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวา (Phalange Marks)

จากการวิเคราะห์รอยข้อนิ้วเท้าของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า รอยข้อนิ้วส่วนใหญ่มักปรากฏในนิ้วเท้าที่ 1 โดยมีจำนวน 1 ข้อนิ้วมากที่สุด (เท้าซ้าย 64% เท้าขวา 63%) ตามมาด้วยจำนวน 2 ข้อนิ้ว (เท้าซ้าย 17% เท้าขวา 16%) ถัดไปเป็นจำนวน 3 ข้อนิ้ว (เท้าซ้าย 2% เท้าขวา 4%) และ 4 ข้อนิ้ว (เท้าซ้าย 3% เท้าขวา 2%) โดยมีจำนวนใกล้เคียงกัน ส่วนเท้าที่พบทั้ง 5 ข้อนิ้ว ไม่ปรากฏในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

1.1.3 รูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เป็นแบบแบนราบ (Flat Foot)

จากการวิเคราะห์รูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ความถี่ของสภาพเท้าแบบแบนราบปรากฏในเท้าซ้าย 6 คน (6.67%) และเท้าขวา 6 คน (6.67%) ในจำนวนที่เท่ากัน

1.1.4 จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏรอยนิ้วเท้าที่ 5 (Missing 5th toe)

จากการวิเคราะห์จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏรอยนิ้วเท้าที่ 5 พบว่า เท้าซ้ายมีจำนวน 4 คน (4.44%) และเท้าขวามีจำนวน 5 คน (5.55%)

1.1.5 รูปแบบความยาวของนิ้วเท้าที่ 1 2 และ 3 (Lengths of toes pattern)

จากการวิเคราะห์รูปแบบความยาวของนิ้วเท้า พบว่ารูปแบบความยาวของนิ้วเท้า F-Type พบมากที่สุด เท้าซ้ายจำนวน 56 คน (62.22 %) เท้าขวาจำนวน 57 คน (63.33 %) ตามมาด้วยแบบ T-Type เท้าซ้ายจำนวน 23 คน (25.56 %) เท้าขวาจำนวน 16 คน (17.78 %) และแบบ O-Type เท้าซ้ายจำนวน 11 คน (12.22 %) เท้าขวาจำนวน 17 คน (18.89 %) ส่วน แบบ M-Type ไม่ปรากฏในงานวิจัยครั้งนี้

1.2 การเปรียบเทียบขนาดความกว้าง ความยาวและมุมต่างๆที่วัดได้จากรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

1.2.1 การวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า (foot length)

จากการเปรียบเทียบวิธีการวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของเท้าทั้งสองข้าง พบว่า ความยาวของเท้าทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

1.2.2 การวัดความกว้างของฝ่าเท้า (ball width)

จากการเปรียบเทียบวิธีการวัดความกว้างของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของเท้าทั้งสองข้าง พบว่า ความกว้างของเท้าทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

1.2.3 การวัดความกว้างของส้นเท้า (heel width)

จากการเปรียบเทียบวิธีการวัดความกว้างของส้นเท้าของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความกว้างของส้นเท้าของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของเท้าทั้งสองข้าง พบว่า ความกว้างของส้นเท้าทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

1.2.4 การวัดความสูงของส้นเท้า (heel length)

จากการเปรียบเทียบวิธีการวัดความสูงของส้นเท้าของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสูงของส้นเท้าของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของเท้าทั้งสองข้าง พบว่า ความสูงของส้นเท้าทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

1.2.5 การวัดความลึกของโค้งด้านในเท้า (arch width)

จากการเปรียบเทียบวิธีการวัดความลึกของโค้งด้านในเท้า ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความลึกของโค้งด้านในเท้า ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของเท้าทั้งสองข้าง พบว่า ความลึกของโค้งด้านในเท้าทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

เท้าทั้งสองข้าง พบว่า มุมระหว่างเส้น L1 ไปยังเส้น L2 ของเท้าทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากการเปรียบเทียบวิธีการวัดมุมระหว่างเส้นระหว่างเส้น L2 ไปยังเส้น L3 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันด้านตัวเลข เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้นระหว่างเส้น L2 ไปยังเส้น L3 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของเท้าทั้งสองข้าง พบว่า มุมระหว่างเส้นที่ลากจากระหว่างเส้น L2 ไปยังเส้น L3 ของเท้าทั้งสองข้างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

และจากการเปรียบเทียบวิธีการวัดมุมระหว่างเส้น L3 ไปยังเส้น L4 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันด้านตัวเลข แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของมุมระหว่างเส้น L1 ไปยังเส้น L2 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของเท้าทั้งสองข้าง พบว่า มุมระหว่างเส้น L1 ไปยังเส้น L2 ของเท้าทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

1.2.10 การเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบวิธีการวัดตามชุดการวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1 ถึง 5, ชุดการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 3 4 และ 5, ชุดการวัดมุมระหว่างเส้น T1 T2 T3 T4 และ T5 และชุดการวัดมุมระหว่างเส้น L1 L2 L3 L4 และ L5

จากการเปรียบเทียบวิธีการวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1 ถึง 5 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากการเปรียบเทียบวิธีการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2 3 4 และ 5 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากการเปรียบเทียบวิธีการวัดมุมระหว่างเส้น T1 T2 T3 T4 และ T5 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากการเปรียบเทียบวิธีการวัดมุมระหว่างเส้น L1 L2 L3 L4 และ L5 ของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

2. อภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลรอยพิมพ์ฝ่าเท้าจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชายพิมพ์ฝ่าเท้าของนักศึกษาชายที่มีอายุระหว่าง 18 - 25 ปี จำนวน 110 คู่แล้วนำมาคัดเลือกเฉพาะรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่ายืนที่มีคุณภาพดี มีรูปร่างและขอบเส้นของรอยเท้าชัดเจน จำนวน 90 คู่และรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่าเดินและวิ่งของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 90 คู่เพื่อเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในด้านต่างๆต่อไปนี้

2.1 อภิปรายลักษณะสำคัญทางกายภาพของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่แสดงถึงเอกลักษณ์บุคคล

บุคคล

รอยฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ถูกพิมพ์ขึ้น มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน แสดงถึงลักษณะเฉพาะที่มีความหลากหลาย โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับจำนวนรอยโค้งหักบนแนวนิ้วเท้า (Humps) จำนวนรอยขื่อนิ้วที่ปรากฏในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวา (Phalange Marks) รูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เป็นแบบแบนราบ (Flat Foot) จำนวนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏรอยนิ้วเท้าที่ 5 (Missing 5th toe) ไปจนถึงความชัดเจนของนิ้วเท้าที่ถูกประทับลงบนกระดาษ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของของ Kewal Krishan (2007) และ Greygory E. Laskowski and Vernon L. Kyle (1987) ที่พบว่า ลักษณะทางโครงสร้างของเท้า เช่น นิ้วเท้า สภาพระนาบฝ่าเท้า รอยพับย่น ความผิดปกติของเท้า รวมถึงลักษณะทางกายภาพของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า แสดงคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังนี้

2.1.1 จำนวนรอยโค้งหักบนแนวนิ้วเท้า (Humps)

จากการศึกษาพบว่า ในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่าง มีรอยโค้งหักบนแนวนิ้วเท้าจำนวน 2 เนินในเท้าซ้ายร้อยละ 39 เท้าขวาร้อยละ 38 และ 3 เนินในเท้าซ้ายร้อยละ 40 เท้าขวาร้อยละ 36 มากที่สุดเป็นจำนวนใกล้เคียงกัน และจำนวน 4 เนิน 1 เนิน และ 5 เนิน ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาประชากรชาวเมือง Gujjars ของประเทศอินเดีย จำนวน 1,040 คนของ Kewal Krishan (2007)

2.1.2 จำนวนรอยขื่อนิ้ว (Phalange Marks)

ในการเปรียบเทียบจำนวนรอยขื่อนิ้ว (Phalange Marks) ที่ปรากฏในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวา พบว่า รอยขื่อนิ้วส่วนใหญ่มักปรากฏในนิ้วเท้าที่ 1 ส่วนขื่อนิ้วของนิ้วเท้าอื่นๆ มีปรากฏอยู่เป็นจำนวนน้อย แต่ในรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่ายืนจะไม่ปรากฏรอยขื่อนิ้วครบทั้ง 5 นิ้ว นอกจากนี้ในการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของบุคคลเดียวกันในท่าทางการยืน เดิน วิ่งบางรอยพบว่า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่ายืน ไม่มีขื่อนิ้วเท้าที่ 2 และ 3 ปรากฏอยู่ แต่ในทางตรงข้ามพบว่า

รอยชื่อนิ้วเท้าดังกล่าว ปรากฏอยู่บนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่อยู่ในท่าทางการเดินและวิ่ง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการลงน้ำหนักตามแรงกดทับที่ปลายเท้า จึงทำให้นิ้วเท้าปรากฏอยู่บนรอยฝ่าเท้าได้

นอกเหนือไปจากวิธีการวัดรอยฝ่าเท้าด้วยการวัดมุมและความยาวแล้ว หากเราพิจารณารอยฝ่าเท้านั้นด้วยตาเปล่า ก็จะเห็นได้ว่า รอยฝ่าเท้าของแต่ละคนมีลักษณะเฉพาะตัวอันแสดงถึงความเป็นเอกลักษณ์ของคนคนนั้น ซึ่งอาจดูได้ที่ลักษณะทางกายภาพอื่นๆประกอบ ไม่ว่าจะเป็น รูปร่าง ขนาด รอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้า รอยพับย่น นิ้วเท้าที่ไม่ปรากฏบนรอยฝ่าเท้า นิ้วเท้าที่มีลักษณะกลมมน นิ้วเท้าที่มีลักษณะแบนราบ บาดแผลที่ปรากฏบนฝ่าเท้า หรือแม้แต่สันเท้าที่มีรอยแตก ซึ่งเพียงแค่อธิบายเปรียบเทียบกันด้วยตาเปล่าก็เพียงพอที่จะแยกแยะได้ว่ารอยฝ่าเท้าดังกล่าวนี้เป็นของคนคนเดียวกันหรือไม่

2.1.3 รูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่เป็นแบบแบนราบ (Flat Foot)

จากการวิเคราะห์รูปแบบของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ความถี่ของสภาพเท้าแบบแบนราบปรากฏในเท้าซ้าย 6 คน (6.67%) และเท้าขวา 6 คน (6.67%) มีจำนวนที่เท่ากัน ซึ่งสภาพเท้าแบบแบนราบดังกล่าวแสดงถึงความผิดปกติของเท้า

2.1.4 ลักษณะเฉพาะของนิ้วเท้าและรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ไม่ปรากฏนิ้วเท้าที่ 5

ผู้วิจัยพบว่า ลักษณะของนิ้วเท้าของกลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือนิ้วเท้าที่เป็นแบบกลมมนและนิ้วเท้าที่มีลักษณะแบนราบซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kewal Krishan (2007) ดังนี้

รอยประทับที่เกิดจากนิ้วเท้าที่มีลักษณะกลมมน(point toe) จะทำให้ระดับความเข้มของสีหมึกพิมพ์ที่ปรากฏบนกระดาษสีขาวมีระดับความเข้มไม่เท่ากัน กล่าวคือ บริเวณตรงกลางรายนิ้วเท้าจะมีสีเข้ม แต่ส่วนรอบๆมีสีจางกว่า ซึ่งอธิบายได้ว่า เมื่อวางฝ่าเท้าเหยียบลงบนกระดาษบริเวณผิวหนังหน้าของนิ้วเท้าที่กลมมนมีความหนาแน่นของเนื้อนิ้วเท้ามาก ทำให้สัมผัสกับพื้นผิวของกระดาษก่อนส่วนอื่นๆ และเมื่อออกแรงกดทับฝ่าเท้าลงบนกระดาษอย่างเต็มเท้า บริเวณนิ้วเท้าที่มีมวลสัมผัสกับผิวหนังของกระดาษมากกว่าย่อมถูกกดทับได้มากกว่า สีของหมึกพิมพ์จึงมีระดับความเข้มมากกว่า ส่วนนิ้วเท้าที่มีลักษณะแบนราบ(flat toe) บริเวณผิวหนังสัมผัสของนิ้วเท้าจะมีระนาบแบนราบเท่ากันทั้งนิ้ว จึงทำให้รอยประทับบริเวณนิ้วเท้ามีระดับความเข้มของสีหมึกพิมพ์ค่อนข้างสม่ำเสมอเท่ากัน ปรากฏสีค่าเท่ากันตลอดทั้งนิ้ว

นอกจากนี้ จากการวิจัย พบว่ามีรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายที่ไม่ปรากฏรายนิ้วเท้าที่ 5 จำนวน 4 คน(4.44%) และเท้าขวามีจำนวน 5 คน(5.55%) รอยพิมพ์ฝ่าเท้ามีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากโครงสร้างเท้าที่แท้จริงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากบุคคลที่เป็นเจ้าของรอยฝ่าเท้านั้นมีนิ้วเท้าครบทั้ง 5 นิ้ว ไม่ได้มีความพิการแต่ประการใด การที่นิ้วเท้าที่ 5 หายไปจากรอยประทับนั้นจึงไม่ได้

แสดงถึงการที่บุคคลดังกล่าวเป็นคณพิการไม่มีนิ้วเท้าที่ 5 แต่เกิดจากการที่นิ้วเท้าที่ 5 นั้นเกยอยู่บนนิ้วเท้าที่ 4 (Riding toes) ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของ Kewal Krishan (2007) ที่ว่า นิ้วเท้าบางนิ้วเกยทับอยู่บนนิ้วเท้าข้างๆ จึงอาจทำให้นิ้วเท้าเหล่านั้นหายไป นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสิทธิ เตชะกัมพูช และ นที คอนโพธิ์งาม ที่กล่าวว่า ในขณะที่รับน้ำหนักตัวเต็มที่นั้น นิ้วเท้าที่ 5 ไม่สัมผัสกับพื้นถึงร้อยละ 20-30 % ซึ่งแสดงว่านิ้วเท้าที่ 5 มิได้ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับน้ำหนักอย่างนิ้วเท้าอื่นๆ ในบางคนจึงไม่มีนิ้วเท้าที่ 5 ปรากฏอยู่บนรอยพิมพ์ฝ่าเท้าต่างๆ ที่เจ้าของฝ่าเท้ามีนิ้วเท้าอยู่ครบทั้ง 5 นิ้ว

2.1.5 รูปแบบความยาวของนิ้วเท้าที่ 1, 2 และ 3 (Lengths of toes pattern)

จากการวิเคราะห์รูปแบบความยาวของนิ้วเท้าที่ 1, 2 และ 3 ของกลุ่มตัวอย่างพบว่ารูปแบบความยาวของนิ้วเท้า F-Type ($T_2 > T_1$) พบมากที่สุด เท้าซ้ายร้อยละ 62.22 เท้าขวาร้อยละ 63.33 ตามมาด้วยแบบ T-Type ($T_1 > T_2$) เท้าซ้ายร้อยละ 25.56 เท้าขวาร้อยละ 17.78 และ แบบ O-Type ($T_1 = T_2$) เท้าซ้ายร้อยละ 12.22 เท้าขวาร้อยละ 18.89 ส่วน แบบ M-Type ($T_3 > T_1$ และ T_2) ไม่ปรากฏในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชากรชาวเมือง Gujjars ของประเทศอินเดีย จำนวน 1,040 คน ในงานวิจัยของ Kewal Krishan (2007) ที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรูปแบบความยาวของนิ้วเท้าเป็นแบบ T-Type ($T_1 > T_2$) เนื่องมาจากความแตกต่างทางด้านพันธุกรรม เชื้อชาติ ลักษณะทางโครงสร้างทางร่างกายและสภาพแวดล้อม ทั้งนี้ประชากรชาวเมือง Gujjars มีลักษณะที่แตกต่างจากคนไทยหลายด้าน เช่น ประเพณีนิยมแต่งงานด้วยกันเองของสมาชิกในวงศ์ตระกูล ด้วยเหตุที่มีการแต่งงานกันเองจึงส่งผลต่อลักษณะสำคัญทางพันธุกรรมและชาติพันธุ์ของประชากร นอกจากนี้ประชากรส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการเดินทางด้วยเท้าเปล่า จึงส่งผลให้ส่วนนำของนิ้วเท้า คือ นิ้วเท้าที่ 1 เป็นบริเวณที่ต้องมีการแบกรับน้ำหนัก (Weight-Bearing) มากที่สุด

2.2 อภิปรายสมมติฐาน

จากการทดสอบสมมติฐานและการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้า อธิบายได้ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 วิธีการทาบรอย (tracing) สามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ของบุคคลได้

ผลจากการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 180 รอย โดยการทาบรอยและการพิจารณาลักษณะทางกายภาพพบว่ารอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดไม่มีรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่ทับกันได้สนิท และรอยพิมพ์ฝ่าเท้ามีขนาดไม่เท่ากัน เป็นไปตามสมมติฐานและสอดคล้องกับวิธีการของ Robert B. Kennedy ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยลักษณะเฉพาะของรอยฝ่าเท้าและความเป็นไปได้ในการนำไปใช้พิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลโดยใช้วิธีการวัดและการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าเพื่อทำการคัดแยกรอยพิมพ์ฝ่าเท้าแต่ละรอยออกจากกัน วิธีการทาบรอยพิมพ์ฝ่า

เท้าแสดงให้เห็นถึงความไม่เหมือนกันของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าแต่ละรอยที่สามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์บุคคลได้

สมมติฐานที่ 2 รอยฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันที่เกิดจากท่าทางการยืน เดินและวิ่งมีความแตกต่างกัน

ผลจากการทาบรอยและการพิจารณาลักษณะทางกายภาพปรากฏว่า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาในท่ายืนกับเดิน ยืนกับวิ่ง และเดินกับวิ่ง ทาบกันไม่สนิทและมีขนาดไม่เท่ากัน เป็นไปตามสมมติฐานและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lloyd Wallington แห่งมหาวิทยาลัย Northampton และ William J. Bodziak ที่ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความยาวรอยฝ่าเท้าของบุคคลเดียวกันที่เกิดจากท่าทางการยืนและการเคลื่อนไหวแบบเดินและวิ่ง แสดงถึงรอยฝ่าเท้าในท่ายืน เดินและวิ่งของบุคคลเดียวกันที่มีความแตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 3 วิธีการวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าทั้งห้าและมุมระหว่างเส้นดังกล่าวสามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ได้

ผลการเปรียบเทียบวิธีการวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1 ถึง 5 และการวัดมุมระหว่างเส้นดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ได้ เป็นไปตามสมมติฐานและสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของปรีชา รักษ์ พลเมืองและสิทธิ เตชะกัมพูช (2530) เรื่อง การวิเคราะห์ทางสถิติรอยพิมพ์ฝ่าเท้าคนไทยจำนวน 1,000 คู่ โดยเสนอวิธีการวัดหลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ การวัดความยาวจากปลายหัวแม่เท้าถึงสันเท้า ความยาวจากปลายนิ้วชี้ถึงสันเท้า และวิธีการวัดของ Robert B. Kennedy (1996) ที่เสนอวิธีการวัดความยาวจากปลายสันเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าทั้ง 5 นิ้ว วิธีการวัดดังกล่าวจึงใช้ประกอบในการวัดเพื่อระบุความเป็นเอกลักษณ์บุคคลได้

สมมติฐานที่ 4 วิธีการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าทั้งสี่และมุมระหว่างเส้นดังกล่าวสามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ได้

ผลการเปรียบเทียบวิธีการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าทั้งสี่และมุมระหว่างเส้นดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สามารถระบุความเป็นเอกลักษณ์ได้ เป็นไปตามสมมติฐานและคล้ายคลึงกับเทคนิคการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของนิ้วหัวแม่เท้าไปยังศูนย์กลางของนิ้วอื่นๆของแผนกรอยเท้าของเจ้าหน้าที่ตำรวจมณฑลโอซาก้า (Osaka Prefectural Police Headquater) วิธีการวัดดังกล่าวจึงใช้ประกอบในการวัดเพื่อระบุความเป็นเอกลักษณ์บุคคลได้

สมมติฐานที่ 5 รอยฝ่าเท้าซ้ายและขวาของบุคคลเดียวกันมีความแตกต่างกัน

เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานด้วยการเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาของบุคคลคนเดียวกันด้วยวิธีการวัดทั้ง 9 รูปแบบ พบว่า การเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาด้วยวิธีการวัดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน แต่จากการทาบรอยและการพิจารณาลักษณะทางกายภาพ ไม่มีรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาที่ทาบก้นได้สนิทหรือมีขนาดเท่ากัน การเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าซ้ายและขวาของบุคคลเดียวกันจึงควรใช้วิธีการสังเกตทางกายภาพประกอบกับวิธีการวัดตามวิธีการศึกษาของ Robert B. Kennedy และ Kewal Krishan ที่แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างเท้าซ้ายและขวาของคนเดียวกัน รวมทั้งรอยฝ่าเท้าที่ไม่เหมือนกันของฝ่าเท้าซ้ายขวาเดียวกัน

จากการศึกษาวิจัยแสดงให้เห็นว่า การเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าต้องใช้วิธีการวัดหลายๆ วิธีประกอบกับการทาบรอยและการพิจารณาลักษณะทางกายภาพหลายๆรูปแบบ เพื่อให้เกิดความถูกต้องและเป็นที่ยอมรับในการนำไปใช้เพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล ดังนั้นในงานวิจัยการเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลจึงควรใช้วิธีการวัดทั้ง 9 รูปแบบประกอบกับการทาบรอยและการพิจารณาลักษณะทางกายภาพเพื่อให้เกิดความถูกต้องมากที่สุดในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การวิจัยข้างต้นเป็นการเสนอวิธีการใหม่ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลด้วยการเปรียบเทียบความแตกต่างของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าจากกลุ่มตัวอย่าง จากผลการวิจัยได้ให้ผลที่สอดคล้องกับสมมติฐาน ซึ่งจากการเปรียบเทียบรอยฝ่าเท้าของแต่ละบุคคลนั้นเป็นประเด็นที่น่าสนใจและจำเป็นต้องการนำไปสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการพิสูจน์เอกลักษณ์ของบุคคลอีกวิธีการหนึ่งในอนาคตซึ่งในต่างประเทศได้มีการยอมรับและนำวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยรอยฝ่าเท้าไปใช้ปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายและใช้ปฏิบัติงานได้จริงในกระบวนการยุติธรรม ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะดังนี้

3.1.1 ปัจจุบันการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับรอยฝ่าเท้าของคนไทยยังไม่ได้ได้รับความสนใจ ดังนั้นหน่วยงานของภาครัฐจึงควรสนับสนุนการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของประชากรในประเทศไทยไว้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาและควรให้การสนับสนุนในการศึกษาวิจัยด้านต่างๆ ที่เกี่ยวกับรอยฝ่าเท้า

3.1.2 เพื่อให้ผลการทดลองถูกต้องและนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง ผู้เก็บข้อมูลรอยพิมพ์ฝ่าเท้าจึงควรศึกษาวิธีพิมพ์รอยฝ่าเท้าที่ถูกต้องเสียก่อน เพื่อนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ทั้งนี้เพื่อให้ได้รอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่มีคุณภาพดีเพียงพอสำหรับการตรวจและวิเคราะห์ผล

3.1.3 วิธีการพิสูจน์ด้วยการทาบรอย (tracing) และการพิจารณาลักษณะทางกายภาพก็พบว่า รอยฝ่าเท้านั้นมีความแตกต่างกัน เป็นวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้วิธีการหนึ่ง แต่การพิจารณาลักษณะทางกายภาพจะต้องมีความชำนาญและประสบการณ์ในการศึกษามาพอสมควร ดังนั้นผู้ทำการตรวจพิสูจน์และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในด้านนี้จึงควรฝึกฝนและทำการศึกษาเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้จริงและเกิดความถูกต้อง

3.1.4 การวัดรอยฝ่าเท้าเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลนี้เป็นเพียงการทดลองในกลุ่มของประชากรที่เป็นตัวอย่างเท่านั้น แต่ไม่สามารถใช้ยืนยันกับประชากรทั้งหมด 6,000 ล้านคนในโลกได้เหมือนกับเรื่องการตรวจพิสูจน์ด้วยลายพิมพ์นิ้วมือที่เชื่อกันว่ารอยลายนิ้วมือนั้นไม่ซ้ำกัน แต่ไม่ได้ทำการทดลองกับประชากรทั้งโลก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีประโยชน์ในแง่ของการคัดแยกบุคคล (Eliminate)

3.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

3.2.1 ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้นและทำการรวบรวมไว้เป็นฐานข้อมูลพื้นฐาน เนื่องจากวิธีการศึกษาดังกล่าวนี้นี้ เป็นวิธีการพิสูจน์เอกลักษณ์ที่สามารถทำได้โดยง่าย ไม่มีความซับซ้อน ไม่ต้องใช้เครื่องมือที่มีเทคโนโลยีขั้นสูง เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุหรือแม้แต่พนักงานสอบสวนเองก็สามารถทำการตรวจพิสูจน์ในเบื้องต้นได้

3.2.2 ควรเพิ่มรูปแบบการเก็บรอยฝ่าเท้าในท่าทางการเคลื่อนไหวรูปแบบอื่นๆ เช่น การกระโดด

3.2.3 ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมปัจจัยเรื่องการแบกรับน้ำหนักของสิ่งของที่มีผลต่อการกดทับของฝ่าเท้าเพื่อนำไปใช้ในการพิสูจน์การเปลี่ยนแปลงของรูปรอยฝ่าเท้า

3.2.4 ควรหาวิธีการวัดเพิ่มเติมในรูปแบบใหม่ๆ เพื่อเพิ่มวิธีการตรวจพิสูจน์

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กานดา ใจภักดี. วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ดวงกมล (2520) จำกัด, 2542.

กานดา ใจภักดี, สิทธิ เตชะกัมพูช, วาริ ขำเดชและชนัดต์ อาคมานนท์. “การศึกษาดัชนีความแบนของฝ่าเท้าจากรอยพิมพ์เท้าแบบสแตติกส์และไดนามิกส์ของหญิงไทย.”

ภาพถ่ายบำบัด, 2 (2536) : 20-35.

บ้งอร ฉางทรัพย์. กายวิภาคศาสตร์ 1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ปริญญา สำราญบำรุง. “รูปเท้าและความสูงของการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.

ปรีชา รักษ์พลเมืองสิทธิและสิทธิ เตชะกัมพูช. “การวิเคราะห์ทางสถิติรอยพิมพ์ฝ่าเท้าคนไทย.”

สมาคมออร์โธปิดิกส์แห่งประเทศไทย, 2 (2530) : 101-108.

พรทิพย์ บุญเรืองศรี. มหากายวิภาคศาสตร์เรื่องเท้า. ขอนแก่น : ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535.

มณีนรัตน์ ปัจฉิมะศิริ. “การศึกษาขนาดเท้าของคนงานไทยในอุตสาหกรรม.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

มานะ งามเนตร. คำแนะนำการพิมพ์ลายพิมพ์นิ้วมือ เพื่อการพิสูจน์บุคคล [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 23 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก [http:// www.deksalween.com](http://www.deksalween.com)

วิไล ชินธเนศ, ธันวาทันต์ สติและมนต์กานต์ ดันสติ. กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามลดา, 2539.

สมทรง ณ นครและ โสภชา ภูสนิท. เอกสารประกอบการสอนวิชานิติวิทยาศาสตร์เบื้องต้น [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 21 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก

<http://www.champa.kku.ac.th/somsong/file /fingerprint.doc>

สมภพ เองสมบุญ, พ.ต.ท. การตรวจสถานที่เกิดเหตุเบื้องต้น(Introduction of Crime Scene Investigation). นครปฐม : โครงการตำรา กองบังคับการวิชาการ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

สถิตย์ สืบพงษ์ศิริ, พ.ต.ท. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการพิสูจน์หลักฐาน. สำนักงานนิติ

วิทยาศาสตร์ตำรวจ[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2551. เข้าถึงได้จาก

[http:// www.forensic.police.go.th](http://www.forensic.police.go.th)

สันติ์ สุขวัจน์, พ.ต.อ. รอยประทับของรองเท้า. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดพิมพ์อักษร, 2545.

สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. กองพิสูจน์หลักฐาน. “การตรวจเก็บลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ.” 2538.

(อัครสำเนา)

_____. “รายงานการฝึกอบรมหลักสูตรการถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุ.” เอกสารการฝึกอบรม

หลักสูตรการถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุ กองพิสูจน์หลักฐาน, 2542. (อัครสำเนา)

สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงยุติธรรม. แผนปฏิบัติการประจำปี

งบประมาณ พ.ศ. 2550 กระทรวงยุติธรรม [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2552.

เข้าถึงได้จาก <http://moc.moj.go.th/MocMoj/PlanMOJ/PlanInfo/PlanAnnual/1.pdf>

อรรถพล แหม่มสุวรรณวงศ์, พล.ต.อ. และคณะ. นิติวิทยาศาสตร์2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน

(Forensic Science 2 for Crime Investigation) พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัท ทีซีจี

พรินติ้ง จำกัด, 2546.

เครือข่ายการศึกษายาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้ (SC-Net). กายวิภาคศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2.

กรุงเทพมหานคร : บริษัท ประชุมช่าง จำกัด, 2547.

ภาษาต่างประเทศ

Bodziak, William J. Footwear Impression Evidence Detection, Recovery and Examination. 2 nd ed. Florida : CRC press LLC, 2000.

Kennedy Robert B. “Uniqueness of bare feet and its use as a possible means of identification.”

Forensic Science International, 82(1996) : 81-87.

Kirk, Paul L. Crime Investigation, 2nd ed., J. I. Thornton. n.p., 1974.

Krishan, Kewal. “Individualizing characteristics of footprints in Gujjars of North India—Forensic aspects.” Forensic Science International, 169 (2007) :137–144.

_____. “Establishing correlation of footprints with body weight—Forensic aspects.”

Forensic Science International, 179 (2008) : 63-69.

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

Forensic Science International (2007)

- Lee, Henry C., Timothy M. Palmbach, and Marilyn T. Miller. Henry Lee's Crime Scene Handbook. Barcelona : Academic Press, 2001.
- Saferstein, Richard. Criminalistics: An Introduction to Forensic Science. New Jersey : A Simon & Schuster Company ,Prentice-Hall, Inc.,1995
- Helal, Basil and Wilson Derek. The Foot Volume1. London : William Clowes Limited, 1988.
- Hansen, S.T. Functional Recostruction of the Foot and Ankle. USA : Lippincott Williams & Willkins, 2000.
- Alphonse Bertillon (French official) [Online]. Accessed 24 February 2009. Available from <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/62827/Alphonsebertillon>
- Dust print lifter [Online]. Accessed 4 May 2009 Available from <http://www.forensicssource.com/p-1474-dust-print-lifter.aspx>
- Edmond Locard [Online]. Accessed 24 February 2009. Available from [http:// www.crimezzz.net/forensic_history/image/LOcard](http://www.crimezzz.net/forensic_history/image/LOcard)
- Pre-Galton eugenics [Online]. Accessed 24 February 2009. Available from <http://www.martinfrost.ws/htmlfiles/mar2007/eugenics.html>

ภาคผนวก

ผนวก ก

1. แบบบันทึกข้อมูลส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยรอยพิมพ์ฝ่าเท้า
2. ตัวอย่างแบบบันทึกการเก็บข้อมูลและผลการวัด

เลขที่

แบบบันทึกข้อมูลส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

 สำหรับเพื่อการศึกษาวิจัยประกอบการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทสาขานิติวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร

วัน เดือน ปี ที่พิมพ์รอยฝ่าเท้า.....

เพศ ชาย เลขประจำตัวประชาชน

ชื่อ – นามสกุล.....

เกิดวันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เชื้อชาติ.....สัญชาติ.....

ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่.....หมู่ที่.....ถนน.....

ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....

อายุ.....ปี

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

ขนาดรองเท้า.....

 ตำนานรูปพรรณเท้า

ตัวอย่างแบบบันทึกการเก็บข้อมูลและผลการวัด

ชื่อ	
เพศ	อายุ
ความสูง (ซ.ม.)	น้ำหนัก (ก.ก.)
ห้องเรียน	
ขนาดรองเท้า	

วิธีการวัด	ความกว้าง-ความยาว (ม.ม.)	ซ้าย	ขวา	ลักษณะทางกายภาพของรอยเท้า	ซ้าย	ขวา
	เส้นที่ 1 ความยาวเท้า			จำนวนรอยโค้งหักบนแนวนิ้วเท้า		
	เส้นที่ 2 ความกว้างฝ่าเท้า			จำนวนนิ้วที่พบรอยข้อนิ้วเท้า		
	เส้นที่ 3 ความกว้างส้นเท้า			การเปรียบเทียบรูปแบบความยาวนิ้วที่ 1,2,3		
	เส้นที่ 4 ความยาวส้นเท้า			หมายเหตุ		
	เส้นที่ 5 ความถิก					
	ปลายนิ้วเท้า	ปลายนิ้วเท้า	ปลายนิ้วเท้า	การวัดมุม(องศา)	Θ	Θ
	ไปยัง	ซ้าย	ขวา	ระหว่างเส้น	ซ้าย	ขวา
	1.ปลายนิ้วเท้าที่ 1			เส้นที่ 1 - เส้นที่ 2 (Θ ₁)		
	2.ปลายนิ้วเท้าที่ 2			เส้นที่ 2 - เส้นที่ 3 (Θ ₂)		
	3.ปลายนิ้วเท้าที่ 3			เส้นที่ 3 - เส้นที่ 4 (Θ ₃)		
	4.ปลายนิ้วเท้าที่ 4			เส้นที่ 4 - เส้นที่ 5 (Θ ₄)		
	5.ปลายนิ้วเท้าที่ 5					
	ปลายนิ้วเท้าที่ 1	ปลายนิ้วเท้า	ปลายนิ้วเท้า	การวัดมุม(องศา)	Θ	Θ
	ไปยังปลายนิ้ว	ซ้าย	ขวา	ระหว่างเส้น	ซ้าย	ขวา
	1.นิ้วเท้าที่ 2			เส้นที่ 1 - เส้นที่ 2 (Θ ₁)		
	2.นิ้วเท้าที่ 3			เส้นที่ 2 - เส้นที่ 3 (Θ ₂)		
	3.นิ้วเท้าที่ 4			เส้นที่ 3 - เส้นที่ 4 (Θ ₃)		
	4.นิ้วเท้าที่ 5					

ภาคผนวก ข

เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองและวิธีการทดลอง

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 56 อุปกรณ์สำหรับทำความสะอาดเท้าก่อนพิมพ์และหลังพิมพ์เท้า ได้แก่ แปรงทำความสะอาด, สบู่, ผ้าทำความสะอาด และน้ำยาล้างทำความสะอาด



ภาพที่ 57 อุปกรณ์สำหรับพิมพ์เท้า ได้แก่ กระดาษสีขาวเทาขนาดกว้างยาว 30x40 ซม.และ ขนาด 40x110 ซม., ลูกกลิ้งยาง, แท่นพิมพ์ และหมึกพิมพ์สีดำ



ภาพที่ 58 อุปกรณ์สำหรับการเก็บข้อมูลและวัดรอยเท้า ได้แก่ แผ่นใสสำหรับถ่ายเอกสาร 3M, กระดาษกราฟขนาด 1 ตารางมิลลิเมตร, ไม้บรรทัดบอกสเกลระดับมิลลิเมตร, เครื่องมือวัดมุม, เทปกาวยึด 3M, ปากกาเขียนแผ่นใสแบบถาวรและคัดเตอร์

2. วิธีการทดลอง

2.1 ทำการชี้แจงวัตถุประสงค์ของการพิมพ์รอยฝ่าเท้าและแนะนำวิธีการพิมพ์ฝ่าเท้าให้กลุ่มตัวอย่างทราบ โดยทำการสาธิตวิธีการพิมพ์ฝ่าเท้าทั้งทำขึ้น เค้นและวิ่ง ให้กลุ่มตัวอย่างทำความเข้าใจก่อนลงมือพิมพ์เท้า



ภาพที่ 59 แสดงกลุ่มตัวอย่างขณะรับฟังการชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการพิมพ์รอยฝ่าเท้า



ภาพที่ 60 แสดงกลุ่มตัวอย่างขณะเตรียมตัวเพื่อทำการพิมพ์รอยฝ่าเท้าหลังจากทำความสะอาดเท้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว

2.2 ขั้นตอนการพิมพ์รอยฝ่าเท้า

2.2.1 ใช้ลูกกลิ้งยางคลึงหมึกบนแท่นพิมพ์เพื่อเตรียมการพิมพ์เท้า



ภาพที่ 61 แสดงการคลึงหมึกสีดำบนแท่นพิมพ์ผิวเรียบ

2.2.2 ใช้ลูกกลิ้งยางคลึงหมึกลงบนฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างให้ทั่วเสมอกัน



ภาพที่ 62 แสดงการคลึงหมึกสีดำลงบนฝ่าเท้าจนทั่วเสมอกัน

2.2.3 ทำการพิมพ์เท้าของกลุ่มตัวอย่างในทำยีน



ภาพที่ 63 แสดงการพิมพ์เท้าของกลุ่มตัวอย่างในทำยีน

2.2.4 ทำการพิมพ์เท้าของกลุ่มตัวอย่างในท่าเดิน



ภาพที่ 64 แสดงการพิมพ์เท้าของกลุ่มตัวอย่างในท่าเดิน

2.2.5 ทำการพิมพ์เท้าของกลุ่มตัวอย่างในท่าวิ่ง



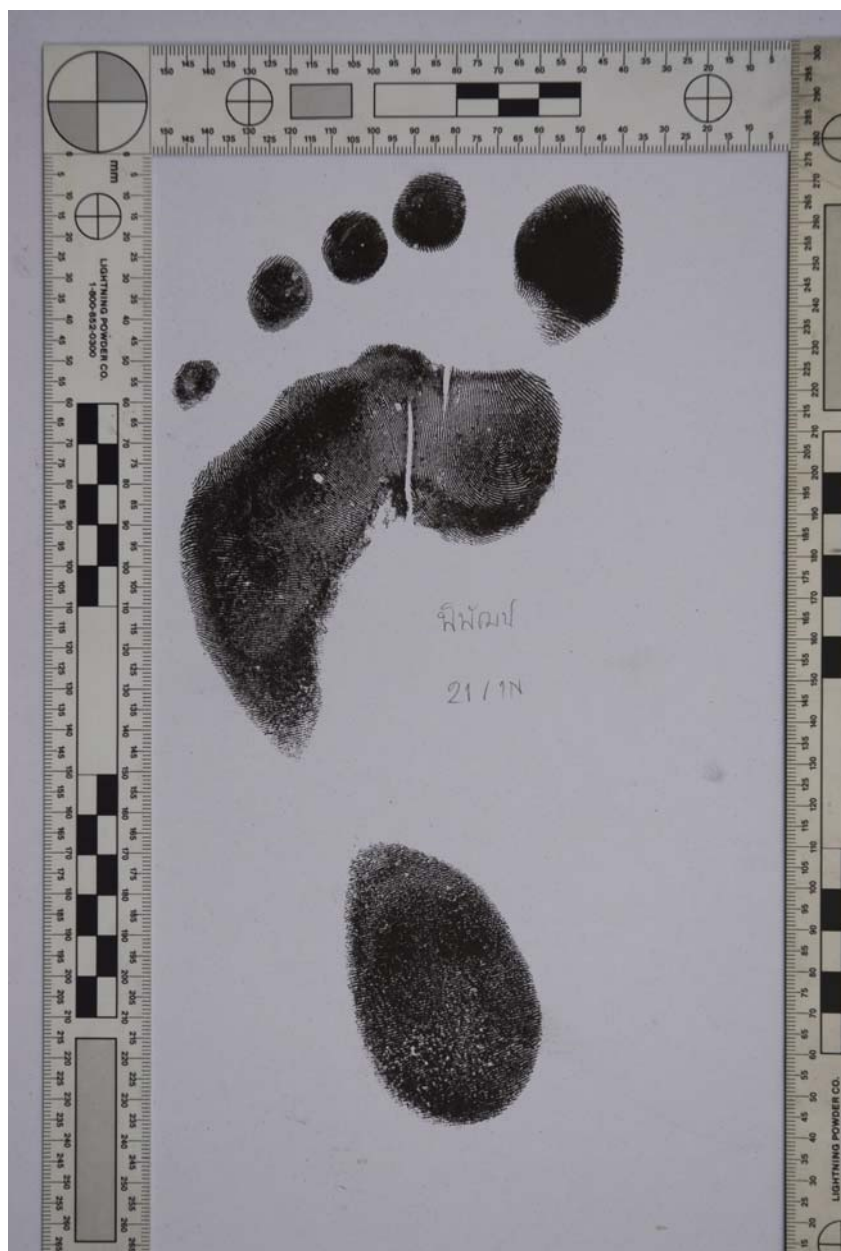
ภาพที่ 65 แสดงการพิมพ์เท้าของกลุ่มตัวอย่างในท่าวิ่ง

2.2.6 นำกระดาษที่พิมพ์รอยฝ่าเท้าเสร็จเรียบร้อยแล้วไปฝั่งลมให้แห้ง

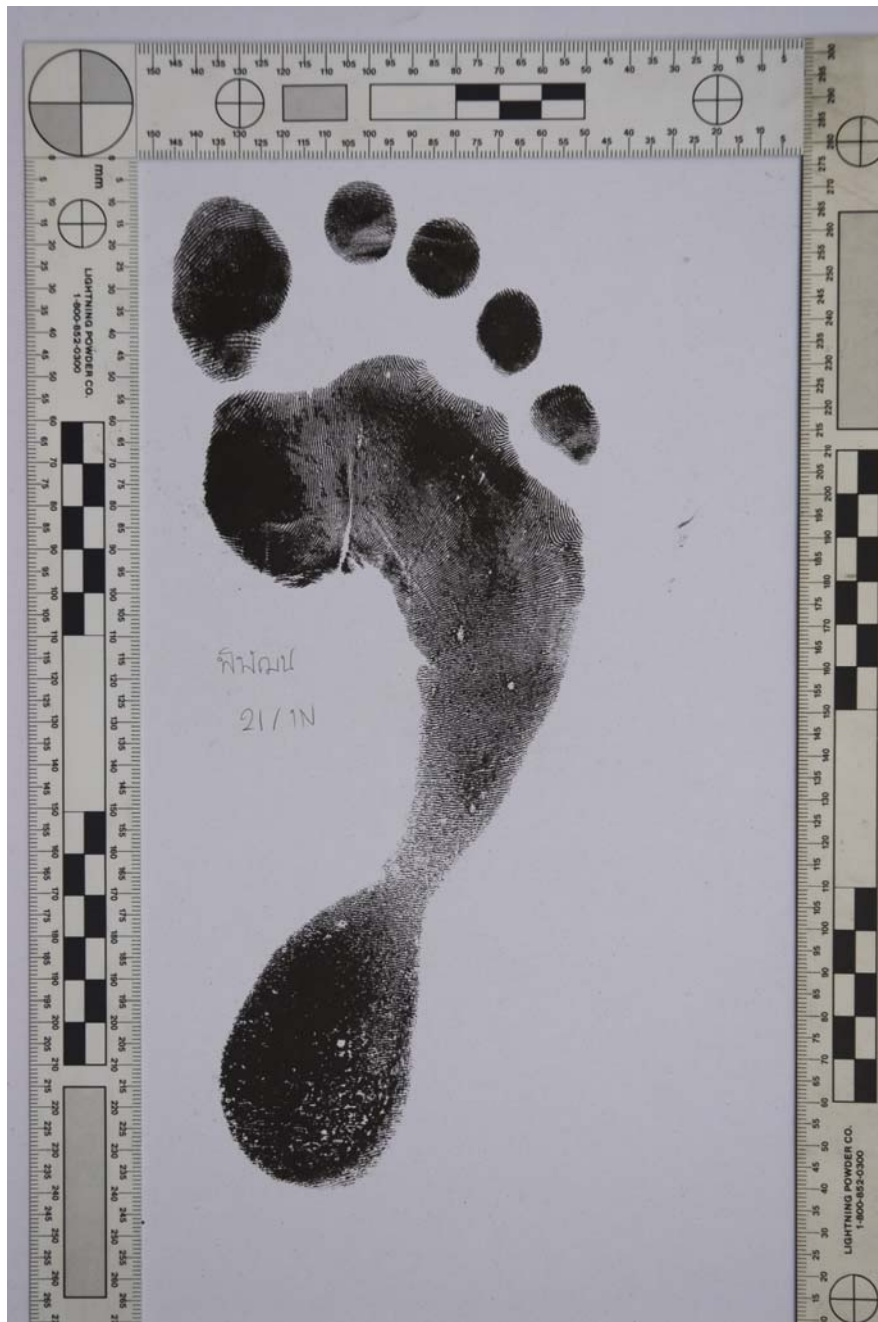


ภาพที่ 66 แสดงรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวาขณะฝึกวิ่งให้แห้งก่อนทำการเก็บรวบรวม

2.2.7 ตัวอย่างรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของกลุ่มตัวอย่าง



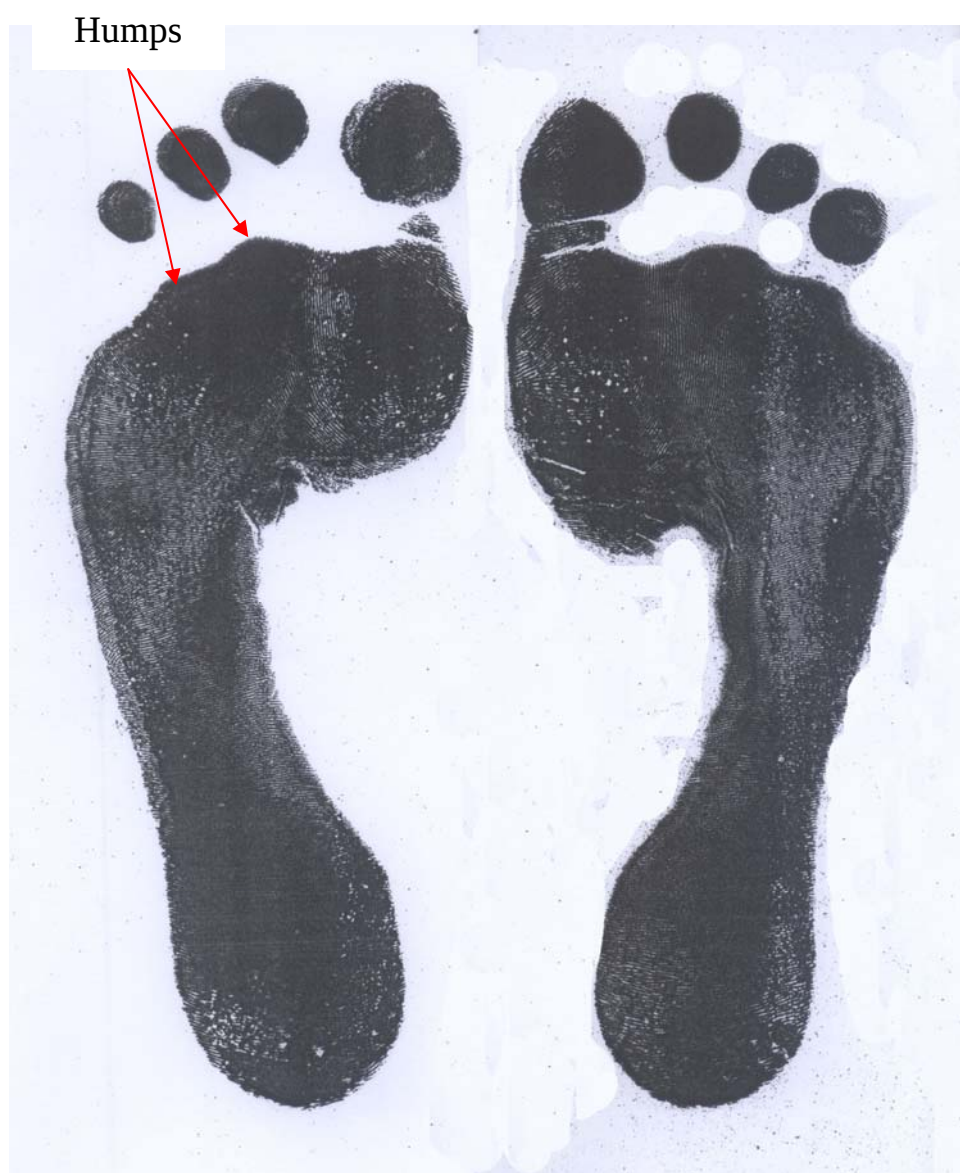
ภาพที่ 67 แสดงตัวอย่างรอยพิมพ์ผ้าเท้าซ้ายของกลุ่มตัวอย่างในทำขึ้น



ภาพที่ 68 แสดงตัวอย่างรอยพิมพ์ฟ้าเท้าขาวของกลุ่มตัวอย่างในทำขึ้น



ภาพที่ 69 แสดงรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่มีลักษณะแบนราบหรือภาวะเท้าแบน (flat foot)



ภาพที่ 70 แสดงรอยพิมพ์ฝ่าเท้าที่รอยนิ้วเท้าที่ 5 ขาดหายไป (missing toes) และจำนวนรอยโค้งหยักบนแนวนิ้วเท้า (Humps)



ภาพที่ 71 แสดงตัวอย่างรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาของกลุ่มตัวอย่างในท่าเดิน



ภาพที่ 72 แสดงตัวอย่างรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายและขวาของกลุ่มตัวอย่างในท่าวิ่ง

ภาคผนวก ค

นิยามคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องและการระบุจุดอ้างอิง (Landmark)

ตารางที่ 20 นิยามคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

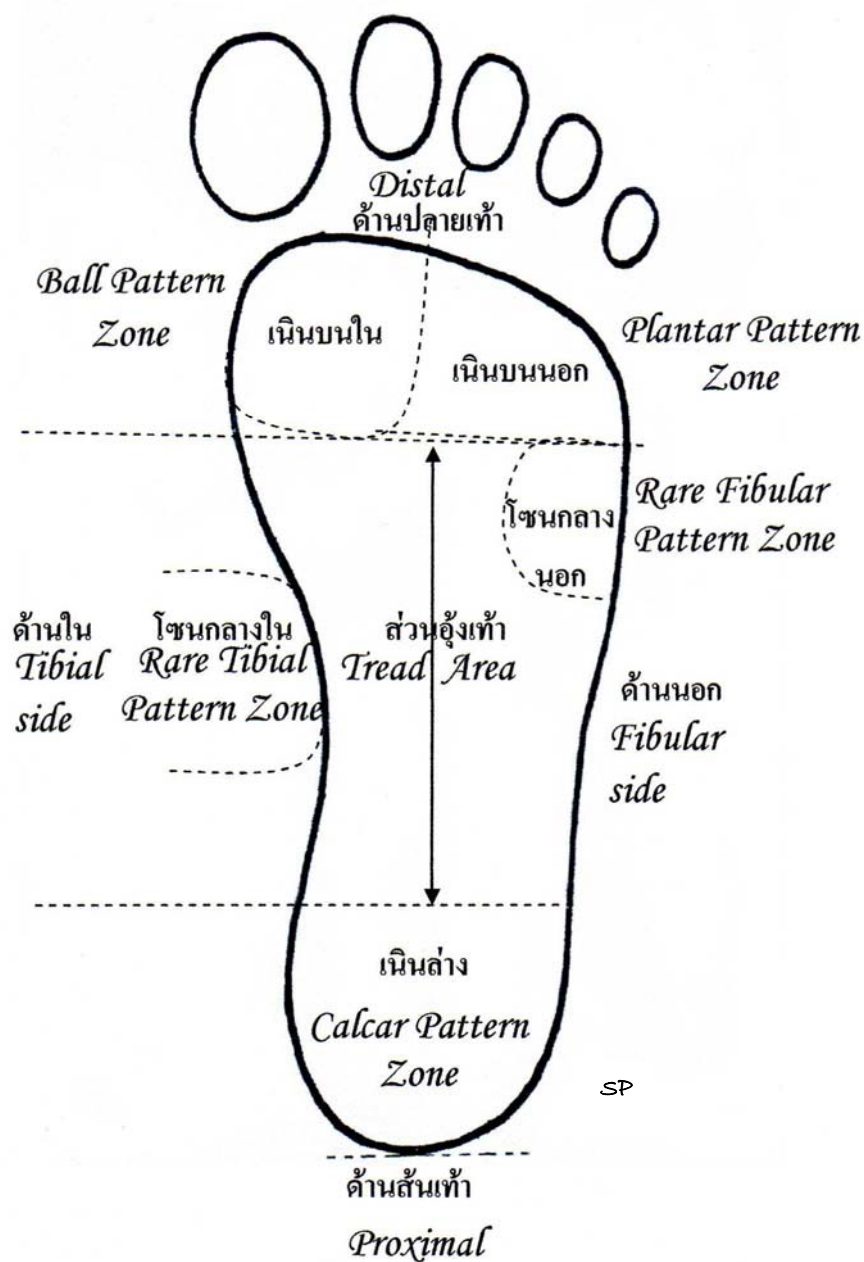
Anthropometric terms	ความหมาย
Tibial	ด้านของกระดูก tibial ในขาส่วนล่างหรือด้านนิ้วโป้งของเท้า
Fibular	ด้านของกระดูก fibular ในขาส่วนล่างหรือด้านนิ้วก้อยของเท้า
Lateral	ด้านข้างของร่างกายซึ่งอยู่ตรงข้ามกับ lateral
Foot axis (เส้นแนวแกนเท้า)	เส้นตรงสองเส้นที่ลากตามเส้นแนวแกน x และแนวแกน y เส้นแนวแกน x (x-axis) หมายถึง เส้นตรงที่ลากสัมผัสกับเส้นขอบปลายนอกสุดด้านสันเท้า(proximal) ผ่านจุด pternion และตั้งฉากกับแนวแกน y เส้นแนวแกน y (y-axis) หมายถึง เส้นตรงที่แบ่งครึ่งมุมของสามเหลี่ยมรูปกรวย (bisection of a tangent cone) ที่ด้านล่างของปลายสันเท้า (proximal) แล้วลากยาวขึ้นไปแบ่งครึ่งรอยเท้าออกเป็นสองส่วนไปจนถึงด้านปลายเท้า (distal)
Tuberosity	ด้านข้างของเท้าด้านนอกบริเวณโคนของกระดูก metatarsal bones ขึ้นที่ 5
Convex hull	ส่วนที่เรียกว่า Tuberosity ยื่นออกมามากกว่าปกติ

(ดัดแปลงจากมณีรัตน์ ปัจฉิมะศิริ, การศึกษาขนาดเท้าของคนงานไทยในอุตสาหกรรม, 2550: 115)

ตารางที่ 21 การระบุจุดอ้างอิง

Measuring Points	ความหมาย
Metatarsal tibiale	จุดที่ยื่นออกมามากที่สุดด้านข้างของกระดูก metatarsale ขึ้นที่ 1 ซึ่งอยู่ด้าน Tibial
Metatarsal fibulare	จุดที่ยื่นออกมามากที่สุดด้านข้างของกระดูก metatarsale ขึ้นที่ 5 ซึ่งอยู่ด้าน Fibial
Acropodion	จุดปลายนิ้วเท้าที่ห่างจากจุดสันเท้ามากที่สุด
Pternion	จุดหลังสุดของกระดูก Calcaneus (กระดูกสันเท้า)
Metatarsalsophalangeal joint (MPJ joint)	เป็นข้อต่อระหว่างกระดูกฝ่าเท้า (metatarsal bone) กับกระดูกนิ้วเท้า (proximal Phalanx)
Metatarsal cuneiform joint (tarsometatarsal joint)	จุดรอยต่อของกระดูก forefoot และกระดูก midfoot

(ดัดแปลงจากมณีรัตน์ ปัจฉิมะศิริ, การศึกษาขนาดเท้าของคนงานไทยในอุตสาหกรรม, 2550: 115)



ภาพที่ 73 แสดงพื้นที่บริเวณส่วนต่างๆบริเวณผิวหน้าที่ด้านล่างของฝ่าเท้า (Plantar Surface)
 ที่มา : “รายงานการฝึกอบรมหลักสูตรการถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุ”, เอกสารการฝึกอบรมหลักสูตร
 การถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุ กองพิสูจน์หลักฐาน, 2542. (อัคราเนนา)

ภาคผนวก ง

รายละเอียดสำหรับการทาบรอยเท้าและการวัดรอยพิมพ์เท้ารูปแบบต่างๆ

2.3 การทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

2.3.1 การทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันในทำยึนกับท่าเดิน

นำแผ่นใสที่อัดสำเนารอยพิมพ์เท้าในทำยึนทั้งเท้าซ้ายและเท้าขวาวางทาบลงบนรอยพิมพ์ฝ่าในท่าเดินที่พิมพ์อยู่บนกระดาษสีขาวเทา



ภาพที่ 74 แสดงการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายของกลุ่มตัวอย่างบุคคลเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในทำยึนกับท่าเดิน



ภาพที่ 75 แสดงการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าขวาของกลุ่มตัวอย่างบุคคลเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในทำขึ้นกับทำเดิน

2.3.2 การทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าของบุคคลคนเดียวกันในทำขึ้นกับทำวัง

นำแผ่นใสที่อัดสำเนารอยพิมพ์เท้าในทำขึ้นทั้งเท้าข้างซ้ายและเท้าข้างขวาวางทาบลงบนรอยพิมพ์ฝ่าในทำวังที่พิมพ์อยู่บนกระดาษสีขาวเทา



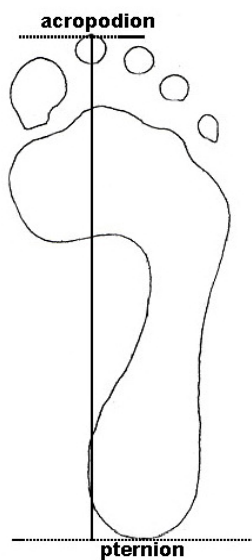
ภาพที่ 76 แสดงการทาบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าซ้ายของกลุ่มตัวอย่างบุคคลคนเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในทำขึ้นกับทำวัง



ภาพที่ 77 แสดงการทารอยพิมพ์ฝ่าเท้าขาวของกลุ่มตัวอย่างบุคคลเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในทำขึ้นกับทำวัง

2.4 การวัดรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

2.4.1 การวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า



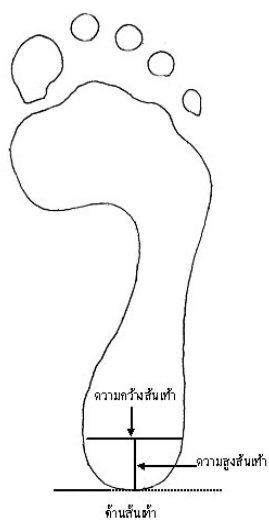
ภาพที่ 78 แสดงภาพการวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

2.4.2 การวัดความกว้างฝ่าเท้า



ภาพที่ 79 แสดงภาพการวัดความกว้างฝ่าเท้า

2.4.3 การวัดความกว้างและความสูงของส้นเท้า



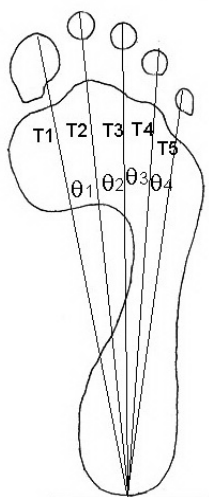
ภาพที่ 80 แสดงภาพการวัดความกว้างและความสูงของสันเท้า

2.4.4 การวัดความลึกของโค้งด้านในเท้า



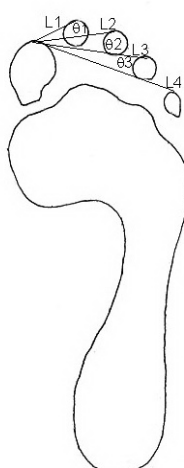
ภาพที่ 81 แสดงภาพการวัดความกว้างและความสูงของสันเท้า

2.4.5 การวัดความยาวจากปลายส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4, 5 และการวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 และ 5



ภาพที่ 82 แสดงภาพการวัดความยาวจากปลายส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4, 5 และการวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายส้นเท้าไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 1, 2, 3, 4 , 5

2.4.6 การวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4, 5 และการวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 , 5



ภาพที่ 83 แสดงภาพการวัดความยาวจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 , 5 และการวัดมุมระหว่างเส้นที่ลากจากปลายนิ้วเท้าที่ 1 ไปยังปลายนิ้วเท้าที่ 2, 3, 4 , 5

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวกาญจนา สุขาบุรณ์
ที่อยู่	54/4 หมู่ 4 ตำบลท่าตำหนัก อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม 73120
ที่ทำงาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์วาสุกรี ตำบลวาสุกรี อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โทรศัพท์ (035) 252392
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2544	สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีศาสตรบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2548	สำเร็จการฝึกอบรมวิชาชีพทนายความ จากสภานายความ
พ.ศ. 2549	ศึกษาต่อระดับปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2545-2548	อาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์วาสุกรี ตำบล วาสุกรี อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
พ.ศ. 2548-ปัจจุบัน	อาจารย์พิเศษมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์วาสุกรี ตำบลวาสุกรี อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและ ทนายความ