ข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยโดยวิเคราะห์ท่าทางการเดิน

นายวรวุฒิ ขอเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

Basic information for Thai elder design walkway by Gait analysis

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

Mr. Worawut Koajareon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยโดยวิเคราะห์ท่าทางการเดิน
โดย	นายวรวุฒิ ขอเจริญ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โอสถศิลป์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.จิตพัต ฉอเรืองวิวัฒน์)

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

วรวุฒิ ขอเจริญ : ข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยโดยวิเคราะห์ท่าทางการเดิน. (Basic information for Thai elder design walkway by Gait analysis) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล

อุบัติเหตุการหกล้มของผู้สูงอายุนับเป็นปัญหาระดับโลกเพราะการหกล้มของสูงอายุอาจนำไปสู่อาการบาดเจ็บเล็กน้อยจนถึงเสียชีวิต ซึ่งสาเหตุของอุบัติเหตุการหกล้มของผู้สูงอายุเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น สิ่งแวดล้อมรอบข้างไม่เหมาะสมหรือปัจจัยด้านร่างกายของผู้สูงอายุที่ถดถ้อย ดังนั้นการออกแบบการป้องกันอุบัติเหตุการหกล้มคือการออกแบบให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุ การศึกษาการเดินของผู้สูงอายุโดยใช้หลักการวิเคราะห์ท่าทางการเดินสามารถนำไปใช้ออกแบบทางเดิน ผู้เข้าร่วมการทดลองเป็นผู้สูงอายุจำนวน 100 คน ประกอบด้วย เพศชาย 40 คน และเพศหญิง 60 คน ที่ผ่านการประเมินความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวัน ผู้เข้าร่วมการทดลองทั้งหมดถูกวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิตจำนวน 5 สัดส่วนและน้ำหนัก จากนั้นถูกติดตั้งลูกบอลวาวแสงบนร่างกายจำนวน 16 ตำแหน่ง สำหรับบันทึกพิกัดการเคลื่อนไหวของการเดินบนพื้นพรมเป็นระยะทาง 4 – 5 เมตร ด้วยระบบบันทึกการเคลื่อนไหว(Motion capture) มิติการเคลื่อนไหวของการเดินถูกวิเคราะห์ทั้งหมด 6 มิติ ได้แก่ ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ระยะการก้าวเดิน ระยะห่างของเท้าด้านใน-นอกขณะเดิน และความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวถูกนำเสนอในรูปแบบมาตรฐาน ISO 7250 – 2 และแผนภูมิฮิสโตแกรม จากผลการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติการเคลื่อนไหวกับ กลุ่มเพศ อายุ และดัชนีมวลร่างกาย สรุปว่า การออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุควรคำนึงถึงปัจจัยเรื่องเพศเป็นหลัก มิติการเคลื่อนไหวที่ได้ถูกนำไปใช้สร้างกรอบการเดินของผู้สูงอายุ กรอบการเดินสามารถนำไปใช้เป็นมาตรฐานการออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุซึ่งประกอบด้วย มิติการเคลื่อนไหว 6 มิติ และ ขนาดสัดส่วนร่างกาย 1 สัดส่วน โดยกรอบการเดินดังกล่าวได้ถูกนำเสนอแบบแบ่งตามเพศ และแบบสาธารณะ เพื่อใช้ในการออกแบบสถานที่หรืออุปกรณ์ ที่เกี่ยวกับทางเดินสำหรับกลุ่มผู้สูงอายุ

สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2561	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

6070303321 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: gait analysis/motion capture/ergonomics/walkway design/elder/aging

Worawut Koajareon : Basic information for Thai elder design walkway by Gait analysis. Advisor: Asst. Prof. PHAIROAT LADAVICHITKUL, Ph.D.

Falling accident of elder was recorded as a public problem of international health issues because falling accident of elder may lead to causes of death and minor injury. Falling accident in elder may occur by many factors such as the unsuitable environment for elder and the decreasing of physical ability of elder. Therefore, the protection of falling accident is to design the suitable environment for elder. Study of walking by gait analysis can be used to design walkway. There were 100 participants consisted of 40 males and 60 females, who passed Bathel Activity Daily Living (ADL). All participants were measured their anthropometric data composed of 5 proportions and weight. Sixteen reflective markers were placed on their body to record walking movement for distance 4 – 5 m. by a motion capture system. Movement space of walking composed of 6 dimensions such as stature height while walking, upper body width while walking, step length, step width, walk width and step height. The statistical data of movement space were reported as ISO 7250 – 2 format and Histogram. The relationship between movement spaces and other factors such as gender, age and Body Mass Index (BMI) concluded that, the gender should be considered as a major factor to design the elder walkway. The movement space and the fingertip height data were used to create walking frame of elder. The walking frame can be set as a design standard for walkway. The walking frames were presented in gender determination and general propose for design furniture or other equipment related to elder walking.

Field of Study:	Industrial Engineering	Student's Signature .....
Academic Year:	2018	Advisor's Signature .....

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้เข้าร่วมการทดลองทุกท่านที่ยอมเสียสละเวลาอันมีค่ามาเข้าร่วมการทดลองนี้ และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดการทดลอง

ขอขอบคุณบริษัท แมกโนเลีย ควอลิตี้ ดีเวล็อปเม้นต์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด

ขอขอบคุณครอบครัว ผู้ซึ่งให้โอกาสส่งค่าใช้จ่ายในการศึกษา และให้การสนับสนุน ตลอดจนสำเร็จการศึกษา

วรวุฒิ ขอเจริญ

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 13

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 13

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 17

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 17

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 17

1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย 17

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

2.1 ผู้สูงอายุ 18

2.2 การหกล้ม 20

2.3 การออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุ 23

2.4 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย 24

2.5 การวัดการเคลื่อนไหว 24

2.6 รูปแบบวัดการเดินของมนุษย์ 25

2.7 การเคลื่อนไหวร่างกายของมนุษย์ 27

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 33
3.1 ผู้เข้าร่วมการทดลอง 33
3.2 สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง 34
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 34
3.4 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล 37
3.5 การวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูล 41
3.6 การนำไปประยุกต์ใช้งาน 52
บทที่ 4 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล 54
4.1 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง 54
4.2 ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหว 56
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 62
4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ แบบ 3 ทาง 76
4.5 แนวทางการประยุกต์ใช้ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหว 78
4.6 เปรียบเทียบขนาดกรอบการเดินกับผลงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง 90
4.7 ผลการวิเคราะห์เพิ่มเติม 91
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 94
5.1 ปัญหาและข้อจำกัดของงานวิจัย 100
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 100
บรรณานุกรม 101
ภาคผนวก ก นิยามการวัดสัดส่วนร่างกายแบบสถิตจำนวน 5 สัดส่วน 103
ภาคผนวก ข แบบประเมินคัดกรองผู้สูงอายุ 106
ประวัติผู้เขียน 111

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางการเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของทั้ง 3 รูปแบบ 26

ตารางที่ 2 ตัวอักษรแทนขนาดสัดส่วนร่างกาย 50

ตารางที่ 3 ตารางการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากงานวิจัย 52

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการนำข้อมูลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้งาน 53

ตารางที่ 5 การทดสอบ Independent-Sample t-test เปรียบเทียบความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินระหว่างทิศทางบวกกับทิศทางลบ 58

ตารางที่ 6 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 60-75ปี ประกอบด้วยเพศชาย 40 คน และเพศหญิง 60 คน 62

ตารางที่ 7 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 60-65ปี ประกอบด้วยเพศชาย 19 คน และเพศหญิง 33 คน 64

ตารางที่ 8 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 66-70ปี ประกอบด้วยเพศชาย 11 คนและเพศหญิง 19 คน 66

ตารางที่ 9 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 71-75ปี ประกอบด้วยเพศชาย 10 คนและเพศหญิง 8 คน 68

ตารางที่ 10 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 18 คนและเพศหญิง 20 คน 70

ตารางที่ 11 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายระหว่าง 18.5-25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 20 คนและเพศหญิง 33 คน 72

ตารางที่ 12 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายน้อยกว่า 18.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 2 คนและเพศหญิง 2 คน 74

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ แบบ 3 ทาง ระหว่างกลุ่มเพศ, กลุ่มช่วงอายุ และกลุ่มดัชนีมวลร่างกาย กับความสูงของศีรษะขณะเดิน, ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน, ระยะการก้าวเดิน, ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน, ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน และความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน 77

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าความกว้างทางเดินของแต่ละงานวิจัย..... 90

ตารางที่ 15 ข้อมูลความกว้างบ่าขณะเดิน ช่วงอายุ 60 – 75ปี ประกอบด้วยเพศชาย 40 คน และเพศหญิง 60 คน 91

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าความกว้างทางเดินที่ได้จากค่าความกว้างบ่าขณะเดินกับค่าความกว้างทางเดินตามคำแนะนำของงานวิจัยอื่น 92

ตารางที่ 17 การทดสอบ Independent-Sample t-test เปรียบเทียบความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินกับความกว้างบ่าขณะเดิน..... 93

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1 ทางเดินสวนสาธารณะ (สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เขตจตุจักร, 2558)..... 15

รูปภาพที่ 2 กรอบการเดินของมนุษย์..... 16

รูปภาพที่ 3 การออกแบบทางเดินในสวนสำหรับคนเดียว (ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 2548)..... 23

รูปภาพที่ 4 การออกแบบระยะห่างระหว่างแผ่นปูทางเดิน (ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 2548)..... 23

รูปภาพที่ 5 ระนาบอ้างอิง..... 27

รูปภาพที่ 6 วัฏจักรการเดินของมนุษย์ (Perry, 1992)..... 28

รูปภาพที่ 7 วัฏจักรการเดินของขาสองข้าง (Perry, 1992)..... 29

รูปภาพที่ 8 วัฏจักรการเดินของขาหนึ่งข้าง (AMAJEED, 2016)..... 29

รูปภาพที่ 9 Step width (AMAJEED, 2016)..... 30

รูปภาพที่ 10 Step length และ Stride length (Perry, 1992)..... 30

รูปภาพที่ 11 ความกว้างมากสุดสำหรับกำหนดความกว้างขั้นต่ำของทางเดิน(Pheasant, 1986)..... 31

รูปภาพที่ 12 เครื่องชั่งน้ำหนัก..... 34

รูปภาพที่ 13 กล้องอินฟาเรด รุ่น Flex 13..... 34

รูปภาพที่ 14 ลูกบอลวาวแสง..... 35

รูปภาพที่ 15 รองเท้าลุยน้ำ ยี่ห้อTRIBORD..... 35

รูปภาพที่ 16 สายรัด..... 36

รูปภาพที่ 17 ถุงมือ..... 36

รูปภาพที่ 18 หมวกว่ายน้ำ..... 36

รูปภาพที่ 19 แสดงเครื่องมือวัด Anthropometer Martin Type..... 37

รูปภาพที่ 20 ห้องปฏิบัติการสำหรับเก็บข้อมูลการเคลื่อนไหว 3 มิติ และพรมกันลื่น..... 38

รูปภาพที่ 21 ตำแหน่งการติดลูกบอลวาวแสง 16 ตำแหน่ง บนร่างกาย..... 39

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

รูปภาพที่ 22 แผนผังพื้นที่ทำการทดลอง 39
รูปภาพที่ 23 ลักษณะการเดินของผู้เข้าร่วมการทดลอง 40
รูปภาพที่ 24 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาวัฏจักรการเดิน 41
รูปภาพที่ 25 ตัวอย่างการวิเคราะห์หาวัฏจักรการเดินจากมุมมองด้านข้าง 41
รูปภาพที่ 26 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาความสูงของศีรษะขณะเดิน 42
รูปภาพที่ 27 ตัวอย่างความสูงของศีรษะขณะเดินจากมุมมองด้านข้าง 42
รูปภาพที่ 28 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน 43
รูปภาพที่ 29 ตัวอย่างความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินจากมุมมองด้านบน 43
รูปภาพที่ 30 ตัวอย่างการหาทิศทางการเดินจากมุมมองด้านบน 44
รูปภาพที่ 31 ตัวอย่างการหาความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินจากมุมมองด้านบน 45
รูปภาพที่ 32 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์ระยะการก้าวเดิน 46
รูปภาพที่ 33 ตัวอย่างการวิเคราะห์ระยะก้าวเดิน 46
รูปภาพที่ 34 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน 47
รูปภาพที่ 35 ตัวอย่างการวิเคราะห์ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน 47
รูปภาพที่ 36 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาระยะห่างของเท้าด้านนอก 48
รูปภาพที่ 37 ตัวอย่างการวิเคราะห์ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน 48
รูปภาพที่ 38 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน 49
รูปภาพที่ 39 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน 49
รูปภาพที่ 40 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ 55
รูปภาพที่ 41 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ 55
รูปภาพที่ 42 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศและช่วงอายุ 56
รูปภาพที่ 43 วัฏจักรการเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองผู้สูงอายุจำนวน 100 คน 59
รูปภาพที่ 44 ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองผู้สูงอายุจำนวน 100 คน 60

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

รูปภาพที่ 45 ความสูงของศีรษะขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองผู้สูงอายุจำนวน 100 คน 61
รูปภาพที่ 46 กราฟ Box-plot ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหว 61
รูปภาพที่ 47 กรอบการเดินสำหรับสาธารณะ ในช่วงอายุ 60 – 75ปี 81
รูปภาพที่ 48 กรอบการเดินสำหรับเพศชาย ในช่วงอายุ 60 – 75ปี 82
รูปภาพที่ 49 กรอบการเดินสำหรับเพศหญิง ในช่วงอายุ 60 – 75ปี 82
รูปภาพที่ 50 แผนภูมิ Histogram ความสูงของศีรษะขณะเดิน 83
รูปภาพที่ 51 แผนภูมิ Histogram ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน 84
รูปภาพที่ 52 แผนภูมิ Histogram ระยะการก้าวเดิน 85
รูปภาพที่ 53 แผนภูมิ Histogram ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน 86
รูปภาพที่ 54 แผนภูมิ Histogram ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน 87
รูปภาพที่ 55 แผนภูมิ Histogram ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน 88
รูปภาพที่ 56 แผนภูมิ Histogram ความสูงของปลายนิ้วมือ 89
รูปภาพที่ 57 กรอบการเดินสำหรับสาธารณะ ในช่วงอายุ 60 – 75ปี จากแผนภูมิ Histogram 90

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2561 จากผลการสำรวจของสถาบันวิจัยประชากรและสังคม ของมหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าจำนวนประชากรผู้ที่อายุมากกว่า 60 ปีมีอยู่ถึง 11,770,000 คน โดยมีสัดส่วนจำนวนประชากรผู้สูงอายุเพศชายต่อเพศหญิงเป็น 45.14:54.86 (สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2561)

การหกล้มในผู้สูงอายุเป็นปัญหาที่สำคัญด้านการสาธารณสุข เนื่องจากเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บจนต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล และอาจเสียชีวิตในเวลาต่อมา (แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์ และคณะ, 2548) สำหรับเด็กอุบัติเหตุการหกล้มอาจเป็นบทเรียนเพื่อเพิ่มประสบการณ์และเสริมสร้างให้เด็กมีความอดทน แต่การหกล้มเพียงครั้งเดียวสำหรับผู้สูงอายุนั้นอาจก่อให้เกิดความพิการ หรือแม้กระทั่งเป็นสาเหตุการเสียชีวิต จากผลการสำรวจพบว่า 1 ใน 5 ของผู้สูงอายุที่เกิดอุบัติเหตุการหกล้มนั้นไม่สามารถกลับมาเดินได้อีก และบางส่วนต้องใช้เครื่องช่วยการเดินไปตลอด และ 4 ใน 5 พบว่าแม้ไม่ได้รับอาการบาดเจ็บรุนแรง แต่อาจเกิดอาการหวาดกลัวต่อการหกล้มซ้ำ ส่งผลให้การดำเนินชีวิตนั้นเป็นไปด้วยความหวาดระแวงซึ่งทำให้คุณภาพชีวิตด้านอื่น ลดลงไปด้วย เช่น ไม่กล้าเดินภายในบริเวณนั้นอีก หรืออาจนำไปสู่ภาวะโรคนอนติดเตียงในผู้สูงอายุ (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย)

จากรายงานในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าอุบัติเหตุการหกล้มได้นำไปสู่อาการบาดเจ็บภายนอกได้ให้รายงานว่าประมาณ 24% ของผู้ที่มารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินได้รับบาดเจ็บมาจากอุบัติเหตุการหกล้ม เป็นเด็กที่มีช่วงอายุน้อยกว่า 5 ปี และผู้สูงอายุที่มีช่วงอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป โดยอาการบาดเจ็บส่วนมากที่เกิดจากอุบัติเหตุการหกล้ม คือกระดูกหักและมักเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 70ปี โดยเฉพาะในผู้สูงอายุเพศหญิงพบว่าเกิดข้อสะโพกหักมากถึง 75 – 80% เมื่อเปรียบเทียบกับเด็กแล้ว ผู้สูงอายุที่เกิดอุบัติเหตุการหกล้มจะต้องนอนรักษาตัวอยู่ในโรงพยาบาลมากกว่าเด็กถึง 10 เท่า ส่งผลให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาผู้สูงอายุที่ได้รับการบาดเจ็บเพิ่มขึ้น (แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์ และคณะ, 2548)

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุการหกล้มของผู้สูงอายุแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยภายใน (Intrinsic Factors) และปัจจัยภายนอก (Extrinsic Factors)

ปัจจัยภายใน เกิดจากการถดถ้อยทางสรีรวิทยา ได้แก่ ความบกพร่องในการด้านการทรงและการเคลื่อนไหว ระบบประสาทรับความรู้สึกบกพร่อง การมองเห็นภาพที่มีความชัดเจนน้อยลง ความผิดปกติทางระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ระบบกระดูก และปัญหาของเท้า เป็นต้น

ปัจจัยภายนอก เกิดจากสิ่งแวดล้อมรอบตัวของผู้สูงอายุ ทั้งภายในและนอกอาคาร แต่สาเหตุหลักเกิดขึ้นจากการออกแบบที่ไม่เหมาะสมกับการถดถ้อยทางสรีรวิทยาของผู้สูงอายุ เช่น ความสูงของขั้นบันได พื้นต่างระดับ ช่องว่างระหว่างทางเดินเท้า ความกว้างทางเดิน พื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ เป็นต้น

จากการสืบค้นข้อมูลพบว่า 11.6% ของผู้สูงอายุจำนวน 10,014,705 คน เคยเกิดอุบัติเหตุการหกล้ม และเมื่อพิจารณาความบ่อยครั้งของการเกิดอุบัติเหตุ พบว่า 6.6% ของผู้สูงอายุเคยหกล้ม 1 ครั้ง 3.8% ของผู้สูงอายุเคยหกล้ม 2-3 ครั้ง และ 1.2% มีผู้สูงอายุเคยหกล้มมากกว่า 3 ครั้งขึ้นไป ซึ่งจากรายงานได้ให้รายละเอียดว่าสาเหตุที่ทำให้ผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุการหกล้มผู้สูงอายุ 39% เกิดจากการสะดุดสิ่งกีดขว้าง 34.4% เกิดจากลื่นล้ม 11.2% เกิดจากอาการหน้ามืด วิงเวียน 9.5% เกิดจากพื้นที่ต่างระดับ 1.6 % เกิดจากการพลัดตกจากบันได และ 4.3 % เกิดจากสาเหตุเช่น ขาอ่อนแรง ตกจากเตียงนอน เก้าอี้ หรือต้นไม้ เป็นต้น (สำนักงานสถิติแห่งชาติกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2557) จากข้อมูลทางระบาดวิทยาพบว่าอาการบาดเจ็บที่เกิดจากอุบัติเหตุการหกล้มของผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 65 และ 85 สูงถึง 12% ถึง 42% จากอุบัติเหตุการหกล้มทั้งหมด 44% ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บเบาได้แก่ อาการฟกช้ำ และแผลฉีกขาดเกิดจากอุบัติเหตุการหกล้ม คิดเป็น และ 4 – 5% ทำให้เกิดการบาดเจ็บที่รุนแรงเช่น กระดูกสะโพกหรือกระดูกข้อมือหัก หรือเลือดออกในสมอง ซึ่งอาการบาดเจ็บรุนแรงที่จากอุบัติเหตุการหกล้มเป็นสาเหตุที่สำคัญของการเสียชีวิตเสียชีวิต (โครงการประเมินเทคโนโลยีและนโยบายด้านสุขภาพ, 2557)

จากผลการสำรวจพบว่า 30 – 70 % อุบัติเหตุการหกล้มของผู้สูงอายุ เกิดจากการเดินสะดุดสิ่งของ หรือลื่นล้ม ก้าวพลาดและส่วนใหญ่เกิดขึ้นขณะเดิน เนื่องจากการเดินเป็นกิจกรรมที่ทำมากที่สุดในแต่ละวัน โดยที่ผู้สูงอายุที่เคยหกล้มจะขาดความมั่นใจในการทำกิจกรรมในแต่ละวัน เรียกภาวะนี้ว่า “ภาวะความกลัวการหกล้ม” ซึ่งทำให้ลดความสามารถของร่างกายในการทำงาน ลด

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

บทบาททางสังคม และนำไปสู่ความเสี่ยงต่อการหกล้มเพิ่มขึ้น (Woollacott and Tang, 1997) อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้สูงอายุไม่นิยมออกนอกสถานที่ โดยสถานที่เกิดอุบัติเหตุการหกล้มของผู้สูงอายุได้ถูกแบ่งเป็น 2 พื้นที่ 1.ภายในอาคาร ได้แก่ บ้าน โรงพยาบาล โรงงาน เป็นต้น 2.ภายนอกอาคาร ได้แก่สถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ โดยส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นนอกอาคารระหว่างการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น สวนสาธารณะ พื้นที่ต่างระดับ ทางเดินฟุตปาธ เป็นต้น

รูปภาพที่ 1 ทางเดินสวนสาธารณะ (สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เขตจตุจักร, 2558)

รูปภาพที่ 1 แสดงทางเดินเท้าในสวนสาธารณะที่ใช้รูปทรงอิสระ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุจากการเดินได้

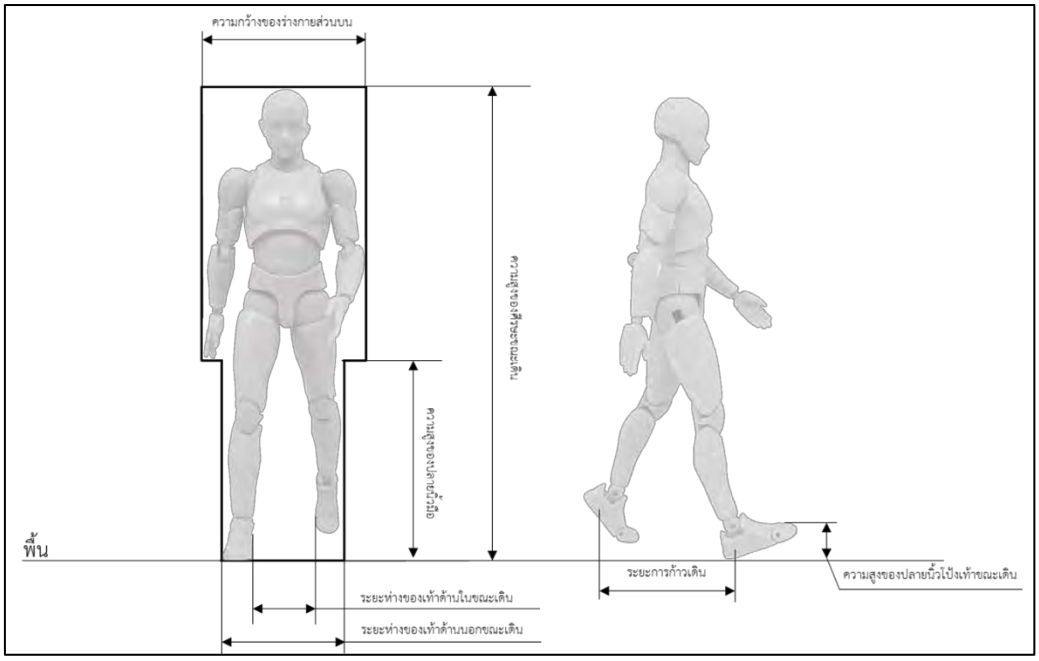
จากการศึกษาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุในปัจจุบัน พบว่าจากโครงการ ศึกษามาตรฐานขั้นต่ำสำหรับที่พักอาศัย และสภาพแวดล้อมของผู้สูงอายุ 2548 (ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 2548) ได้วัดมิติความกว้างและความยาวในการเดินของผู้สูงอายุ ด้วยวิธีการให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเดินบนกระดาษกราฟแผ่นใหญ่ โดยใช้กระดูกงูบิดตามรูปทรงเท้าและนำดินสอทำสัญลักษณ์ที่ปลายนิ้วเท้าที่ยาวสุดของเท้าที่อยู่ด้านหน้ากับปลายส้นเท้าของเท้าที่อยู่ด้านหลัง ใช้ไม้บรรทัดขนาดใหญ่และเล็กวัดค่าที่ได้จากที่กล่าวมาเป็นการวัดแบบสถิต โดยการวัดแบบสถิตนั้นอาจทำให้การเดินนั้นเป็นไปอย่างไม่ต่อเนื่องจึงส่งผลให้ระยะในการก้าวเดินสั้นกว่าปกติ แต่อุบัติเหตุการหกล้มเกิดขึ้นจากการเคลื่อนไหว

อุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการเดินแต่ยังไม่มีการรายงานผลทางสถิติคือ อุบัติเหตุการชน เกิดจากการเคลื่อนไหวของร่างกายไปชนหรือกระแทกกับวัตถุขณะการเดิน โดยอวัยวะที่ได้รับผลกระทบจาก

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

อุบัติเหตุการชนได้แก่ ศีรษะ แขน และมือ เป็นต้น อุบัติเหตุการชนของศีรษะ มีสาเหตุจากความสูงของวัตถุอยู่ต่ำกว่าความสูงของบุคคลนั้น อุบัติเหตุการชนของแขน และมือ มีสาเหตุจากความกว้างของทางเดินแคบกว่าความกว้างลำตัวของบุคคลนั้น

สืบเนื่องจากปัญหาในกรณีต่างๆ ข้างต้น ทำให้เห็นว่าปัญหาของอุบัติเหตุเกิดขึ้นจากความไม่เหมาะสมกันระหว่างขนาดของทางเดิน กับพฤติกรรมการเดินของผู้สูงอายุ โดยมีสาเหตุมาจากฐานข้อมูลการเดินของผู้สูงอายุยังมีไม่มากพอสำหรับให้นักออกแบบใช้ออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุในสถานที่ต่างๆ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของข้อมูลการเดินของผู้สูงอายุ ถ้าหากสามารถหาข้อมูลพื้นฐานการเดินของผู้สูงอายุ อาจนำไปสู่สาเหตุที่ทำให้ผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุการหกล้มหรือรวมถึงเป็นฐานข้อมูลไว้ให้สำหรับนักออกแบบได้นำมาใช้ในอนาคตได้



รูปภาพที่ 2 กรอบการเดินของมนุษย์

รูปภาพที่ 2 แสดงกรอบการเดินของมนุษย์ประกอบด้วย มิติการเคลื่อนไหว 6 มิติ และขนาดสัดส่วนร่างกาย 1 สัดส่วน ได้แก่ ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ระยะการก้าวเดิน ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน และความสูงของปลายนิ้วมือ ซึ่งอาจใช้ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการเดิน

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

หาขนาดของมิติขั้นต่ำการเดินเพื่อใช้ในการออกแบบทางเดินของผู้สูงอายุ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาการเดินของผู้สูงอายุบนพื้นพรมกันลื่นภายในห้องปฏิบัติการ
2. ศึกษาการเดินของผู้สูงอายุในช่วงอายุระหว่าง 60-75 ปี
3. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการออกแบบทางเดินสำหรับบุคคลเดียวเท่านั้น
4. ปัจจัยที่ควบคุมในการทดลอง คือ ผู้เข้าร่วมต้องสวมใส่รองเท้าลุยน้ำที่ใช้ในการทดลองและไม่ใช้อุปกรณ์ที่ช่วยเหลือการเดิน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบและปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้องกับการเดินของผู้สูงอายุ

1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีการเดินของมนุษย์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดขอบเขตและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
3. ศึกษาการใช้เครื่องวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ และเครื่องบันทึกการเคลื่อนไหว
4. กำหนดเงื่อนไขการทดลอง, ดำเนินการทดลองและบันทึกข้อมูล
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง
6. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ
7. เผยแพร่ผลงานและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผู้สูงอายุ

ผู้สูงอายุ หรือคนชรา ได้ถูกจำกัดความไว้ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ว่า คนแก่ คือ มีอายุมากหรือ อยู่ในวัยชรา และให้ความหมายของคำว่า ชรา คือ แก่ด้วยอายุชำรุดทรุดโทรม

สำหรับประเทศไทย “ผู้สูงอายุ” ตามพระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546 หมายความว่าบุคคลซึ่งมีอายุเกินกว่า 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป และมีสัญชาติไทย โดยผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนทั้งทางร่างกาย จิตใจ และสังคม

2.1.1 การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายในผู้สูงอายุ (วิไลวรรณ ทองเจริญ)

มนุษย์ทุกคนได้มีการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายอยู่ตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงทางร่างกายในวัยสูงอายุเป็นการเปลี่ยนแปลงไปทางเสื่อมถ้อยลง การเปลี่ยนแปลงที่พบเห็นได้บ่อยคือ ความสูงที่ลดลง ผมเริ่มเปลี่ยนสีกลายเป็นสีขาว โดยแต่ละบุคคลมีความเสื่อมถ้อยลงไม่เท่ากันนั้น โดยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น เชื้อชาติ โรคประจำตัว อุบัติเหตุที่เคยเกิดขึ้นในอดีต หรือสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามมนุษย์ทุกคนต้องพบกับอาการเสื่อมถ้อยของร่างกาย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายในผู้สูงอายุนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงที่สามารถพบได้จากทั้งภายนอกและในร่างกายของผู้สูงอายุ

การเปลี่ยนแปลงภายนอกร่างกายของผุ้สูงอายุคือการเปลี่ยนแปลงที่สามารถมองเห็นได้โดยการสังเกตุหรืออีกความหมายคือสามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงได้จากการบอกเล่าของคนอื่นและการมองตัวเองผ่านกระจก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงภายนอกร่างกายของผู้สูงอายุได้แก่ ระบบผิวหนัง ระบบกระดูก

1. ระบบผิวหนัง ผู้สูงอายุมีผิวหนังที่บาง เหี่ยวย่น และเกิดรอยฟกช้ำได้ง่าย โดยมีสาเหตุมาจากไขมันใต้ผิวหนังที่ลดน้อยลงจึงทำให้ร่างกายมีความสามารถในการต้านทางอากาศที่หนาวเย็นได้น้อยลง รวมถึงต่อมเหงื่อที่มีสามารถขับเหงื่อได้น้อยลงจึงส่งผลให้เกิดอาการลมแดดได้ง่ายในอากาศที่ร้อนขึ้น

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

2. ระบบกระดูก ผู้สูงอายุมีความสูงที่ลดลง มีอาการหลังค่อมมากขึ้นเมื่อแก่ตัวลง โดยมีสาเหตุมาจากปริมาณแคลเซียมในกระดูกสลายออก ทำให้กระดูกของผู้สูงอายุเปราะและแตกหักได้ง่าย

การเปลี่ยนแปลงภายในร่างกายของผู้สูงอายุคือการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถรับรู้ได้จากภายนอกแต่จะสามารถรับรู้ได้จากผู้สูงอายุบุคคลนั้นหรือได้จากการทดสอบหาคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงภายในร่างกายของผู้สูงอายุได้แก่ ระบบประสาท ระบบการมองเห็น ระบบการได้ยิน ระบบทางเดินหายใจ

1. ระบบประสาท ผู้สูงอายุมีจำนวนเซลล์สมองและเซลล์ประสาทลดลงส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของสมองลดน้อยลง เป็นส่วนที่ทำให้การตอบสนองต่อสิ่งรอบข้างช้าลง จึงเป็นเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

2. ระบบการมองเห็น ผู้สูงอายุมีการมองเห็นที่ลำบากขึ้น เนื่องจากลานสายตาแคบ กล้ามเนื้อลูกตาเสื่อม ความไวในการจับภาพช้าลง จึงเป็นเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุการสะดุดปลายเท้าได้ง่าย

3. ระบบการได้ยิน ผู้สูงอายุมีการเสื่อมของส่วนประกอบภายในหู ทำให้ผู้สูงอายุมีความสามารถในการได้ยินที่ต่ำลง รวมถึงทำน้ำในหูที่เสื่อมส่งผลให้การทรงตัวของผู้สูงอายุยากยิ่งขึ้น จึงเป็นเหตุที่ทำให้ผู้สูงอายุสามารถผลัดตกจากแผ่นทางเท้าที่มีพื้นที่แคบ

4. ระบบทางเดินหายใจ ผู้สูงอายุมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ช่วยหายใจลดน้อยลง ทำให้ผู้สูงอายุหายใจได้ลำบากขึ้น ส่งผลให้ร่างกายของผู้สูงอายุได้รับปริมาณออกซิเจนลดน้อยลงในแต่ละวัน จึงเป็นเหตุทำให้ผู้สูงอายุเกิดอาการเหนื่อยง่ายกว่าวัยอื่น

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

2.1.2 การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและ จิตใจ (ธนยศ สุมาลย์โรจน์ และ ฮานานมูฮิบบะตุด ดีนนอจิ สุขไสว, 2558) ,(โฆษิต ไชยประสิทธิ์, 2546)

เนื่องจากผู้สูงอายุเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงบทบาททางสังคม เช่น การปลดเกษียณอายุจากการทำงาน ทำให้ผู้สูงอายุไม่มีรายได้ ส่งผลให้ผู้สูงอายุต้องรับรายได้จากลูกหลาน จึงทำให้ผู้สูงอายุอาจเกิดความรู้สึกในเชิงลบได้ว่าตนเองเป็นภาระแก่ครอบครัวเช่น เรื่องอาหารและยารักษาโรคที่มาพร้อมกับอายุที่เพิ่มมากขึ้น รวมถึงการสูญเสียคนรอบตัวไป เช่น การตายจากของคู่ครอง ญาติ พี่-น้อง และการที่ลูกหลานได้แยกออกไปมีครอบครัวเป็นของตนเอง จากการเปลี่ยนแปลงบทบาททางสังคมโดยส่วนใหญ่อาจส่งผลกระทบต่อจิตใจของผู้สูงอายุทำให้ ผู้สูงอายุเกิดความรู้สึกคุณค่าในตนเองลดต่ำลง เหงาและโดดเดี่ยว เครียดได้ง่าย วิตกจริต จากที่กล่าวมาทั้งหมดหากผู้สูงอายุได้มีการปรับตัวเพื่อเข้าสู่สถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม ก็จะทำให้ในการดำเนินชีวิตในวัยสูงอายุได้อย่างมีความสุขและความเข้าใจในสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ดีมากยิ่งขึ้น

2.2 การหกล้ม

ความหมายของการหกล้มตามพจนานุกรมไทยฉบับราชบัณฑิตสถานปี 2542 คือ การล้มลงทรุดตัวลงเพราะเสียการทรงตัวและนอกเหนือจากพจนานุกรมไทยฉบับราชบัณฑิตสถานแล้วยังมีผู้อื่นได้ให้คำจำกัดความของคำว่าการหกล้มแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา สำหรับการศึกษาครั้งนี้ให้นิยามของการหกล้มคือ เหตุการณ์ที่ทำให้บุคคลเสียการทรงตัวโดยไม่ได้ตั้งใจ และไม่ได้เกิดจากแรงกระทำจากภายนอก หรือเกิดจากการสะดุด ลื่นไถล เหยียบพลาด ซึ่งนำพาไปสู่อาการบาดเจ็บตั้งแต่น้อยถึงมาก

ถึงแม้ว่าการหกล้มที่หลายคนมองเป็นเพียงเรื่องธรรมดาที่สามารถเกิดขึ้นได้ แต่สำหรับผู้สูงอายุนั้นกลับเป็นเรื่องที่อันตรายเป็นอย่างมากเพราะเนื่องจากการหกล้มในผู้สูงอายุนั้นอาจนำไปสู่การเสียชีวิตและหากไม่เสียชีวิต แต่สิ่งที่ผู้สูงอายุเหล่านี้ต้องพบคือ ผู้สูงอายุไม่สามารถกลับมาใช้ชีวิตในประจำวันได้ตามปกติอีกต่อไปจนกลายเป็นภาระต่อผู้ดูแลเป็นอย่างมาก ซึ่งนำไปสู่ค่าใช้จ่ายที่มากมายในการดูแล

อุบัติเหตุการหกล้มของผู้สูงอายุนับเป็นอีกหนึ่งปัญหาสำคัญอย่างมากด้านสาธารณสุข เนื่องจากผู้สูงอายุหลังจากเกิดอุบัติเหตุการหกล้ม นอกจากจะเกิดอาการบาดเจ็บตั้งแต่เล็กน้อยถึงเสียชีวิตแล้วยังต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล จากการสืบค้นข้อมูลพบว่า 30% ของผู้สูงอายุที่มีช่วงอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป เคยมีประสบการณ์การหกล้มมากกว่า 1 ครั้งต่อปี และอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุการหกล้มจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุ 75 ปีขึ้นไป (แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์ และคณะ, 2548)

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

จากการสืบค้นพบว่า 30 – 70 % ของสาเหตุที่ทำให้ผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุการหกล้มมาจากการเดินสะดุดสิ่งของหรือลื่นล้ม ก้าวพลาดและมักเกิดขณะเดิน เนื่องจากการเดินเป็นกิจกรรมที่ใช้ในการดำเนินชีวิตในแต่ละวันมากที่สุด (แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์ และคณะ, 2548)

2.2.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการหกล้มในผู้สูงอายุ ลักษณา (ลักษณา มะรังกา, 2553) ปัจจัยที่ทำให้ผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุหกล้มถูกแบ่งเป็น 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอก

1. ปัจจัยภายในร่างกาย เป็นปัจจัยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย

1.1 การเปลี่ยนแปลงของร่างกายได้แก่ ความบกพร่องในด้านต่างๆ ดังนี้

1.1.1 ความบกพร่องทางการมองเห็น จากการลดลงของเซลล์เรตินา เลนส์ตามีความหนาตัวขึ้น ความยืดหยุ่นน้อยลง ส่งผลต่อการปรับระยะสายตาของผู้สูงอายุดังนี้

1.1.1.1 การลดลงของความชัดเจนและการรับรู้ความตื้นลึก ทำให้ผู้สูงอายุมีความชัดเจนในการรับภาพที่น้อยลง ส่งผลให้ผู้สูงอายุอาจสะดุดวัตถุรอบข้างลักษณะการยกนิ้วโป้งไม่พ้นทางเดิน ซึ่งนำไปสู่การหกล้มได้ง่าย สถานที่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวที่พบบ่อยคือ เดินสะดุดขอบฟุตปาธ บรรได ทางต่างระดับ เป็นต้น

1.1.1.2 การลดลงของลานสายตา ทำให้ผู้สูงอายุมองเห็นหรือตระหนักถึงคนและวัตถุที่เข้ามาใกล้ได้ยาก ส่งผลให้ผู้สูงอายุอาจสะดุดวัตถุลักษณะปลายนิ้วก้อยกระแทกสิ่งของรอบข้าง ซึ่งนำไปสู่การหกล้มได้ง่าย สถานที่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวที่พบบ่อยคือ เดินเตะปลายเตียง ขอบโต๊ะ ขอบทางเดินต่างระดับ เป็นต้น

1.1.1.3 รูม่านตาเล็กลง ทำให้ผู้สายุมีความสามารถในการรับภาพในที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอได้ลำบากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผู้สูงอายุอาจพลัดตกจากระหว่างทางเดินและทางต่างระดับ สถานที่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวที่พบบ่อยคือ บริเวณทางเดินชนิดบล็อค ทางเข้าห้องน้ำ เป็นต้น

1.1.2 ความบกพร่องของการทรงตัว จากการทำงานของระบบร่างกายที่ลดลงในผู้สูงอายุเช่น น้ำในหูชั้นในที่เสื่อมลง ทำให้ความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุลำบากมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความผิดปกติทางการเคลื่อนไหว ซึ่งนำไปสู่การหกล้มได้ง่าย อาการที่เกิดจากความบกพร่องในการทรงตัวที่พบได้คือ อาการบ้านหมุน เป็นต้น

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

1.1.3 ความบกพร่องของการเดิน ผู้สูงอายุช่วงอายุระหว่าง 60 – 70ปี มีการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อ ส่งผลให้ความแข็งแรง และความสามารถในการประสานงานของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุลดลง รวมถึงอัตราการเสื่อมของกระดูกมีมากกว่าอัตราการสร้าง ซึ่งมีผลมาจากการสลายออกของแคลเซียมภายในกระดูก ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีกระดูกที่เปราะและแตกหักได้ง่าย ทำให้ลักษณะท่าทางการเดินของผู้สูงอายุเปลี่ยนไปเช่น การยกเท้าที่มีความสูงลดน้อยลง ความเร็วในการเดินช้าลง การแกว่งของหัวเข่าทำได้น้อยลงอาจพบเห็นได้ว่าผู้สูงอายุมีระยะการก้าวที่สั้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับวัยหนุ่มสาว รวมถึงปริมาณน้ำในไขข้อกระดูกลดน้อยลง ทำให้กระดูกสัมผัสกันมากขึ้น ส่งผลให้เกิดโรคข้อต่อเสื่อมได้ง่ายจากการสึกหรอของกระดูก ซึ่งนำไปสู่การหกล้มได้ง่าย

2. ปัจจัยภายนอกร่างกาย คือ สิ่งที่อยู่นอกเหนือการควบคุมทางด้านร่างกายของผู้สูงอายุ ดังนั้นแม้ว่าผู้สูงอายุจะมีการดูแลสุขภาพร่างกายของตนเองอย่างต่อเนื่องแต่ก็สามารถเกิดอุบัติเหตุการหกล้มได้เนื่องจาก สิ่งแวดล้อมรอบตัวของผู้สูงอายุไม่ว่าจะเป็นภายในหรือนอกที่พักอาศัย โดยสาเหตุที่ทำให้ผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุการหกล้มได้ดังนี้

2.1 พื้นที่มีลักษณะไม่ปลอดภัย ได้แก่ พื้นที่มีผิวไม่เรียบ พื้นต่างระดับ ความสูงทางเดินที่ไม่สม่ำเสมอ ทางเดินขรุขระ เป็นต้น ซึ่งนำไปสู่อุบัติเหตุการหกล้มของผู้สูงอายุ

2.2 สิ่งก่อสร้างภายในบ้านที่ไม่เหมาะสมได้แก่ แสงสว่างภายในบ้านที่น้อยเกินไปในยามวิกาล ความสูงของประตูที่ต่ำเกินไป ไม่มีราวยึดเกาะเพื่อช่วยในการเคลื่อนไหวตามสถานที่ภายในห้อง เช่น ห้องน้ำ ทางเดินขึ้นไปชั้นบน รวมถึงโถสุขภัณฑ์แบบนั่งยอง อาจนำไปสู่อาการหน้ามืดขณะลุกขึ้นยืน

2.3 เครื่องเรือนที่ไม่เหมาะสม การจัดของใช้ภายในบ้านที่ไม่เป็นระเบียบอาจก่อให้เกิดอันตรายสำหรับผู้สูงอายุ โดยอันตรายจากการจัดวางเครื่องเรือนไม่เป็นระเบียบได้แก่ ขอบโต๊ะ วางสิ่งของหนักและแหลมขมไว้บนพื้น มีสิ่งของขวางทางเดิน ส่งผลให้ผู้สูงอายุอาจเดินสะดุดสิ่งของภายในบ้าน ซึ่งนำไปสู่อุบัติเหตุการหกล้มของผู้สูงอายุ

จากการสืบค้นข้อมูลพบว่าสถานที่เกิดอุบัติเหตุการหกล้มของผู้สูงอายุ 37% เกิดขึ้นนอกบริเวณที่พักอาศัย 35.7% เกิดขึ้นภายในที่พักอาศัย และ 27.3% เกิดขึ้นบริเวณที่พักอาศัย (สำนักงานสถิติแห่งชาติกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2557)

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

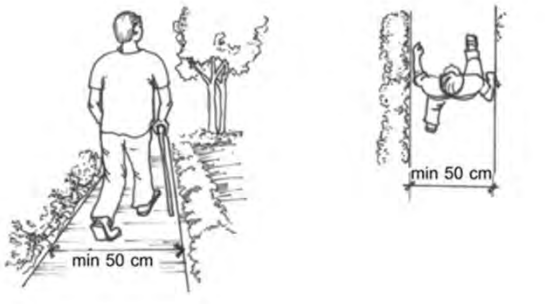
ดังนั้นจากปัจจัยภายในและนอก กล่าวได้ว่าการหกล้มของผู้สูงอายุสามารถเกิดขึ้นได้ง่ายเพราะเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายที่ถดถ้อยลงรวมถึงสิ่งแวดล้อมรอบตัวของผู้สูงอายุ โดยรูปแบบการหกล้มที่มีแนวโน้มว่าอาจเกิดขึ้นในผู้สูงอายุมีอยู่ด้วยกันดังนี้

1. สะดุดปลายนิ้วโป้งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงความสูง
2. สะดุดปลายนิ้วก้อยเกิดจากความกว้างทางเดินที่แคบ
3. การก้าวพลาดที่เกิดจากช่องว่างระหว่างทางเดิน
4. ลื่นเกิดจากพื้นที่มีความเสียดทานน้อย

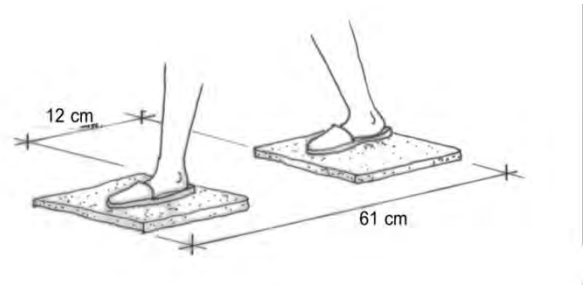
ซึ่งสาเหตุของอุบัติเหตุการหกล้มเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและสิ่งแวดล้อมรอบตัวของผู้สูงอายุเช่น ทางเดิน เป็นต้น โดยงานวิจัยได้ให้ความสนใจรูปแบบการหกล้มได้แก่ การสะดุดปลายนิ้วโป้งเท้า การสะดุดปลายนิ้วก้อยและการก้าวพลาด

2.3 การออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุ

การออกแบบทางเดินในสวนสาธารณะโดย ไตรรัตน์ (ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 2548) ได้ใช้ค่า เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ของความกว้างบ่าเพื่อนำมาใช้เป็นค่าความกว้างทางเดินในสวนสำหรับคนเดียว และได้ใช้ค่า เปอร์เซ็นไทล์ที่ 50 ของระยะห่างจากเท้าหน้าถึงเท้าหลังทั้งด้านในและด้านนอกเพื่อใช้ในการออกแบบระยะระหว่างแผ่นปูทางเดิน



รูปภาพที่ 3 การออกแบบทางเดินในสวนสำหรับคนเดียว (ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 2548)



รูปภาพที่ 4 การออกแบบระยะห่างระหว่างแผ่นปูทางเดิน (ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 2548)

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

จากการออกแบบทางเดินดังกล่าวได้นำข้อมูลการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์มาใช้กำหนดความกว้างทางเดินและระยะทางเท้าที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ

2.4 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย

การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย เป็นการวัดหาลักษณะทางกายภาพของมนุษย์ (Physical measure) ได้แก่ขนาด และรูปร่าง โดยที่ลักษณะเหล่านี้แต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดความต่างกันระหว่างบุคคลเช่น เพศ อายุ และสัญชาติ ที่แตกต่างกันอาจส่งผลให้ลักษณะทางกายภาพของมนุษย์ที่แตกต่างกัน ทำให้ขนาดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์นั้นเป็นข้อมูลเฉพาะบุคคลที่สำคัญต่อนักออกแบบเพื่อใช้ในการออกแบบวัสดุให้เหมาะสมกับมนุษย์เช่น พื้นที่การทำงาน สถานที่ให้เหมาะสมกับผู้ที่มาใช้งานอย่างมากที่สุด แต่ข้อจำกัดของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายคือผู้ถูกวัดจำเป็นต้องอยู่ในสภาวะหยุดนิ่งเท่านั้น ซึ่งอุบัติเหตุการหกล้มเกิดขึ้นระหว่างการเคลื่อนไหว

ตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากลระหว่างประเทศ (International Organization for Standardization: ISO) ตามแบบร่างมาตรฐานเลขที่ ISO 7250-1 : 2008 Basic human body measurements for technological design-Part 1 : Body measurement definitions and landmarks ได้กำหนดความหมายและขั้นตอนการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย ซึ่งมีจำนวนตำแหน่งสัดส่วนร่างกายทั้งท่านั่งและยืนรวม 56 ตำแหน่ง และตามแบบร่างมาตรฐานเลขที่ ISO/TR 7250-2 : 2010 Basic human body measurements for technological design-Part 2 : Statistical summaries of body measurements from individual ISO population ได้กำหนดมาตรฐานในการรายงานผลข้อมูลทางสถิติ ซึ่งแบ่งการรายงานผลข้อมูลตามเพศและรวม โดยข้อมูลทางสถิติประกอบด้วย จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซนไทล์ที่ 1 5 50 95 และ 99 ตามลำดับ

2.5 การวัดการเคลื่อนไหว

ระบบบันทึกการเคลื่อนไหว (Motion capture) เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกการเคลื่อนไหวของมนุษย์ วัตถุต่างๆ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ด้วยวิธีการเปลี่ยนการเคลื่อนไหวจริงให้กลายเป็นรูปแบบของวีดีโอ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาข้อมูลทางสายวิชาชีพ ทั่วไปถูกพบบ่อยในสื่องานดิจิตอล ได้แก่ ภาพยนตร์ การ์ตูน และอนิเมชั่น โดยมีวัตถุประสงค์ต้องการให้ตัวละครนั้นมีความคล้ายคลึงกับการเคลื่อนไหวของมนุษย์อย่างใกล้เคียงมากที่สุด นอกจากนี้ในทางวิทยาศาสตร์การกีฬาได้ใช้ระบบบันทึกการเคลื่อนไหว เพื่อวิเคราะห์ท่าทางการออกกำลังกายของนักกีฬา รวมถึงวิเคราะห์หาความหยืดหยุ่นของนักกีฬา

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ระบบบันทึกการเคลื่อนไหวด้วยภาพ (Optical system) สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้เข้าร่วมการทดลอง โดยระบบประเภทนี้เป็นระบบที่บันทึกการเคลื่อนไหวตามจุดบอกตำแหน่งหรือมาร์กเกอร์ (Marker) ที่ติดไว้ตามร่างกายของผู้แสดง โดยมาร์กเกอร์แบบลูกบอลวาวแสง (Reflective marker or Passive marker) จะปรากฏเป็นจุดบอลวาวแสงจากกล้องอินฟราเรด ทำให้เห็นตำแหน่งของมาร์กเกอร์ ซึ่งกล้องจะติดตามตำแหน่งของมาร์กเกอร์และคำนวณเป็นพิกัดออกมา โดยที่ผู้เข้าร่วมการทดลองสามารถเคลื่อนไหวได้ตามอิสระ และสามารถเคลื่อนไหวในท่าทางที่ซับซ้อนได้ เนื่องจากโดยปกติแล้วมาร์กเกอร์จะมีน้ำหนักเบา ซึ่งมีข้อแม้ว่าต้องไม่มีวัตถุใดไปบดบังบริเวณกล้องระหว่างการบันทึก

2.6 รูปแบบวัดการเดินของมนุษย์

2.6.1 รูปแบบที่ 1 เดินและหยุดโดยไม่สวมใส่รองเท้าบนกระดาษกราฟ การวัดบนกระดาษกราฟด้วยวิธีการให้ผู้ถูกวัดเดินบนกระดาษกราฟแผ่นใหญ่และหยุด โดยใช้กระดูกงูบิดตามรูปทรงเท้าและนำดินสอทำสัญลักษณ์ไว้ที่เท้าเพื่อนำไม้บรรทัดมาวัดค่าต่างๆ โดยตำแหน่งในงานวิจัยที่ได้จากกระดาษกราฟนี้ได้แก่ ระยะห่างเท้าหน้าถึงเท้าหลัง (ด้านใน), ระยะห่างเท้าหน้าถึงเท้าหลัง (ด้านนอก) และ ระยะห่างระหว่างสองเท้าในท่าก้าวเดิน ทั้งหมดโดย ไตรรัตน์ (ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 2548)

2.6.2 รูปแบบที่ 2 เดินอย่างต่อเนื่องโดยสวมใส่รองเท้าเหยียบหมึกบนกระดาษปลูฟ การวัดบนกระดาษปลูฟด้วยวิธีการให้ผู้ถูกวัดสวมใส่รองเท้าแตะที่มีหมึกติดอยู่และเดินบนกระดาษปลูฟเป็นระยะทาง 5 เมตรเพื่อวัดระยะการเดินของเท้า โดยตำแหน่งในงานวิจัยที่ได้จากกระดาษได้แก่ ระยะการก้าวเดินเฉลี่ยจากการเดิน 5 เมตร ทั้งหมดโดย ดวงภรณ์ (ดวงภรณ์ แดงจีน, 2555)

2.6.3 รูปแบบที่ 3 เดินอย่างต่อเนื่องบนลู่วิ่ง เดินบนลู่วิ่งด้วยวิธีการให้ผู้ถูกวัดติดตั้งอุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วยลูกบอลวาวแสงลงบนเท้าเพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์จำลองเท้าของผู้ถูกวัด หลังจากนั้นจึงเดินบนลู่วิ่งโดยระบบจะแสดงผลออกมาในรูปแบบของพิกัด โดยตำแหน่งที่ได้จากการเดินบนลู่วิ่งได้แก่ ระยะการก้าวเดินเฉลี่ยทั้งหมดตลอดการเดิน ระยะความกว้างขณะเดิน และความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน แต่เนื่องจากการเดินบนลู่วิ่งนั้นผู้วิเคราะห์ผลต้องแยกช่วงวัฏจักรการเดิน เพื่อวิเคราะห์หากรอบการเดินภายใต้ลู่วิ่ง จากที่กล่าวมาคือการวัดด้วยระบบบันทึกการเคลื่อนไหวทั้งหมดโดย Mark D. Grabiner et al. (Grabiner, Marone et al., 2018) ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวได้หาระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินเพียงมิติเดียว

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

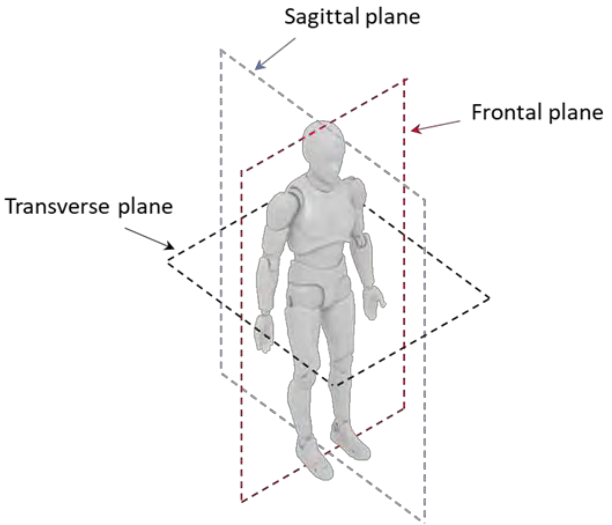
ตารางที่ 1 ตารางการเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของทั้ง 3 รูปแบบ

ประเภทรูปแบบ	ข้อดี	ข้อเสีย
รูปแบบที่ 1 เดินและหยุดโดยไม่สวมใส่รองเท้าบนกระดาษกราฟ	1.ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลจากเท้าของผู้เข้าร่วมแต่ละคน 2.ง่ายต่อการทดลอง ใช้อุปกรณ์น้อย	1.ข้อมูลจำกัดเพียงความกว้างและความยาว ไม่สามารถหาความสูงได้ 2.เป็นข้อมูลที่ได้จากสภาวะสถิต ซึ่งความจริงแล้วความกว้างมากสุด ขณะเดินอาจเกิดขึ้นในช่วงการแกว่งของเท้าได้
รูปแบบที่ 2 เดินอย่างต่อเนื่องโดยสวมใส่รองเท้าเหยียบหมึกบนกระดาษปลูฟ	1.ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลจากการเดินระยะทาง 5 เมตร 2.ไม่จำกัดความเร็วในการเดิน	1.ข้อมูลจำกัดเพียงความกว้างภายในและความยาวของเท้าขณะเดิน ไม่สามารถหาความสูงได้ 2.การทดลองใช้อุปกรณ์และพื้นที่มาก 3.ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่จากรองเท้าที่ผู้เข้าร่วมแต่ละคนสวมใส่อยู่ทำให้ไม่สามารถวัดความกว้างมากสุดของเท้าได้
รูปแบบที่ 3 เดินอย่างต่อเนื่องบนลู่วิ่ง	1.ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลจากการเดินไม่จำกัดระยะทาง 2.ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลจากเท้าของผู้เข้าร่วมแต่ละคน 3.ข้อมูลที่ได้มาสามารถหาความกว้าง ยาว สูง ของเท้าขณะเดินได้	1.ใช้อุปกรณ์เฉพาะทาง 2.ราคาการทดลองสูง 3.ใช้เวลาในการวิเคราะห์สูงเนื่องจากมีจำนวนวัฏจักรการเดินเป็นจำนวนมาก 4.ความเร็วในการเดินของผู้เข้าร่วมขึ้นอยู่กับการตั้งค่าเครื่อง 5.ความกว้างมากสุดของการเดินจะขึ้นอยู่กับเครื่อง

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

2.7 การเคลื่อนไหวร่างกายของมนุษย์

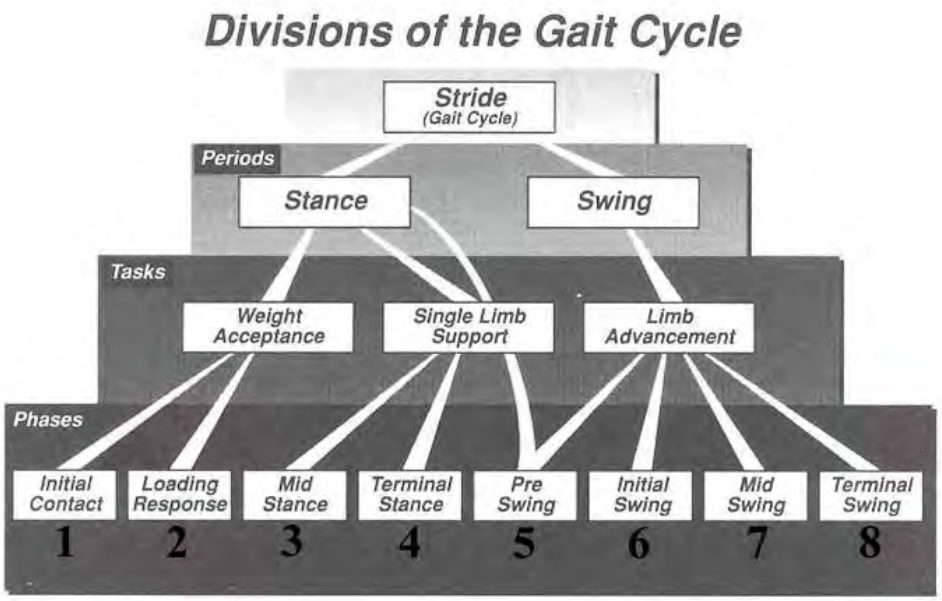
เมื่อสมองรับรู้ข้อมูลของสิ่งรอบข้างแล้วจะตอบสนองโดยสั่งการไปยังเส้นประสาท เพื่อควบคุมกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายให้มีการหดตัวหรือคลายตัวตามลำดับและระยะที่เหมาะสมเพื่อให้ร่างกายตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมอย่างถูกต้อง หรือเคลื่อนที่ไปอย่างปลอดภัย การเคลื่อนไหวร่างกายมนุษย์ที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การเดินโดยอ้างอิงระนาบตามหลักการยศาสตร์ แสดงดังรูปภาพที่ 5



รูปภาพที่ 5 ระนาบอ้างอิง

การเดิน เป็นการเคลื่อนไหวโดยใช้ขาทั้งสองข้างสลับกันอย่างเป็นจังหวะ และมีการเคลื่อนไหวทางลำตัวเพื่อรักษาจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยการเดินจะมีวัฏจักรดังรูปภาพที่ 6 เรียกว่า วัฏจักรการเดิน (Gait Cycle) ซึ่งแบ่งออกเป็นสองคาบ ได้แก่ ช่วงเท้าเหยียบกับพื้นเพื่อรักษาสมดุล (Stance Phase) และช่วงแกว่งขาเพื่อเดินไปข้างหน้า (Swing Phase) ดังรูปภาพที่ 7

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

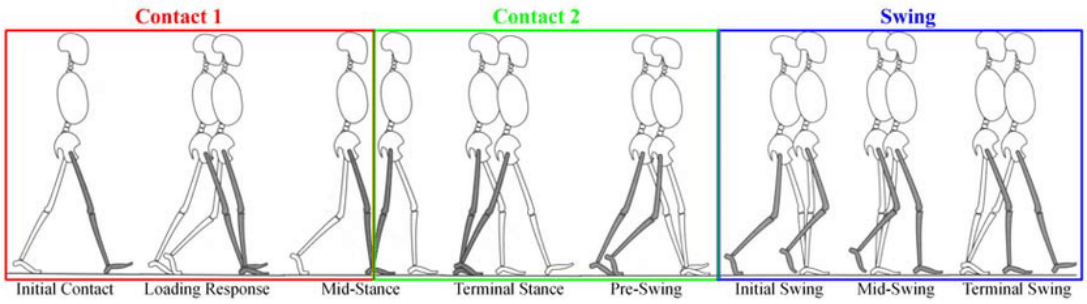


รูปภาพที่ 6 วัฏจักรการเดินของมนุษย์ (Perry, 1992)

คาบที่หนึ่งคือ Stance Phase เป็นช่วงการเดินที่เท้าข้างใดข้างหนึ่งสัมผัสกับพื้นเพื่อรักษาสมดุล ซึ่งใช้เวลาประมาณ 60% ของ 1 วัฏจักรการเดิน ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ภาระ กับ 5 ช่วง ภาระที่ 1 Weight Acceptance คือการที่ขาทั้งสองข้างได้รับภาระทั้งคู่ ในภาระนี้มี 2 ช่วงย่อย คือช่วงที่ 1 Initial Contact เป็นช่วงที่เท้าทั้งสองข้างได้สัมผัสลงกับพื้นอย่างแนบราบ จนเข้าสู่ช่วงที่ 2 Loading Response เป็นช่วงที่เท้าข้างหลังเริ่มยกขึ้นเพื่อเตรียมพร้อมเข้าสู่ Swing Phase หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ภาระที่ 2 Single Limb Support คือการที่ขารับน้ำหนักไว้เพียงข้างเดียว ในภาระนี้มี 2 ช่วงย่อย คือ ช่วงที่ 1 Midstance เป็นช่วงที่เท้าข้างใดข้างหนึ่งสัมผัสกับพื้นอย่างแนบราบส่วนขาอีกข้างได้แกว่งขาไปยังข้างหน้า จนเข้าสู่ช่วงที่ 2 Terminal Stance เป็นช่วงที่ขาทั้งสองข้างกำลังสลับคาบกัน หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ ภาระที่ 3 Limb Advancement คือการที่ขาได้กำลังแกว่งขาเพื่อก้าวไปข้างหน้า ในภาระนี้มี 1 ช่วง คือช่วง Pre-Swing เป็นช่วงที่ขาทั้งสองข้างได้ทำการสลับคาบกัน

คาบที่สองคือ Swing Phase เป็นช่วงการเดินที่ข้างใดข้างนั้นลอยขึ้นไม่สัมผัสกับพื้น ซึ่งใช้เวลาประมาณ 40 % ของ 1 วัฏจักรการเดิน ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 1 ภาระ กับ 3 ช่วง ภาระที่ 1 Limb Advancement คือการที่ขาได้กำลังแกว่งขาเพื่อก้าวไปข้างหน้า ในภาระนี้มี 3 ช่วง คือช่วงที่ 1 Initial Swing เป็นช่วงที่เท้าข้างหลังกำลังเปลี่ยนจากสัมผัสพื้นเป็นยกขึ้นเพื่อเตรียมพร้อมการแกว่งขาไปข้างหน้า ช่วงที่ 2 Mid Swing เป็นช่วงที่ขาแกว่งไปข้างหน้าในลักษณะเข่างอ ช่วงที่ 3 Terminal Swing เป็นช่วงที่เข่าตรงเตรียมสลับคาบ

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

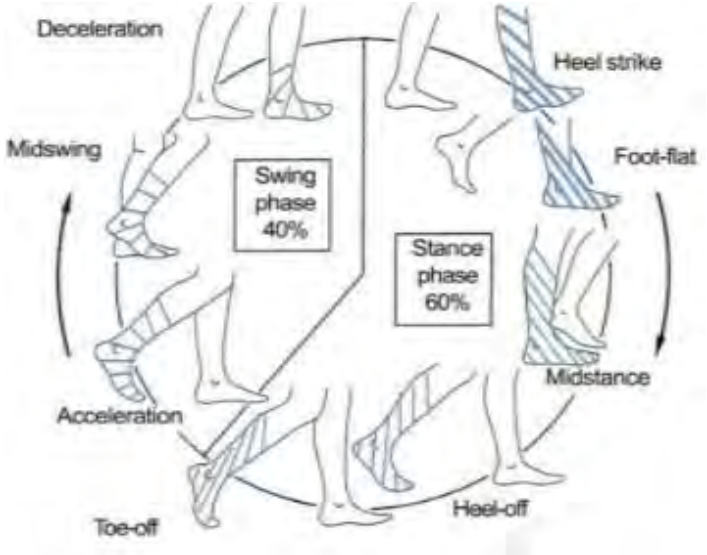


รูปภาพที่ 7 วัฏจักรการเดินของขาสองข้าง (Perry, 1992)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดเป็น 8 ช่วงที่ต่อเนื่องในขาทั้งสองข้างหากได้พิจารณาถึงขาหนึ่งข้างจะได้ดังนี้

คาบที่หนึ่ง แบ่งออกเป็น 5 ช่วง คือช่วงที่ 1 Heel Strike เป็นช่วงที่ส้นเท้าเริ่มสัมผัสกับพื้น จนเข้าสู่ช่วงที่ 2 Foot-Flat เป็นช่วงที่เท้าสัมผัสกับพื้นอย่างแนบราบและร่างกายเริ่มทิ้งน้ำหนักลงที่เท้า จนถึงช่วงที่ 3 Mid stance เป็นช่วงที่ร่างกายทิ้งน้ำหนักทั้งหมดลงกึ่งกลางมวลร่างกายและขาเป็นแนวตั้งกับเท้า จนเมื่อถึงช่วงที่ส้นเท้าเริ่มยกขึ้นจากพื้นจะเข้าสู่ช่วงที่ 4 คือ Heel off และช่วงสุดท้ายคือ Toe off เป็นช่วงที่นิ้วเท้ายกขึ้น เพื่อจะเข้าสู่ช่วงการแกว่งขา (Swing Phase)

คาบที่สอง แบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือช่วงที่ 1 Acceleration เป็นช่วงเริ่มขึ้นของการที่เท้าลอยขึ้นจากพื้น จนถึงช่วงที่ 2 Mid swing เป็นช่วงกลางของการยกเท้าซึ่งเท้าจะลอยจากพื้นสูงสุด และเข้าสู่ช่วงที่ 3 Deacceleration เป็นช่วงที่เท้าลอยจากพื้นเตรียมสลับคาบดังรูปภาพที่ 8



รูปภาพที่ 8 วัฏจักรการเดินของขาหนึ่งข้าง (AMAJEED, 2016)

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

หลักการวิเคราะห์ท่าทางการเดินได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ คือ 1.ส่วนบน เป็นส่วนที่วิเคราะห์เฉพาะอวัยวะที่อยู่เหนือสะดื้อขึ้นไป (Passenger Unit) 2.ส่วนล่าง เป็นส่วนที่วิเคราะห์เฉพาะอวัยวะที่อยู่ต่ำกว่าสะดื้อลงไป (Locomotor Unit) ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ท่าทางการเดินมีดังนี้

1. Spatial Parameters

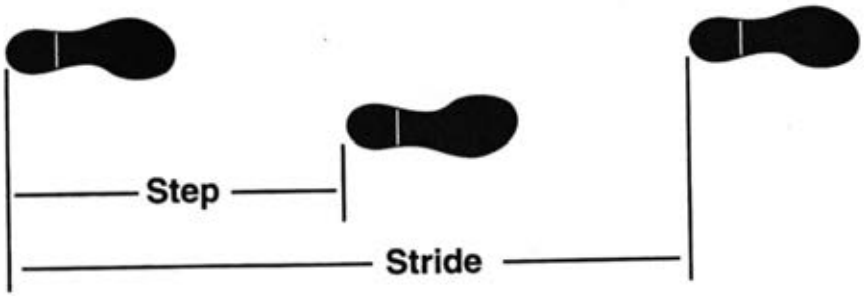
Step Length เป็นระยะทางระหว่าง Heel strike ของเท้าข้างหนึ่งถึง Heel strike ของเท้าอีกข้างหนึ่ง

Stride Length เป็นระยะทางระหว่าง Heel strike ของเท้าข้างหนึ่งถึง Heel strike ของเท้าข้างเดิม

Step width เป็นระยะห่างระหว่างข้อเท้าด้านในของเท้าทั้งสองข้าง

Walk width เป็นระยะห่างที่ไกลที่สุดของเท้าทั้งสองข้าง

รูปภาพที่ 9 Step width (AMAJEED, 2016)



รูปภาพที่ 10 Step length และ Stride length (Perry, 1992)

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

2. Temporal parameters

Step time คือ เวลาที่ใช้ในการเดินระหว่างช่วง Heel strike ของเท้าข้างหนึ่งถึง Heel strike ของเท้าอีกข้างหนึ่ง

Stride time คือ เวลาที่ใช้ในการเดินระหว่างช่วง Heel strike ของเท้าข้างหนึ่งถึง Heel strike ของเท้าข้างเดิม

Single support คือ เวลาทั้งหมดที่เท้าข้างใดข้างหนึ่งสัมผัสกับพื้น

Double support คือ เวลาที่เท้าทั้งสองข้างสัมผัสกับพื้น

Swing time คือ เวลาที่เท้าข้างนั้นไม่สัมผัสกับพื้น

Stance time คือ เวลาที่เท้าข้างนั้นสัมผัสกับพื้น

Total support คือ เวลาทั้งหมดที่ขาข้างนั้น ใช้ทั้งหมดในหนึ่งวัฏจักรการเดิน

Cycle time คือ เวลาทั้งหมดในหนึ่งรอบวัฏจักรการเดิน

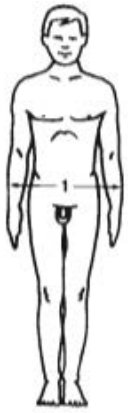
3. พารามิเตอร์อื่นๆ

Cadence คือ จำนวนการก้าวเดินทั้งหมดในหนึ่งนาที

Velocity คือ ความเร็วของการเดิน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Stephen Pheasant (2529) (Pheasant, 1986) กำหนดความกว้างทางเดินสำหรับบุคคลเดียวจากความกว้างของร่างกายมากสุด ดังรูปภาพที่ 11 ด้วยกลุ่มประชากรในช่วงอายุ 16 – 65 ปี สัญชาติ British



รูปภาพที่ 11 ความกว้างมากสุดสำหรับกำหนดความกว้างขั้นต่ำของทางเดิน(Pheasant, 1986)

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

Julius Panero and Martin Zelnik (2522) (Panero, 1979) กำหนดมิติที่ใช้ออกแบบทางเดินจากขนาดสัดส่วนร่างกาย 3 มิติ คือ 1.ความสูงของศีรษะขณะเดินวัดจากพื้นถึงศีรษะเป็น 213.4 เซนติเมตร 2.ระยะการก้าวเดินวัดจากส้นเท้าด้านหลังถึงปลายเท้าด้านหน้าของขาคนละข้างเป็น 61 ถึง 91.4 เซนติเมตร 3.ความกว้างทางเดินกำหนดจากความกว้างบ่าขณะสวมใส่เสื้อผ้าบวกกับค่าพิกัดความเผื่อเป็น 91.4 เซนติเมตร สำหรับบุคคลเดี่ยว และ 172.7 เซนติเมตร สำหรับสองบุคคล แต่กำหนดมิติขั้นต่ำของความกว้างทางเดินไว้ที่ 76.2 เซนติเมตร ด้วยกลุ่มประชากรในช่วงอายุ 18 – 79 ปี สัญชาติ British

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

มิติการเดินของผู้สูงอายุ ได้แก่ ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ระยะการก้าวเดิน ระยะห่างของเท้าด้านใน-นอกขณะเดิน ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน ถูกวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์ท่าทางการเดิน ตัวแปรอิสระในการทำงานทดลองนี้ ได้แก่ ความเร็วในการเดิน ความกว้างทางเดิน และตัวแปรควบคุม ได้แก่ ระยะทางในการเดิน 4.5 – 5เมตร

3.1 ผู้เข้าร่วมการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นอาสาสมัครเพศชายและหญิง อายุระหว่าง 60 – 75ปี จำนวน 100 ซึ่งคำนวณหาความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n = จำนวนประชากรอาสาสมัครผู้สูงอายุไทย
N = จำนวนประชากรผู้สูงอายุไทยเมื่อปี 2561 จำนวน 11,770,000 คน
e = ค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง กำหนดให้ e = 10%

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการทดลอง มีดังนี้

- ส่วนสูงเกินกว่า 140 เซนติเมตรขึ้นไป
- ที่พักอาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
- ไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยเหลือการเดิน
- ไม่มีประวัติการผ่าตัดเปลี่ยนแปลงร่างกาย
- ผ่านแบบประเมินความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ ได้แก่ แบบประเมินความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน ดัชนี บาร์เทลเอดีแอล และแบบประเมินการทดสอบสมดุลร่างกายด้วยการนั่ง ลุก ยืน เดิน

ผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคนลงนามแสดงความยินยอมเข้าร่วมการทดลอง

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

3.2 สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง

ห้องปฏิบัติการยศาสตร์ ชั้น 8 อาคารเจริญวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบเข็ม CAMRY รุ่น DT613 เพื่อชั่งน้ำหนักของผู้เข้าร่วมการทดลอง

รูปภาพที่ 12 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.3.2 ระบบบันทึกการเคลื่อนไหวด้วยภาพ Optitrack เพื่อบันทึกการเคลื่อนไหวของผู้เข้าร่วมการทดลอง โดยมีพื้นที่บันทึกภาพคือ 4.5 x 3.9 เมตร ประกอบด้วย

3.3.2.1 กล้องอินฟาเรด รุ่น Flex 13 ความละเอียด 1.3 ล้านพิกเซล จำนวน 12 ตัว

รูปภาพที่ 13 กล้องอินฟาเรด รุ่น Flex 13

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

3.3.2.2 มาร์กเกอร์แบบลูกบอลวาวแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร

รูปภาพที่ 14 ลูกบอลวาวแสง

3.3.2.3 คอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์ Motive: Body (Version 1.7.5)

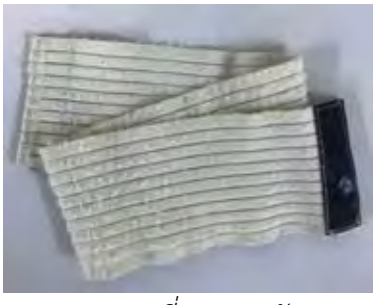
3.3.3 รองเท้าลุยน้ำรวมกับลูกบอลวาวแสงสำหรับเข้ารูปทรงของเท้า เพื่อบันทึกการเคลื่อนไหวของปลายนิ้วมือโป้งเท้าและข้อเท้าด้านนอก ประกอบไปด้วย

3.3.3.1 มาร์กเกอร์แบบลูกบอลวาวแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร ติดบน นิ้วโป้ง และ ข้อเท้าด้านนอก

รูปภาพที่ 15 รองเท้าลุยน้ำ ยี่ห้อTRIBORD

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

3.3.4 สายรัดเข่าและข้อศอก เพื่อให้สามารถติดตั้งลูกบอลวาวแสงบนข้อต่อเข่าและข้อศอก



รูปภาพที่ 16 สายรัด

3.3.5 ถุงมือ เพื่อให้สามารถติดตั้งลูกบอลวาวแสงบนสนับมือ

รูปภาพที่ 17 ถุงมือ

3.3.6 หมวกว่ายน้ำรวมกับเวลโคร เพื่อให้สามารถติดตั้งลูกบอลวาวแสงบนศีรษะ และหน้าผาก ประกอบด้วย

3.3.6.1 เวลโครเทปสามที่เพื่อติด ลูกบอลวาวแสง ขนาดเส้นภาพศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตรลงบนศีรษะ

รูปภาพที่ 18 หมวกว่ายน้ำ

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

3.4 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

1. เก็บข้อมูลแบบประเมินความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ และวัดขนาดสัดส่วนร่างกายและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมการทดลองทั้งหมด โดยขนาดสัดส่วนร่างกายประกอบด้วยท่านั่งและยืน จำนวน 5 ตำแหน่ง แบ่งออกเป็น ความสูง ความกว้างบ่า ความสูงของปลายนิ้วมือ ความกว้างและยาวเท้า ถูกวัดด้วย Anthropometer ดังนี้

- ความสูงขณะยืน : ผู้เข้าร่วมการทดลองยืนตัวตรง มองไปข้างหน้า ส้นเท้าทั้งสองข้างชิดกัน วัดความสูงจากพื้นถึงจุดสูงสุดของศีรษะ

- ความกว้างบ่า : ผู้เข้าร่วมการทดลองนั่งลงบนเก้าอี้ หลังจากนั้นจึงวัดความกว้างมากสุดของหัวไหล่ทั้งสองข้าง

- ความสูงของปลายนิ้วมือ : ผู้เข้าร่วมการทดลองยืนตรง มองไปข้างหน้า ส้นเท้าทั้งสองข้างชิดกัน ปลายนิ้วมือเหยียดตรง วัดความสูงจากพื้นถึงจุดต่ำของปลายนิ้วมือ

- ความกว้างและยาวเท้า : ผู้เข้าร่วมการทดลองนั่งลงบนเก้าอี้ หลังจากนั้นจึงวัดความกว้างและยาวเท้า

รูปภาพที่ 19 แสดงเครื่องมือวัด Anthropometer Martin Type

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

2. ติดตั้งอุปกรณ์และซอฟต์แวร์สำหรับบันทึกการเคลื่อนไหว ระบบได้ถูกตั้งค่าความถี่ในการเก็บข้อมูล 120 เฟรมต่อวินาที

3. ปรับเทียบความถูกต้องของระบบบันทึกการเคลื่อนไหว

รูปภาพที่ 20 ห้องปฏิบัติการสำหรับเก็บข้อมูลการเคลื่อนไหว 3 มิติ และพรมกันลื่น

4. ผู้เข้าร่วมการทดลองสวมเสื้อผ้าขนาดพอดีตัว พร้อมนำเสื้อเข้าในกางเกงติดเวลโครบนตำแหน่งสะโพกและปุ่มปลายหัวไหล่ทั้งสองข้างของผู้เข้าร่วมการทดลอง

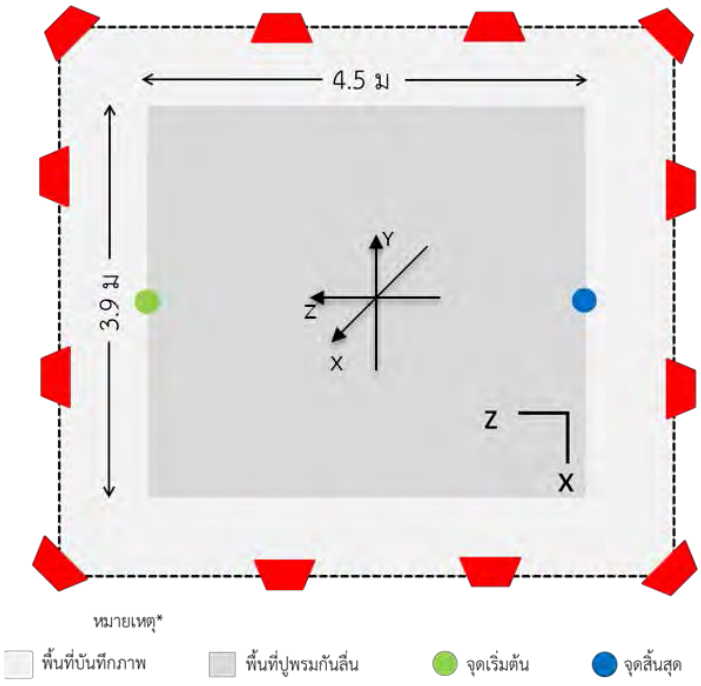
5. ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองสวมใส่อุปกรณ์รัดรูปได้แก่ หมวกว่ายน้ำ สายรัดเข่า สายรัดข้อศอก ถุงมือ และรองเท้าลุยน้ำ เพื่อบันทึกการเคลื่อนไหวของข้อต่อในการทดลอง

6 ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองติดลูกบอลวาวแสง 16 ตำแหน่งได้แก่ ศีรษะ หน้าผาก ปุ่มปลายหัวไหล่ ข้อศอก มือ สะโพก หัวเข่า ข้อเท้า และนิ้วโป้งเท้า แสดงดังรูปภาพที่ 21

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

รูปภาพที่ 21 ตำแหน่งการติดลูกบอลวาวแสง 16 ตำแหน่ง บนร่างกาย

7. เริ่มต้นการทดลอง ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองยืนที่จุดเริ่มต้น ภายใต้พื้นที่บันทึกการเคลื่อนไหว แผนผังพื้นที่ทำการบันทึกการเคลื่อนไหว และพิกัด X Y Z ที่ใช้ในการบันทึกการเคลื่อนไหว แสดงดังรูปภาพที่ 22



รูปภาพที่ 22 แผนผังพื้นที่ทำการทดลอง

CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22
3752390454

8. ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเดินตามแกน Z จากจุดเริ่มต้นไปถึงจุดสิ้นสุด

รูปภาพที่ 23 ลักษณะการเดินของผู้เข้าร่วมการทดลอง

9. บันทึกข้อมูลการเดินด้วยระบบบันทึกการเคลื่อนไหว ตั้งแต่ผู้เข้าร่วมการทดลองเตรียมพร้อมสำหรับการเดินจนกระทั่งเริ่มเดินถึงจุดสิ้นสุด

10. ปรับปรุงข้อมูล ลบสิ่งรบกวนที่เกิดขึ้นจากระบบ และกรองข้อมูลให้ราบเรียบโดยบัทเทอร์เวิดที่ความถี่ 7 เฮิร์ตซ์

11. แปลงข้อมูลวีดีโอจากระบบบันทึกการเคลื่อนไหวจากโปรแกรมให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณโดยจะนำข้อมูลออกมาที่ความถี่ 30 ภาพต่อวินาที ซึ่งข้อมูลที่ได้จะแสดงในรูปแบบของพิกัดสามมิติ โดยที่ X Y Z จะเป็นตัวแทนพิกัดของ ความกว้าง ความสูง และความยาว ตามลำดับ แสดงดังรูปภาพที่ 22

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

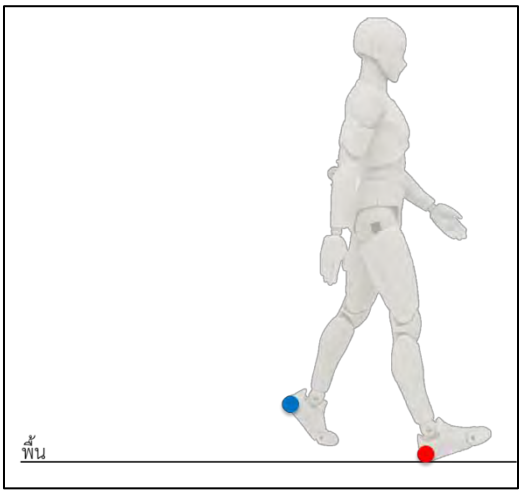
3.5 การวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ข้อมูลสถิต และ พลวัต

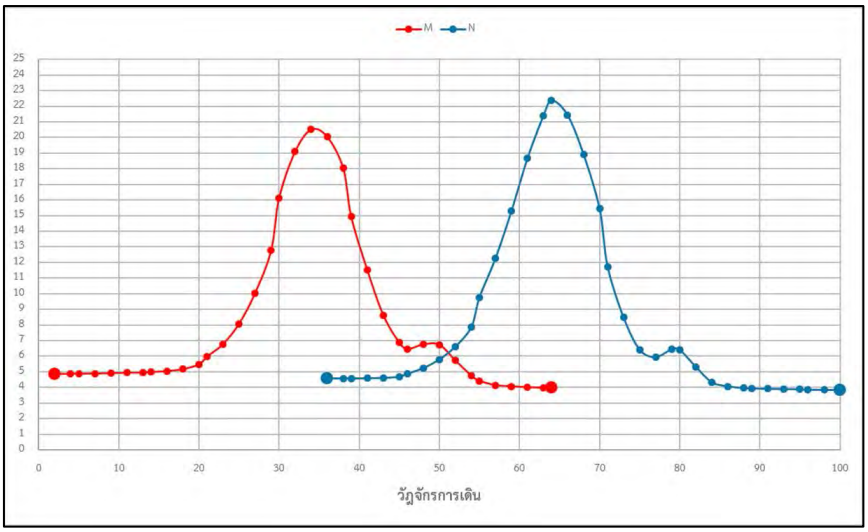
ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิตได้แก่ น้ำหนัก ความสูง ดัชนีมวลร่างกาย ความกว้างบ่า ความสูงของปลายนิ้วมือ ความกว้างและยาวเท้า

ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวได้แก่ ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ระยะการก้าวเดิน ระยะห่างของเท้าด้านใน-นอกขณะเดิน และความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน โดยข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวถูกวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วัฏจักรการเดิน



รูปภาพที่ 24 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาวัฏจักรการเดิน

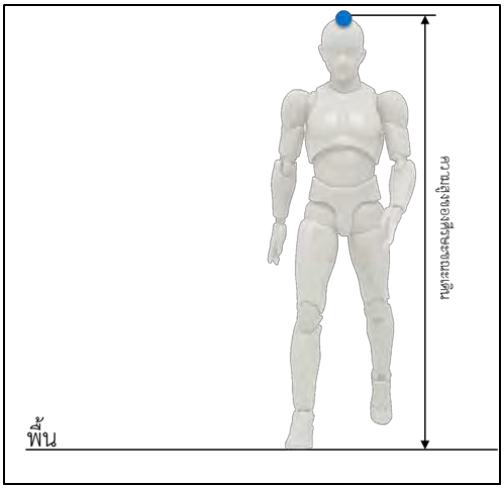


รูปภาพที่ 25 ตัวอย่างการวิเคราะห์หาวัฏจักรการเดินจากมุมมองด้านข้าง

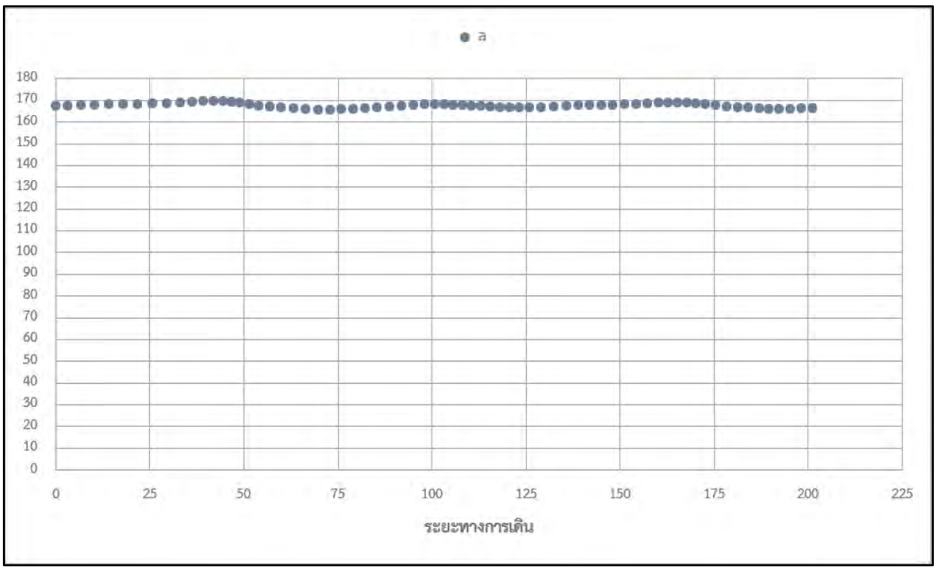
CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22
3752390454

จากรูปภาพที่ 25 พบว่าวัฏจักรการเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองมีลักษณะคือ ขาข้างขวาและซ้ายใช้การก้าวเดินประมาณ 65% ในวัฏจักรการเดิน และขาข้างซ้ายได้เริ่มเคลื่อนที่หลังจากขาข้างขวาได้เคลื่อนที่โดยประมาณ 35% ของวัฏจักรการเดิน โดยจากกราฟวัฏจักรการเดินได้ถูกนำไปวิเคราะห์หาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของวัฏจักรการเดินคือ นำพิกัดจุดลูกบอลวาวแสงของข้อเท้าด้านนอกข้างขวาและซ้ายมาวิเคราะห์ความสูงน้อยสุดเพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นการกระแทกของส้นเท้าและนำความสูงน้อยสุดครั้งถัดไปใช้เป็นจุดสิ้นสุดของวัฏจักรการเดิน

2. ความสูงของศีรษะขณะเดิน



รูปภาพที่ 26 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาความสูงของศีรษะขณะเดิน

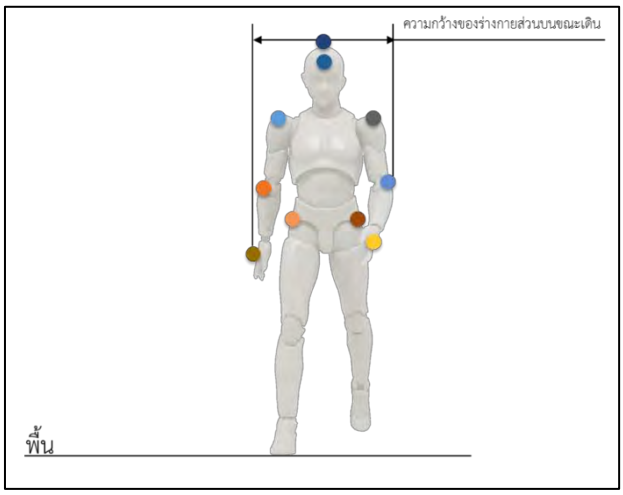


รูปภาพที่ 27 ตัวอย่างความสูงของศีรษะขณะเดินจากมุมมองด้านข้าง

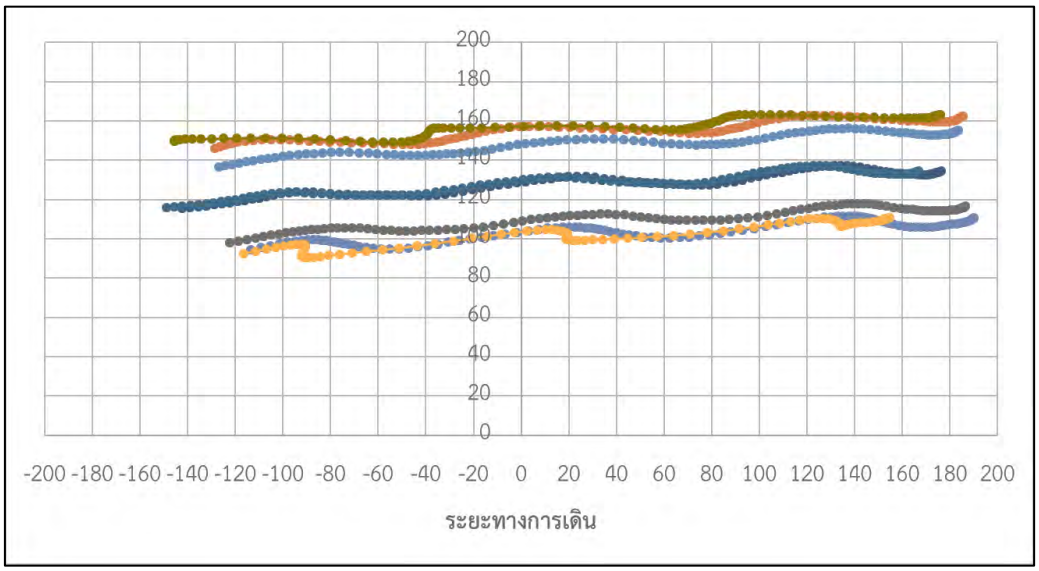
3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

จากรูปภาพที่ 27 พบว่าความสูงของศีรษะขณะเดินมีลักษณะขึ้นลงสลับกัน โดยจากกราฟได้นำไปวิเคราะห์หาความสูงของศีรษะขณะเดินคือ นำพิกัดจุดลูกบอลวาวแสงของศีรษะมาวิเคราะห์ความสูงมากสุดในแกนตั้งตลอดการเดิน เพื่อใช้เป็นตัวแทนความสูงของศีรษะขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลอง โดยแกนตั้งในกราฟคือ ระยะตั้งฉากกับพื้นห้องปฏิบัติการหน่วยเซนติเมตร

3. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน



รูปภาพที่ 28 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน

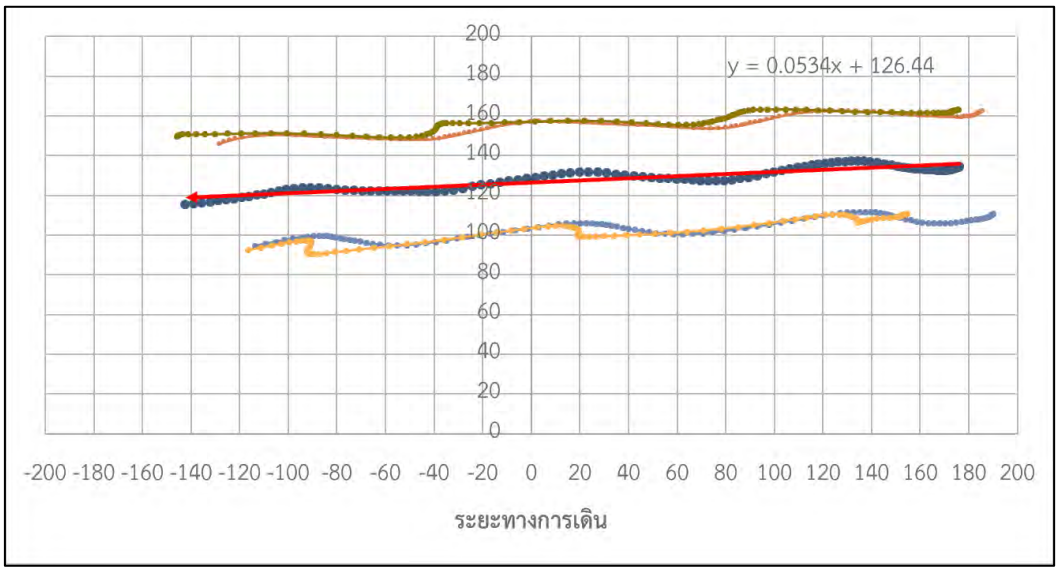


รูปภาพที่ 29 ตัวอย่างความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินจากมุมมองด้านบน

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

จากรูปภาพที่ 29 เป็นตัวอย่างกราฟที่ใช้วิเคราะห์ความกว้างทางเดินของร่างกายส่วนบนขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองคือ นำพิกัดจุดลูกบอลวาวแสงของร่างกายส่วนบนได้แก่ ศีรษะ หน้าผาก ปุ่มหัวไหลข้างขวาและซ้าย ปุ่มข้อศอกข้างขวาและซ้าย สะโพกข้างขวาและซ้าย สนับมือข้างขวาและซ้าย มาวิเคราะห์หาขนาดของความกว้างร่างกายส่วนบนโดยการวิเคราะห์ได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. หาทิศทางการเดิน

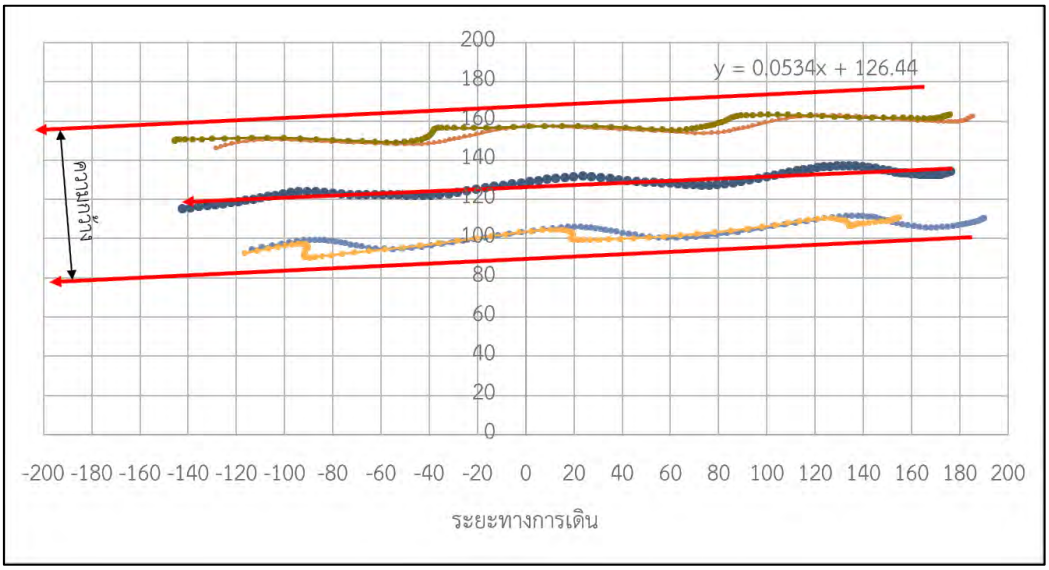


รูปภาพที่ 30 ตัวอย่างการหาทิศทางการเดินจากมุมมองด้านบน

จากรูปภาพที่ 30 เป็นตัวอย่างกราฟที่ใช้วิเคราะห์หาทิศทางการเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองคือ นำพิกัดจุดลูกบอลวาวแสงของศีรษะ มาวิเคราะห์เส้นแนวโน้มเพื่อใช้เป็นตัวแทนทิศทางการเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละบุคคล โดยแกนตั้งในกราฟคือระยะตามแนวขนานกับทิศทางการเดินของระบบบันทึกการเคลื่อนไหวหน่วยเซนติเมตร และแกนนอนในกราฟคือระยะตามแนวตั้งฉากกับทิศทางการเดินของระบบบันทึกการเคลื่อนไหวหน่วยเซนติเมตร

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน

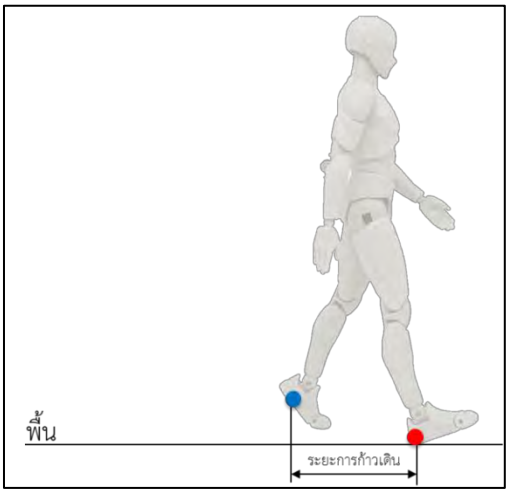


รูปภาพที่ 31 ตัวอย่างการหาความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินจากมุมมองด้านบน

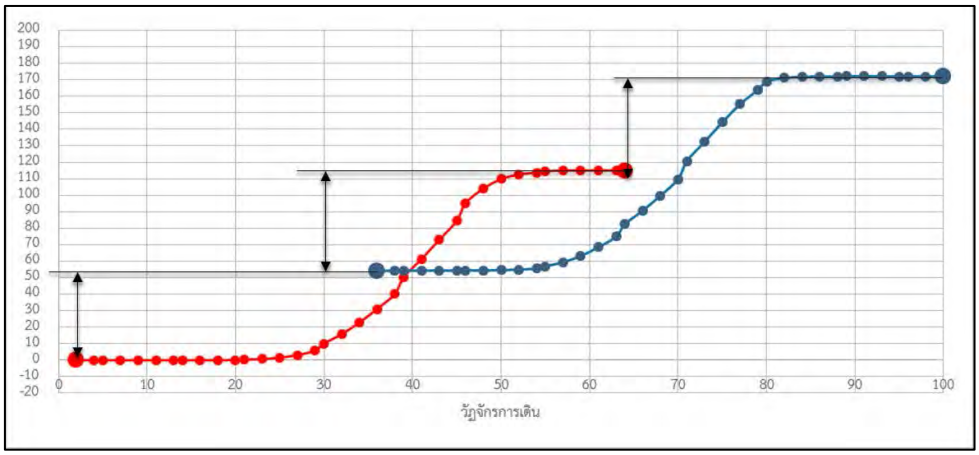
จากรูปภาพที่ 31 เป็นตัวอย่างกราฟที่ใช้วิเคราะห์ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองคือ นำพิกัดจุดลูกบอลวาวแสงของ ปุ่มข้อศอกข้างขวาและซ้าย และสนับมือข้างขวาและซ้าย มาวิเคราะห์ผลต่างมากสุดของจุดบอลวาวแสงส่วนซีกขวาและซ้ายของร่างกายตามทิศทางการเดิน (สาเหตุที่ไม่นำ ปุ่มปลายหัวไหล่ กับ สะโพก มาวิเคราะห์เนื่องจากความน่าจะเป็นที่ความกว้างของปุ่มปลายหัวไหล่ กับ สะโพก จะมีความกว้างมากสุดไม่สามารถเป็นไปได้) เพื่อใช้เป็นตัวแทนความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละบุคคล โดยแกนตั้งในกราฟคือระยะตามแนวขนานกับทิศทางการเดินของระบบบันทึกการเคลื่อนไหวหน่วยเซนติเมตร และแกนนอนในกราฟคือระยะตามแนวตั้งฉากกับทิศทางการเดินของระบบบันทึกการเคลื่อนไหวหน่วยเซนติเมตร

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

4. ระยะการก้าวเดิน



รูปภาพที่ 32 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์ระยะการก้าวเดิน

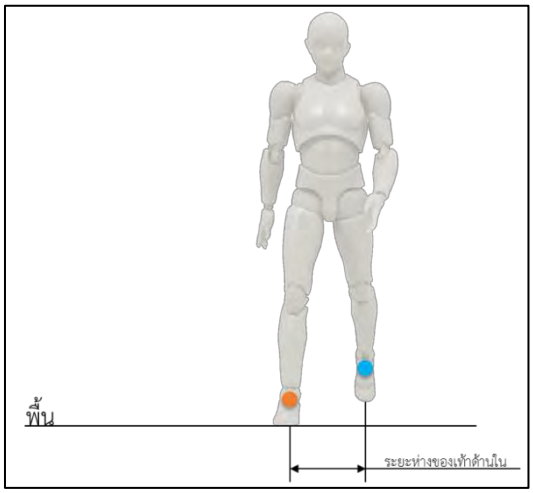


รูปภาพที่ 33 ตัวอย่างการวิเคราะห์ระยะก้าวเดิน

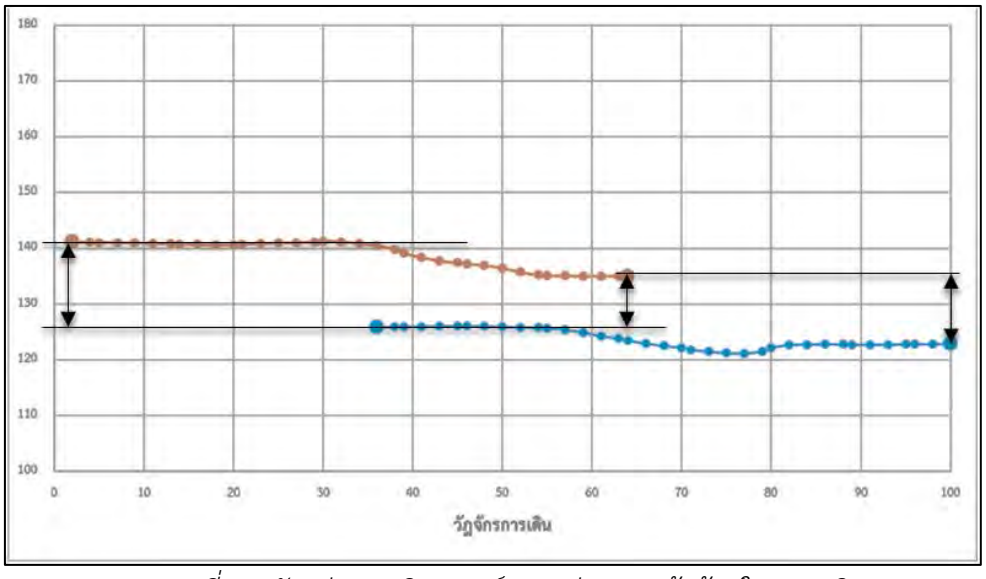
จากรูปภาพที่ 33 เป็นตัวอย่างกราฟที่ใช้วิเคราะห์ระยะการก้าวเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองคือนำพิกัดจุดลูกบอลวาวแสงของข้อเท้าด้านนอกข้างขวาและซ้ายมาวิเคราะห์หาผลต่างในแกนตั้งของจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของขาคนละข้างในวัฏจักรการเดิน จากนั้นนำค่าที่เกิดขึ้นจากจุดเริ่มต้นกับจุดสิ้นสุดมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นตัวแทนระยะการก้าวเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละบุคคล โดยแกนตั้งในกราฟคือระยะตามแนวขนานกับทิศทางการเดินหน่วยเซนติเมตร

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

5. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน



รูปภาพที่ 34 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน



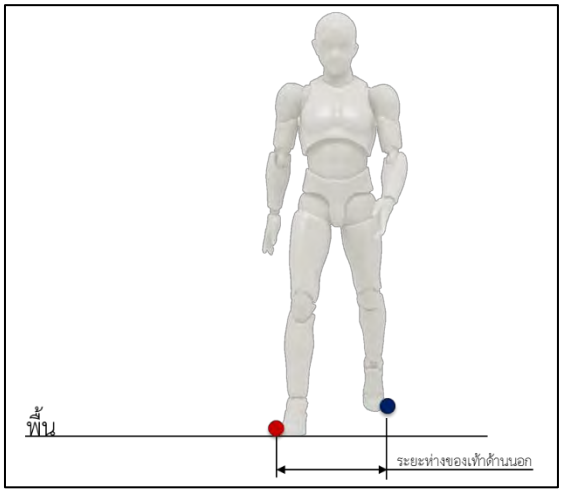
รูปภาพที่ 35 ตัวอย่างการวิเคราะห์ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน

จากรูปภาพที่ 35 เป็นตัวอย่างกราฟที่ใช้วิเคราะห์ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองคือ นำพิกัดจุดลูกบอลวาวแสงของข้อเท้าด้านนอกข้างขวาและซ้ายมาวิเคราะห์หาผลต่างในแกนตั้งของจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของขาคนละข้างในวัฏจักรการเดิน จากนั้นนำค่าที่เกิดขึ้นจากจุดเริ่มต้นกับจุดสิ้นสุดมาหาค่ามากสุดและนำมาลบ 8 เซนติเมตร (เนื่องจากการติดจุดลูกบอลวาวแสงไม่ได้ติดไว้บนจุดกึ่งกลางส้นเท้าจึงนำมาลบ 8 เซนติเมตร ซึ่งได้มาจากระยะห่างของรองเท้าแต่ละข้าง

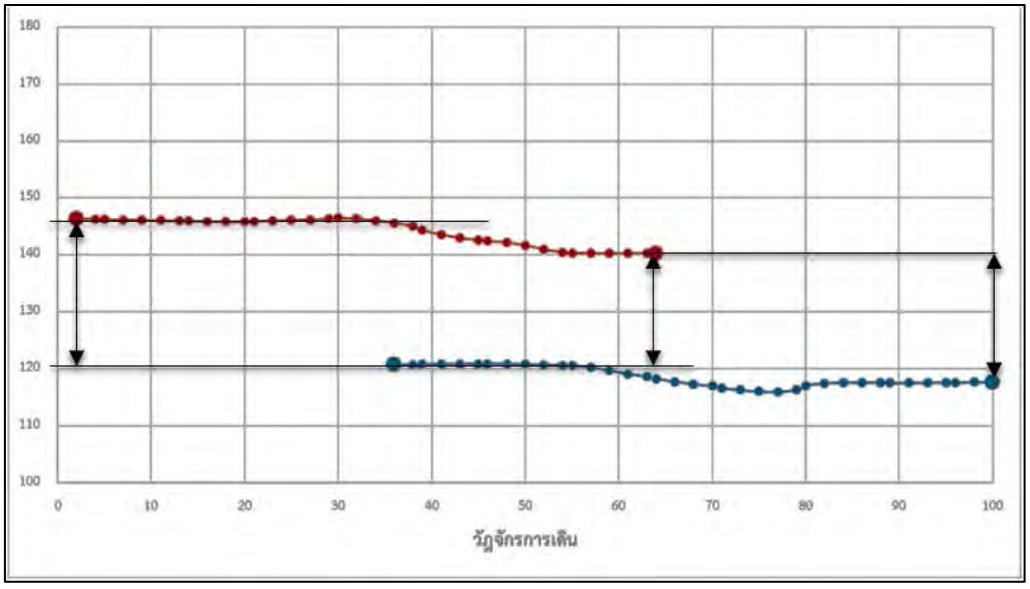
3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ในที่นี้คือ 4 เซนติเมตร) เพื่อใช้เป็นตัวแทนระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละบุคคล โดยแกนตั้งในกราฟคือระยะตามแนวตั้งฉากกับทิศทางการเดินหน่วยเซนติเมตร

6.ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน



รูปภาพที่ 36 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาระยะห่างของเท้าด้านนอก



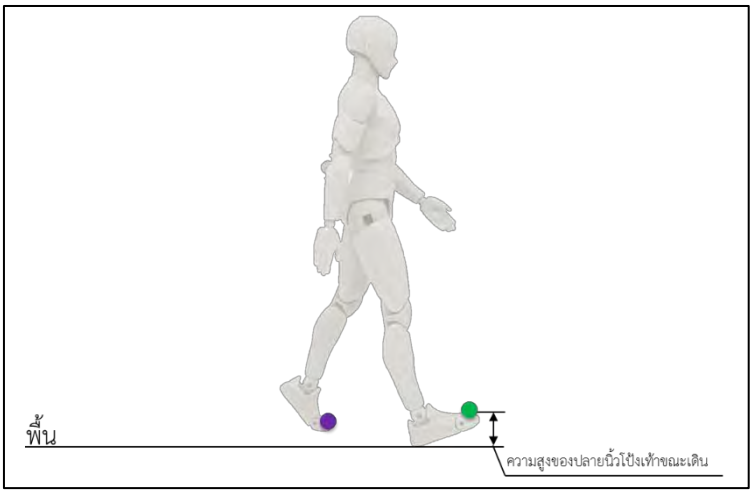
รูปภาพที่ 37 ตัวอย่างการวิเคราะห์ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน

จากรูปภาพที่ 37 เป็นตัวอย่างกราฟที่ใช้วิเคราะห์ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองคือ นำพิกัดจุดลูกบอลวาวแสงของปลายนิ้วก้อยเท้าข้างขวาและซ้าย (เนื่องจากการติดจุดลูกบอลวาวแสงไม่ได้ติดไว้บนปลายนิ้วก้อยเท้าจึงนำมาสร้างจุดสมมติด้วยกฎของโคซายน์)

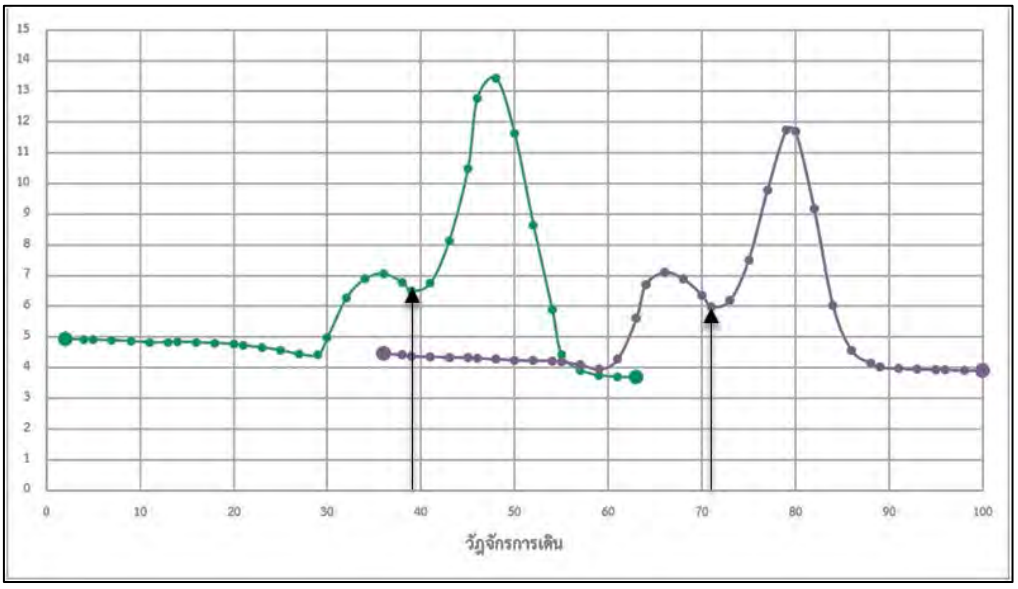
3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

มาวิเคราะห์หาผลต่างในแกนตั้งของจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของขาคนละข้างในวัฏจักรการเดิน จากนั้นนำค่าที่เกิดขึ้นจากจุดเริ่มต้นกับจุดสิ้นสุดมาหาค่ามากสุดเพื่อใช้เป็นตัวแทนระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละบุคคล โดยแกนตั้งในกราฟคือระยะตามแนวตั้งฉากกับทิศทางการเดินหน่วยเซนติเมตร

7. ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน



รูปภาพที่ 38 จุดอ้างอิงการวิเคราะห์หาความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน



รูปภาพที่ 39 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน

จากรูปภาพที่ 39 เป็นตัวอย่างกราฟที่ใช้วิเคราะห์ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองคือ นำพิกัดจุดลูกบอลวาวแสงของปลายนิ้วโป้งเท้าข้างขวาและซ้าย มาวิเคราะห์

CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22
3752390454

หาความสูงน้อยสุดที่ช่วงการแกว่งขาในแกนตั้งของขาคนละข้างในวัฏจักรการเดิน จากนั้นนำค่าที่ได้จากข้างขวาและซ้ายมาหาค่าน้อยสุดเพื่อใช้เป็นตัวแทนความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละบุคคล โดยแกนตั้งในกราฟคือระยะตั้งฉากกับพื้นห้องปฏิบัติการหน่วยเซนติเมตร

มิติการเคลื่อนไหว 6 มิติ และ แบบสถิต 1 สัดส่วน เพื่อใช้สร้างกรอบการเดินของผู้สูงอายุได้ใช้ตัวอักษรแทนดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอักษรแทนขนาดสัดส่วนร่างกาย

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	ตัวอักษรแทน
1	ความสูงของศีรษะขณะเดิน	D1
2	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน	D2
3	ระยะการก้าวเดิน	D3
4	ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน	D4
5	ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน	D5
6	ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน	D6
7	ความสูงของปลายนิ้วมือ	D7

ความสำคัญของมิติการเคลื่อนไหว และขนาดสัดส่วนร่างกายที่ใช้สร้างกรอบการเดินของผู้สูงอายุมีดังนี้

1. ความสูงของศีรษะขณะเดิน(D1) เพื่อป้องกันให้ไม่เกิดอุบัติเหตุศีรษะกระแทกกับวัตถุตามทางเดิน เช่น ขอบประตู ชั้นวางของชนิดแผงลอย ขอบล่างป้ายรถเมล์ เป็นต้น

2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน(D2) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุเดินชนหรือกระแทก ระหว่างคนสองคนและคนกับสิ่งของ เช่น ความกว้างทางเดินสำหรับสองบุคคล ระยะห่างการติดตั้งของชั้นวางของทั้งสองอัน ความกว้างแคบสุดของทางเดินระหว่างตึกสำหรับบุคคลเดียวสามารถเดิน เป็นต้น

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

3. ระยะการก้าวเดิน(D3) เพื่อให้ประชากรโดยส่วนใหญ่สามารถก้าวเดินได้โดยที่เกิดอุบัติเหตุเดินหล่นจากบล็อคทางเดิน เช่น ระยะห่างการติดตั้งตามแนวยาวของแผ่นทางเดินหรือบล็อคทางเดิน เป็นต้น

4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน(D4) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุเดินหล่นจากบล็อคทางเดิน เช่น ระยะห่างการวางบล็อคทางเดินวัดจากจุดกึ่งกลางบล็อค เป็นต้น

5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน(D5) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุปลายนิ้วก้อยเท้าสะดุดหรือกระแทกกับวัตถุตามทางเดินและเกิดอาการบาดเจ็บที่ปลายนิ้วก้อยเท้า เช่น ระยะห่างการวางโต๊ะเนื่องจากโต๊ะโดยทั่วไปความสูงอยู่ระดับเอวทำให้ร่างกายส่วนบนนั้นไม่เกิดการแทกแต่สำหรับเท้าสามารถเกิดการแทกได้ ความกว้างมากสุดของทางเดินเท้าสำหรับบุคคลเดียว ความกว้างมากสุดของแผ่นทางเดินสำหรับบุคคลเดียว เป็นต้น

6. ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน(D6) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุปลายนิ้วโป้งเท้าสะดุดหรือกระแทกกับวัตถุตามทางเดินล้มและเกิดอาการบาดเจ็บที่ปลายนิ้วโป้งเท้า เช่น ความสูงสุดหลังติดตั้งบล็อคหรือแผ่นทางเดิน เป็นต้น

7. ความสูงของปลายนิ้วมือ(D7) เพื่อป้องไม่ให้เกิดอุบัติเหตุปลายนิ้วมือแกว่งกระแทกกับวัตถุตามทางเดิน เช่น ความสูงจากพื้นถึงวัตถุที่วางไว้ในแขนเก้าอี้ ความสูงของโต๊ะ เป็นต้น สาเหตุที่เลือกใช้ค่าขนาดสัดส่วนร่างกายสถิตเพราะว่าความสูงของปลายนิ้วมือขณะเหยียดตรงเป็นความสูงต่ำสุดเมื่อเทียบกับการเดินซึ่งมีการแกว่งของแขน

จากข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายที่ได้จากการทดลองได้ถูกนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติและนำเสนอในรูปแบบของตารางมาตรฐานการวัดสัดส่วนร่างกายพื้นฐาน ดังตารางที่ 3

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 3 ตารางการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากงานวิจัย

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
						1	5	50	95	99
1		ชาย								
		หญิง								
		รวม								
2		ชาย								
		หญิง								
		รวม								
.	.									
.	.									
13		ชาย								
		หญิง								
		รวม								

3.6 การนำไปประยุกต์ใช้งาน

ข้อมูลกรอบการเดินของผู้สูงอายุประกอบด้วย มิติการเคลื่อนไหว 6 มิติ และความสูงของปลายนิ้วมือที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ และขนาดสัดส่วนร่างกาย สามารถนำไปเป็นข้อมูลไว้ให้สำหรับผู้ออกแบบใช้เพื่อช่วยในการออกแบบทางเดินให้กับผู้สูงอายุ โดยมีข้อจำกัดดังนี้ 1.ใช้ได้เฉพาะพื้นที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสูง 2.ใช้ได้สำหรับทางเดินเพียงบุคคลเดียวเท่านั้น 3.สำหรับช่วงอายุ 60 – 75ปี 4.ต้องเป็นผู้สูงอายุที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้

ข้อมูลที่ได้จากการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายและมิติการเคลื่อนไหวในครั้งนี้เสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ข้อมูลกับการออกแบบสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้องกับการเดินของมนุษย์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ดังตารางที่ 4

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการนำข้อมูลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้งาน

ลำดับ	การออกแบบขั้นต่ำ	ตัวอย่างการใช้ข้อมูล
1	ประตู	ความสูงของประตู – ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างประตู – ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน
2	บล็อคทางเดินในสวนสาธารณะ	ความยาวของบล็อค – ความยาวของเท้า ระยะห่างของบล็อคตามแนวขว้าง – ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน ระยะห่างของบล็อคตามแนวยาว – ระยะการก้าวเดิน ความสูงของบล็อคหลังการติดตั้ง – ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน
3	จัดวางระยะห่างระหว่างตู้ลิ้นชักทั้งสอง	ระยะห่าง – ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน
4	ความกว้างทางเดิน	ความกว้างทางเดิน - ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

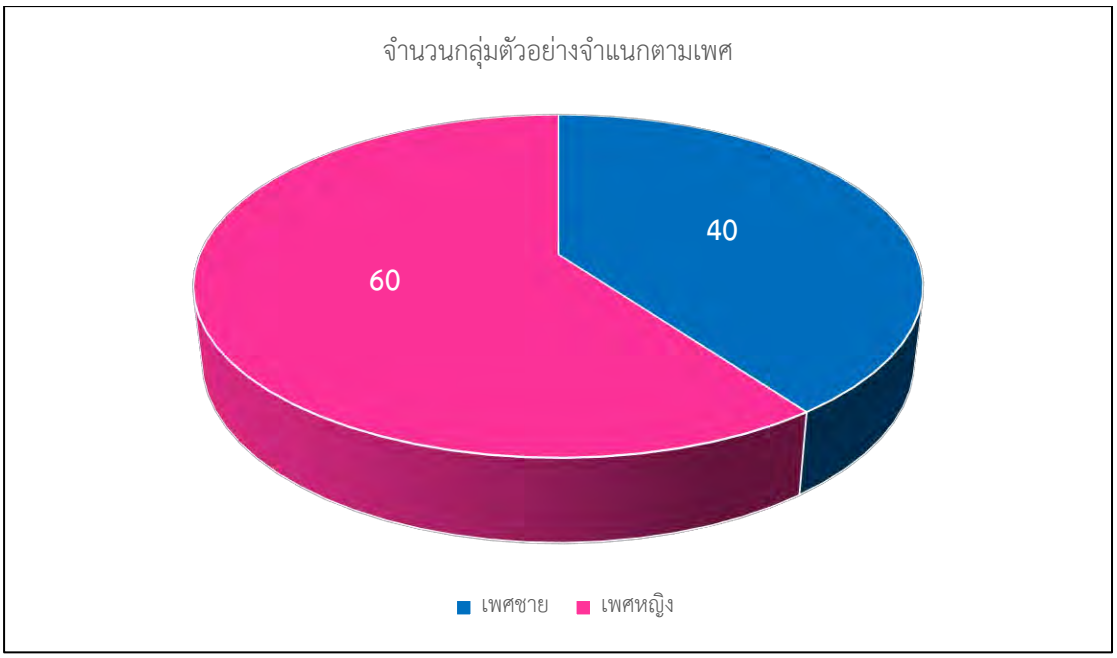
บทที่ 4
ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

จากขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิตและมิติการเคลื่อนไหวของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 11 สัดส่วน และน้ำหนัก ถูกแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 วิธี คือ 1.ใช้เครื่องมือวัด Anthropometer Martin Type สำหรับวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิต 5 สัดส่วนได้แก่ ความสูง ความกว้างบ่า ความสูงของปลายนิ้วมือ ความกว้างและยาวเท้า 2.ใช้เครื่องมือบันทึกการเคลื่อนไหว Motion Capture สำหรับบันทึกการเดินเพื่อนำไปวิเคราะห์หามิติการเคลื่อนไหว 6 มิติ ได้แก่ ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ระยะการก้าวเดิน ระยะห่างของเท้าด้านใน-นอกขณะเดิน ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน โดยผลการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 7 ส่วนดังนี้

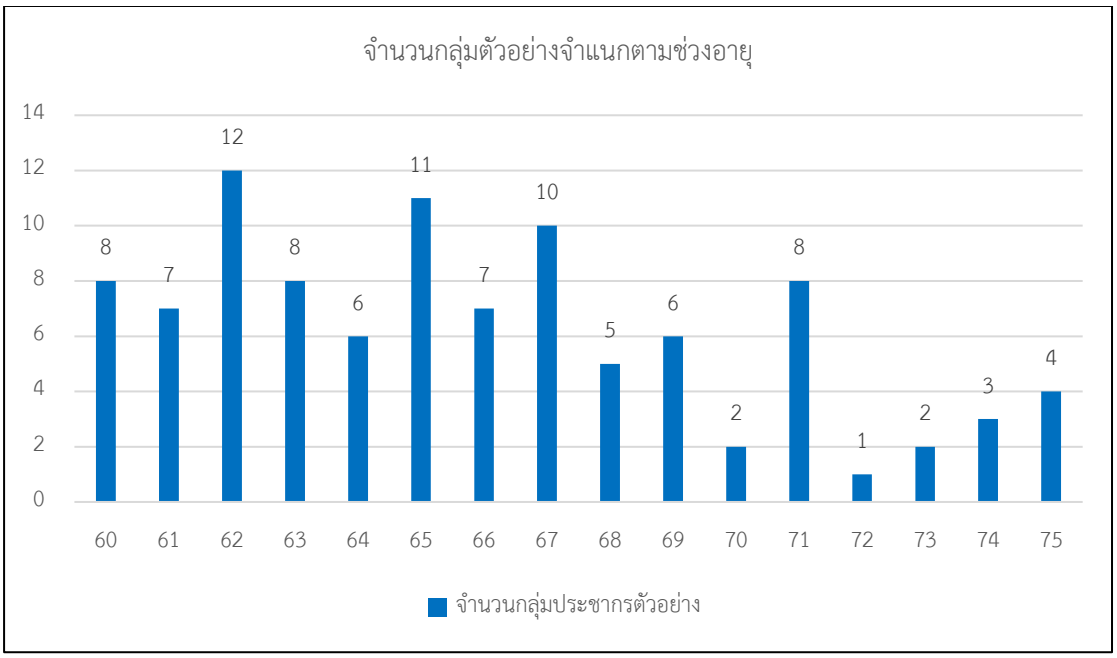
1. ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแสดงถึงจำนวนและสัดส่วนเพศของกลุ่มตัวอย่าง
2. ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหว ได้แก่ ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ระยะการก้าวเดิน ระยะห่างของเท้าด้านใน-นอกขณะเดิน และความสูงของเท้าขณะเดิน
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติประกอบด้วย จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 5 50 95 และ 99 ตามลำดับ
4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ แบบ 3 ทาง
5. แนวทางการประยุกต์ใช้ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหว
6. เปรียบเทียบขนาดกรอบการเดินกับผลงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง
7. ผลการวิเคราะห์เพิ่มเติม

4.1 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลของผู้เข้าร่วมการทดลองผู้สูงอายุ ในช่วง 60 – 75ปี จากอาสาสมัครกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แบ่งออกเป็นผู้สูงอายุเพศชายและหญิง รวมทั้งสิ้น 100 คน จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ จำแนกตามช่วงอายุ และจำแนกตามเพศและช่วงอายุที่เก็บข้อมูลถูกแสดงดังรูปภาพที่ 40 41 และ42 ตามลำดับดังนี้

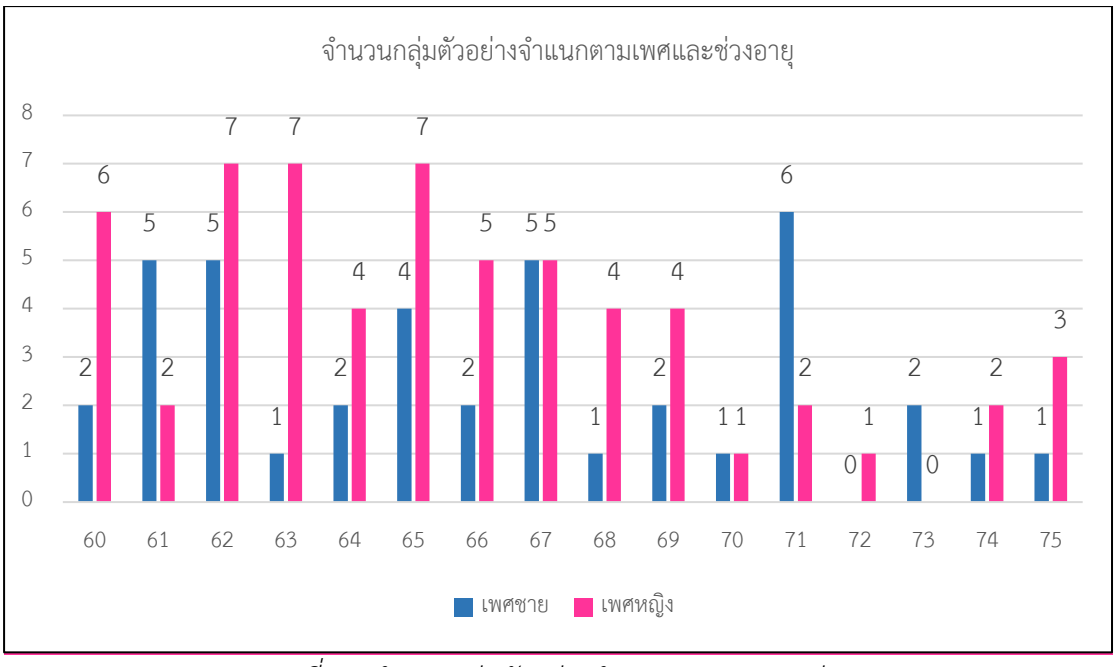


รูปภาพที่ 40 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ



รูปภาพที่ 41 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22



รูปภาพที่ 42 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศและช่วงอายุ

จากผู้เข้าร่วมการทดลองผู้สูงอายุ 100 คน ได้ผ่านแบบประเมินความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ ได้แก่ แบบประเมินความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน ดัชนี บาร์เทลเอดีแอล (ภาคผนวก ก.) และแบบประเมินการทดสอบสมดุลร่างกายด้วยการนั่ง ลุก ยืน เดิน (ภาคผนวก ก.) ผลการประเมินความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน ดัชนี บาร์เทลเอดีแอลของกลุ่มตัวอย่าง เฉลี่ย เท่ากับ 20 คะแนน ค่าต่ำสุด เท่ากับ 18 คะแนน แสดงให้เห็นว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคนจัดอยู่ในกลุ่มผู้สูงอายุที่สามารถช่วยเหลือตัวเองในชีวิตประจำวันได้ และผลการประเมินการทดสอบสมดุลร่างกายด้วยการนั่ง ลุก ยืน เดิน เฉลี่ย 8 วินาที แสดงให้เห็นว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคนจัดอยู่ในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มต่ำ

4.2 ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหว

มิติการเคลื่อนไหวจำนวน 6 มิติ ได้แก่ ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ระยะการก้าวเดิน ระยะห่างของเท้าด้านใน-นอกขณะเดิน และความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน โดยการวิเคราะห์ท่าทางการเดิน จากข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุได้นำเสนอชุดข้อมูลการวิเคราะห์ดังนี้ 1.ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน 2.วัฏจักรการเดินเพื่อใช้กำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของการวิเคราะห์ข้อมูล 3.ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน 4. ความสูงของศีรษะขณะเดิน

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

4.2.1 ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน

จากการวิเคราะห์หาความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินพบว่า พฤติกรรมการเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละบุคคลมีทิศทางการเดินเอียงส่งผลให้ค่าความชันของทิศทางการเดินเป็นบวก และลบ เพื่อพิสูจน์ว่าแนวคิดการวิเคราะห์ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินสามารถใช้วิเคราะห์ได้จริง จึงถูกวิเคราะห์ดังนี้

1. หาทิศทางการเดิน

จากผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน พบว่า มีผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 92 คน เดินไปในทิศทางบวก และ 8 คน เดินไปเป็นทิศทางลบ

2. เปรียบเทียบขนาดความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินที่ได้จากกลุ่มชุดข้อมูลที่ได้จากผู้เข้าร่วมการทดลองไปทิศบน กับทิศล่าง

เปรียบเทียบขนาดความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองเดินไปในทิศทางบวกและลบ โดยนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการทดสอบแบบ Independent-Sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 5 สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

เมื่อ μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินในทิศทางบวก

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินในทิศทางลบ

ผลการทดสอบ

Accept: ยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1 เมื่อ P-Value มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ α (0.05) แสดงถึงค่าเฉลี่ยความกว้างของร่างกายบนขณะเดินในทิศทางบวกกับทิศทางลบไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ

Reject: ยอมรับ H_1 ปฏิเสธ H_0 เมื่อ P-Value มีค่าน้อยกว่า α (0.05) แสดงถึงค่าเฉลี่ยความกว้างของร่างกายบนขณะเดินในทิศทางบวกกับทิศทางลบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

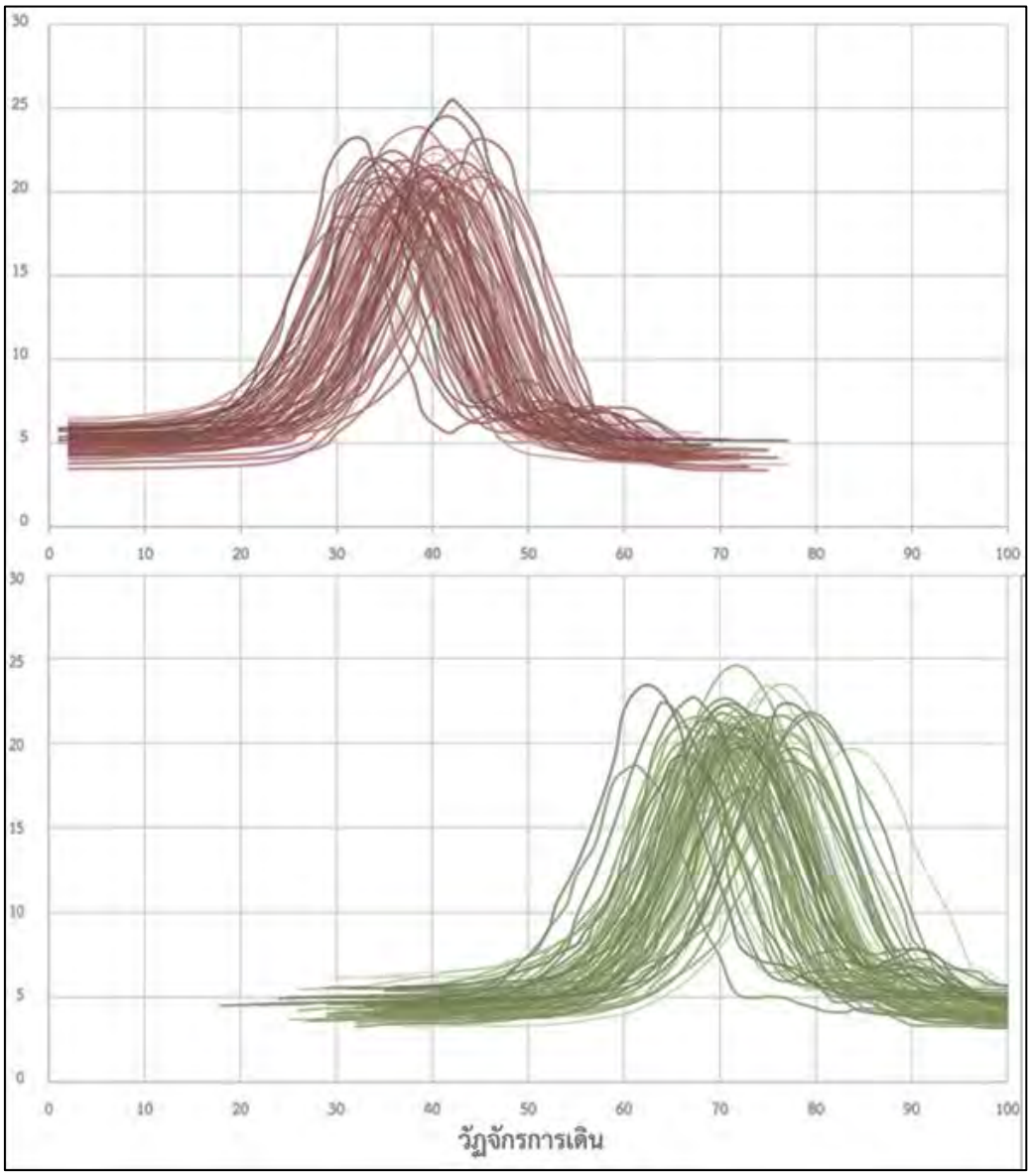
จากตารางที่ 5 ผลการทดสอบ Independent-Sample t-test พบว่า ค่าสถิติทดสอบ $t(98) = -0.740$, $p > 0.05$ แสดงว่า ค่าความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินในทิศทางบวกกับทิศทางลบไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญกล่าวคือ ทิศทางการเดินเอียงไม่ส่งผลต่อค่าความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ดังนั้นวิธีการหาระยะทางระหว่างเส้นตรงที่ตั้งฉากกับทิศทางการเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองสามารถใช้งานได้จริง

ตารางที่ 5 การทดสอบ Independent-Sample t-test เปรียบเทียบความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินระหว่างทิศทางบวกกับทิศทางลบ

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ทิศบวก	Equal variances assumed	2.714	0.103	-0.740	98	0.461	-3.571	4.825	-13.146	6.005
	Equal variances not assumed			-0.440	7.347	0.673	-3.571	8.117	-22.581	15.440

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

4.2.2 วัฏจักรการเดิน

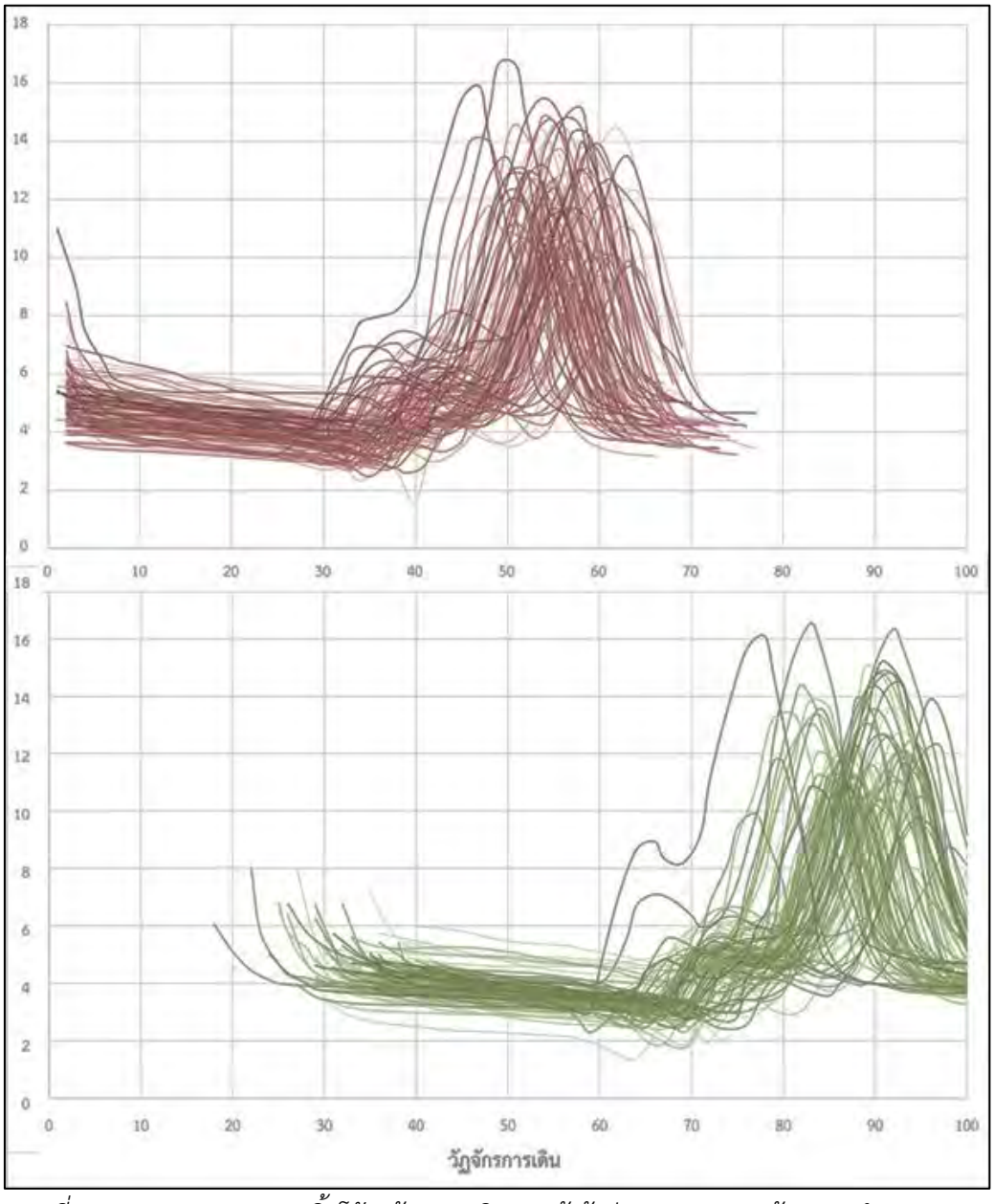


รูปภาพที่ 43 วัฏจักรการเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองผู้สูงอายุจำนวน 100 คน

จากรูปภาพที่ 43 พบว่าผู้เข้าร่วมการทดลองผู้สูงอายุจำนวน 100 คน มีท่าทางการเดินในลักษณะแบบเดียวกันคือ ขาข้างขวาและซ้ายใช้ 65 – 75% ในวัฏจักรการเดิน โดยขาข้างซ้ายได้เริ่มเคลื่อนที่หลังจากขาข้างขวาได้เคลื่อนที่โดยประมาณ 25 – 35% ของวัฏจักรการเดิน เพื่อให้รูปแบบของวัฏจักรการเดินเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ในการทดลองครั้งนี้ไม่ได้ควบคุมปัจจัยความเร็วในการเดิน จึงทำให้ผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละบุคคลมีช่วงระยะการก้าวเดินที่แตกต่างในแต่ละวัฏจักรการเดิน

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

4.2.3 ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน

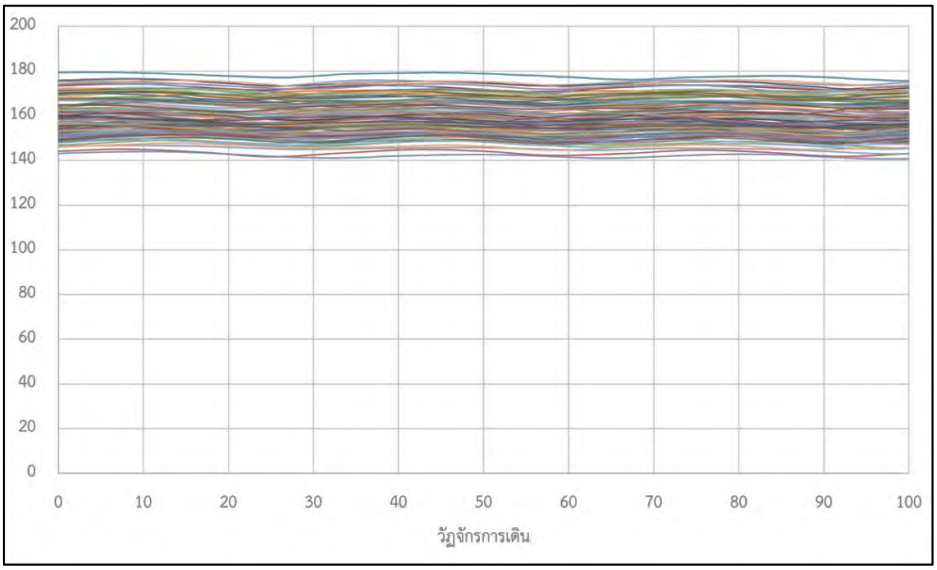


รูปภาพที่ 44 ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองผู้สูงอายุจำนวน 100 คน

จากรูปภาพที่ 44 พบว่าจากผู้เข้าร่วมการทดลองผู้สูงอายุจำนวน 100 คน มีความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินเป็นลักษณะเดียวกันคือ ก่อนยกเท้าขึ้นจะเริ่มมีการกดปลายเท้าลงเพื่อดันเท้ายกขึ้น

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

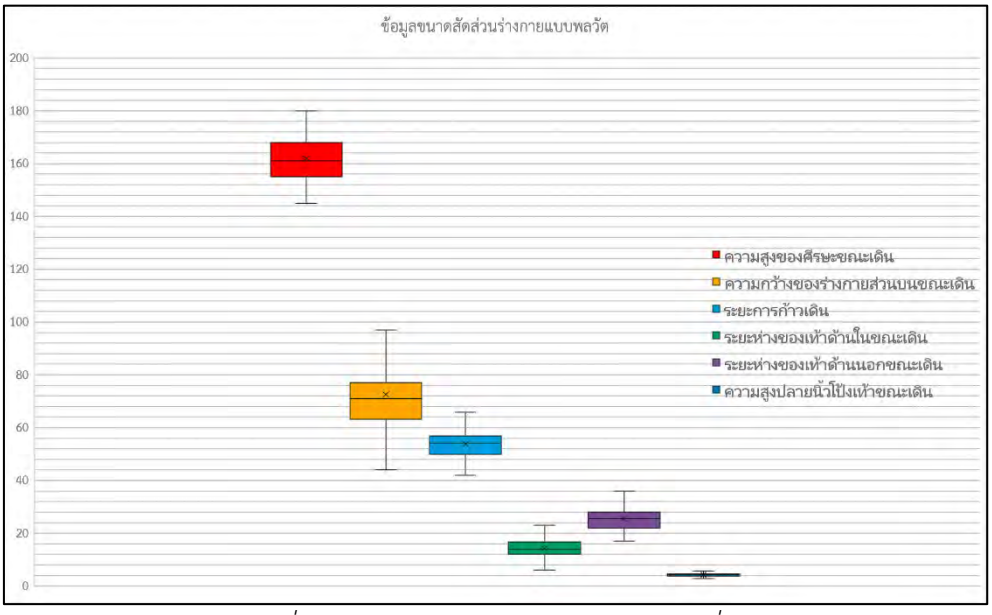
4.2.4 ความสูงของศีรษะขณะเดิน



รูปภาพที่ 45 ความสูงของศีรษะขณะเดินของผู้เข้าร่วมการทดลองผู้สูงอายุจำนวน 100 คน

จากรูปภาพที่ 45 พบว่าจากผู้เข้าร่วมการทดลองผู้สูงอายุจำนวน 100 คน มีความสูงของศีรษะขณะเดินเป็นลักษณะขึ้นลงสลับกันตลอดวัฏจักรการเดิน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวทั้ง 6 มิติ ของผู้เข้าร่วมการทดลอง 100 คน ได้นำเสนอผ่านชุดข้อมูลแบบ Box-plot โดยแกนตั้งในกราฟเป็นหน่วยเซนติเมตรแสดงดังรูปภาพที่ 46



รูปภาพที่ 46 กราฟ Box-plot ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหว

CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22
3752390454

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จากข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 5 50 95 และ99 โดยนำเสนอตามแบบร่างมาตรฐานเลขที่ ISO/TR 7250-2 ประกอบด้วย 3 ส่วน 1. ช่วงอายุ 60 – 75ปี เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มาเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรผู้สูงอายุไทย 2. แบ่งตามช่วงอายุประกอบด้วย 60 – 65ปี 66 – 70ปี และ 71 – 75ปี เพื่อให้เห็นความแตกต่างของกลุ่มข้อมูลทุกช่วง 5 ปีในกลุ่มผู้สูงอายุ 3. แบ่งตามดัชนีมวลร่างกายประกอบด้วยกลุ่มดัชนีมวลร่างกายมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร(อ้วน) กลุ่มดัชนีมวลร่างกายระหว่าง 18.5-25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร(สมส่วน) และกลุ่มดัชนีมวลร่างกายน้อยกว่า 18.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (ผอม) เพื่อให้เห็นความแตกต่างของกลุ่มข้อมูลในกลุ่มประชากรที่มีลักษณะอ้วน สมส่วนและผอม โดยข้อมูลรวม 3 ส่วนดังกล่าวได้นำเสนอในตารางดังนี้ 1.ช่วงอายุ 60-75ปี ดังแสดงในตารางที่ 6 2.ช่วงอายุ 60-65ปี ดังแสดงในตารางที่ 7 3.ช่วงอายุ 66-70ปี ดังแสดงในตารางที่ 8 4.ช่วงอายุ 71-75ปี ดังแสดงในตารางที่ 9 5.ดัชนีมวลร่างกายมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ดังแสดงในตารางที่ 10 6. ดัชนีมวลร่างกาย 18.5-25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ดังแสดงในตารางที่ 11 7.ดัชนีมวลร่างกายน้อยกว่า 18.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 6 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 60-75ปี ประกอบด้วยเพศชาย 40 คน และเพศหญิง 60 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
1	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ชาย	67	10	45	53	69	81	87
		หญิง	57	10	40	45	56	75	80
		รวม	61	11	40	45	61	78	85
2	ความสูง (เซนติเมตร)	ชาย	166.6	5.8	153.6	158.4	166.7	175	176.2
		หญิง	154.4	6	143.1	145	153.5	165.5	169.2
		รวม	159.3	8.4	143.2	147	159	174	175
3	ค่าดัชนีมวลร่างกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	ชาย	24.23	3.1	17.03	18.53	24.71	29.25	30.06
		หญิง	24.01	3.42	17.1	19.3	23.76	29.69	32.25
		รวม	24.1	3.28	16.86	18.95	23.85	29.4	30.53

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 6 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 60-75ปี ประกอบด้วยเพศชาย 40 คน และเพศหญิง 60 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
4	ความกว้างบ่า (เซนติเมตร)	ชาย	51.8	3.7	45.3	45.6	52	57.6	59.3
		หญิง	46.6	4.3	38.1	39.5	46.9	53.9	55
		รวม	48.7	4.8	38.7	40	48.6	56.4	58.7
5	ความสูงของปลายนิ้วมือ (เซนติเมตร)	ชาย	60.8	4.4	50.4	53.9	60.8	66.6	68.8
		หญิง	57	4	50	50.3	56.5	63.9	65
		รวม	58.5	4.5	50	51	58.5	65.2	67
6	ความกว้างเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	10.2	0.9	8.9	9	10.1	12	13.1
		หญิง	9.1	0.5	8	8.3	9.1	9.8	10
		รวม	9.6	0.9	8	8.5	9.5	10.8	12.2
7	ความยาวเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	24.6	1.4	21.9	22.8	24.3	26.6	27.3
		หญิง	22.6	1	21	21	22.5	24.5	25.1
		รวม	23.4	1.5	21	21.3	23.2	26.2	27
8	ความสูงของศีรษะขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	168.78	5.86	155.56	160.85	169	178	179.22
		หญิง	157.33	6.06	146.18	148.95	156	168.1	172.23
		รวม	161.91	8.19	146.98	150.95	161	175	178.02
9	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	76.85	12.66	62	62.95	73.5	98.35	116.59
		หญิง	69.75	12.64	50.49	55.95	69.5	89.05	112.89
		รวม	72.59	13.06	54.89	58.95	71	97.05	124.06
10	ระยะการก้าวเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	55.27	4.74	45.27	47.62	55.25	63.82	66.46
		หญิง	52.79	5.34	42.17	45.03	51.76	61.02	63.51
		รวม	53.78	5.23	42.33	45.65	54.1	61.77	65.81

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 6 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 60-75ปี ประกอบด้วยเพศชาย 40 คน และเพศหญิง 60 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
11	ระยะห่างของเท้าด้านใน (เซนติเมตร)	ชาย	16.1	4.24	6.78	8	16	23	24.22
		หญิง	13.22	3.29	6.59	8	13	18	22.82
		รวม	14.37	3.95	6	8	14	22	24.01
12	ระยะห่างของเท้าด้านนอก (เซนติเมตร)	ชาย	28.5	4.71	19	19.95	28	36.1	39.83
		หญิง	23.52	3.69	17	18	23	29.05	33.64
		รวม	25.51	4.78	17	18.95	25.5	34.1	38.03
13	ความสูงของเท้าขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	4.6	0.93	2.9	3.38	4.45	6.03	6.97
		หญิง	4.03	0.49	3	3.2	4	4.705	5.12
		รวม	4.26	0.75	2.9	3.2	4.2	5.61	6.61

ตารางที่ 7 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 60-65ปี ประกอบด้วยเพศชาย 19 คน และเพศหญิง 33 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
1	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ชาย	70	8	53	55	70	82	87
		หญิง	57	10	40	46	55	75	81
		รวม	62	11	42	48	61	79	86
2	ความสูง (เซนติเมตร)	ชาย	169	5	159.3	162.6	169.5	175.2	176.6
		หญิง	154.6	6.2	143.8	146.5	154	166.8	170
		รวม	159.9	9.1	144.3	147.6	157.5	174	176
3	ค่าดัชนีมวลร่างกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	ชาย	24.57	3.13	18.07	18.5	24.98	29.21	30.23
		หญิง	23.94	3.55	17.65	19.68	23.81	28.94	33.27
		รวม	24.17	3.38	17.42	18.97	24.2	29.34	32.68

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 7 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 60-65ปี ประกอบด้วยเพศชาย 19 คน และเพศหญิง 33 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
4	ความกว้างบ่า (เซนติเมตร)	ชาย	51.8	3.4	45.9	47.1	52.1	56.5	59.1
		หญิง	47.6	3.9	40.4	42.4	47.1	54.1	55.4
		รวม	49.1	4.2	41	42.6	49	55.5	57.9
5	ความสูงของปลายนิ้วมือ (เซนติเมตร)	ชาย	61.8	3.8	55.9	57.7	62	66.4	69.3
		หญิง	57.4	4.4	50	50.2	57.6	64.4	65
		รวม	59	4.6	50	51.2	58.5	65.3	68
6	ความกว้างเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	10.3	1.1	9	9.2	10.2	12.3	13.3
		หญิง	9.2	0.5	8.2	8.5	9	9.8	9.9
		รวม	9.6	0.9	8.3	8.6	9.5	10.8	12.9
7	ความยาวเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	24.7	1.5	21.8	22.9	24.3	27.1	27.4
		หญิง	22.7	1.1	20.9	21.1	22.6	24.5	25.1
		รวม	23.5	1.6	21	21.4	23.3	26.4	27.2
8	ความสูงของศีรษะขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	171.21	5.12	161.54	163.7	172	178.2	179.64
		หญิง	157.52	6.28	147.64	150.2	156	170.4	173.04
		รวม	162.52	8.85	148.02	151	161	176.35	178.98
9	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	77.95	14.6	62.54	64.7	75	100.6	119.32
		หญิง	67.76	14.1	47.52	55	64	82.4	116.88
		รวม	71.48	14.99	49.61	55.55	69	93.6	126.94
10	ระยะการก้าวเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	55.84	5.64	45.12	45.62	56.39	64.44	67.29
		หญิง	53.7	4.96	46.23	47.03	52.85	61.15	64.55
		รวม	54.48	5.27	45.35	46.4	54.36	63.91	66.87

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 7 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 60-65ปี ประกอบด้วยเพศชาย 19 คน และเพศหญิง 33 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
11	ระยะห่างของเท้าด้านใน (เซนติเมตร)	ชาย	15.95	4.5	6.36	7.8	16	21.4	24.28
		หญิง	12.82	3.7	6.32	7.6	13	18.4	23.36
		รวม	13.96	4.25	6	7.55	14	21.45	24.49
12	ระยะห่างของเท้าด้านนอก (เซนติเมตร)	ชาย	28.53	4.93	19.36	20.8	28	38.3	40.46
		หญิง	23.18	3.96	17	17.6	23	29	34.72
		รวม	25.13	5.01	17	18	25	33.8	39.47
13	ความสูงของเท้าขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	4.56	0.95	2.99	3.35	4.3	6.06	6.49
		หญิง	4.1	0.48	3.13	3.2	4.2	4.74	5.14
		รวม	4.27	0.72	3	3.2	4.2	5.55	6.29

ตารางที่ 8 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 66-70ปี ประกอบด้วยเพศชาย 11 คนและเพศหญิง 19 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
1	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ชาย	66	9	55	56	66	80	84
		หญิง	55	10	42	43	55	72	74
		รวม	60	11	42	44	58	75	82
2	ความสูง (เซนติเมตร)	ชาย	166.1	5.1	159.2	160	167	172.8	174.6
		หญิง	153.4	6.1	143.3	143.9	152.7	162.1	162.8
		รวม	158.1	8.5	143.4	144.5	159.5	170.3	173.7
3	ค่าดัชนีมวลร่างกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	ชาย	24.02	2.64	21.12	21.16	23.38	28.03	29
		หญิง	23.49	3.11	17.57	18.8	23.68	28.76	30.04
		รวม	23.68	2.91	17.76	19.77	23.55	28.94	30.03

CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22
3752390454

ตารางที่ 8 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 66-70ปี ประกอบด้วยเพศชาย 11 คนและเพศหญิง 19 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
4	ความกว้างบ่า (เซนติเมตร)	ชาย	51.5	3.1	48.5	48.6	50.1	56.9	57.3
		หญิง	45.1	4.2	37.5	38.6	46	51.7	52.9
		รวม	47.5	4.9	37.6	39.1	47.8	55.2	57.1
5	ความสูงของปลายนิ้วมือ (เซนติเมตร)	ชาย	61.7	3.4	54.6	57	62	66	66.8
		หญิง	56.4	3.5	50.4	51.8	56	62.1	63
		รวม	58.3	4.3	50.6	52	58.5	64.8	66.4
6	ความกว้างเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	10.2	0.9	8.9	9.1	10.3	11.5	11.9
		หญิง	9.1	0.5	8.1	8.3	9.3	9.8	9.8
		รวม	9.5	0.9	8.1	8.4	9.5	10.9	11.7
7	ความยาวเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	24.7	1.5	22.6	22.7	25	26.5	26.5
		หญิง	21.6	3	13.4	13.8	22	24.1	24.4
		รวม	22.7	3	13.4	17	23.1	26.2	26.5
8	ความสูงของศีรษะขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	168.36	5.26	162	162	168	175	176.6
		หญิง	156.26	5.91	145.54	147.7	156	164.3	166.46
		รวม	160.7	8.15	145.87	148.9	161.5	173	175.84
9	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	74.36	6.65	65.2	66	74	84.5	85.7
		หญิง	73	11.16	59	59	73	91.1	99.02
		รวม	73.5	9.64	59	59.45	73.5	88.2	97.81
10	ระยะการก้าวเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	54.6	4.08	47.84	48.33	55.27	59.94	60.12
		หญิง	51.34	5.91	42.39	44.26	49.11	61.04	61.27
		รวม	52.53	5.47	42.68	44.76	52.25	60.63	61.23

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 8 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 66-70ปี ประกอบด้วยเพศชาย 11 คนและเพศหญิง 19 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
11	ระยะห่างของเท้าด้านใน (เซนติเมตร)	ชาย	15.91	3.86	9.2	10	16	21.5	22.7
		หญิง	13.84	2.87	9.18	9.9	14	18	18
		รวม	14.6	3.36	9	9.45	14.5	19.1	22.13
12	ระยะห่างของเท้าด้านนอก (เซนติเมตร)	ชาย	28.36	4.76	20.3	21.5	27	35	35.8
		หญิง	24.05	3.36	20	20	24	29.1	29.82
		รวม	25.63	4.39	20	20	25.5	33.1	35.42
13	ความสูงของเท้าขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	4.8	0.72	3.48	3.8	4.7	5.8	5.88
		หญิง	3.94	0.48	3.04	3.18	3.9	4.46	4.89
		รวม	4.25	0.71	3.06	3.29	4.3	5.61	5.84

ตารางที่ 9 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 71-75ปี ประกอบด้วยเพศชาย 10 คนและเพศหญิง 8 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
1	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ชาย	63	12	41	45	64	78	80
		หญิง	62	10	48	49	62	76	78
		รวม	63	11	41	47	63	78	80
2	ความสูง (เซนติเมตร)	ชาย	162.5	5.9	152.4	153.8	162.8	170.9	171.8
		หญิง	155.9	5.3	150.1	150.4	154	163	163.8
		รวม	159.6	6.4	150.2	150.9	160.8	170	171.6
3	ค่าดัชนีมวลร่างกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	ชาย	23.82	3.73	16.72	17.85	24.88	28.05	29.12
		หญิง	25.52	3.57	20.15	20.82	26.16	29.83	30.04
		รวม	24.58	3.65	16.97	19.1	25.13	29.49	29.97

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 9 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 71-75ปี ประกอบด้วยเพศชาย 10 คนและเพศหญิง 8 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
4	ความกว้างบ่า (เซนติเมตร)	ชาย	52	5.1	45.1	45.3	52.6	58.2	58.6
		หญิง	46.1	4.9	39.4	39.6	46.4	52.3	52.3
		รวม	49.3	5.7	39.5	40.1	48.4	57.7	58.5
5	ความสูงของปลายนิ้วมือ (เซนติเมตร)	ชาย	58	5.5	50.1	50.5	58.5	66	66.5
		หญิง	57.3	3.8	52.1	52.4	57.5	61.8	62.1
		รวม	57.7	4.7	50.2	50.9	58.5	65.4	66.4
6	ความกว้างเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	10	0.5	9	9.2	10	10.7	10.8
		หญิง	9.1	0.6	8	8.2	9	9.9	10
		รวม	9.6	0.7	8.1	8.5	9.8	10.5	10.7
7	ความยาวเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	24.1	1	23	23	24	25.6	25.9
		หญิง	22.6	0.9	21.5	21.7	22.5	24	24.4
		รวม	23.4	1.2	21.6	21.9	23.1	25.2	25.8
8	ความสูงของศีรษะขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	164.6	5.82	154.36	155.8	165	172.55	172.91
		หญิง	159.13	5.72	152.21	153.05	157.5	167.3	167.86
		รวม	162.17	6.26	152.34	153.7	162.5	172.15	172.83
9	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	77.5	14.43	62.09	62.45	72	101.4	104.28
		หญิง	70.25	8.35	61	61	71.5	82.15	85.23
		รวม	74.28	12.36	61	61	71.5	98.2	103.64
10	ระยะการก้าวเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	54.94	3.73	50.62	51.08	53.79	61.27	61.67
		หญิง	52.46	5.31	42.8	44.64	52.72	58.72	59.3
		รวม	53.84	4.54	43.46	47.94	53.52	60.83	61.58

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 9 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงอายุ 71-75ปี ประกอบด้วยเพศชาย 10 คนและเพศหญิง 8 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
11	ระยะห่างของเท้าด้านใน (เซนติเมตร)	ชาย	16.6	4.53	8.54	10.7	16	22.55	22.91
		หญิง	13.38	2.45	9.21	10.05	13.5	16.3	16.86
		รวม	15.17	4	8.17	8.85	14.5	22.15	22.83
12	ระยะห่างของเท้าด้านนอก (เซนติเมตร)	ชาย	28.6	4.72	19.63	22.15	28.5	35.1	35.82
		หญิง	23.63	3.58	18.14	18.7	23.5	27.65	27.93
		รวม	26.39	5.6	18.17	18.85	27	34.3	35.66
13	ความสูงของเท้าขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	4.46	1.15	2.98	3.31	4.25	6.39	7.04
		หญิง	3.96	0.55	3.04	3.18	4	4.57	4.59
		รวม	4.24	0.94	2.92	2.99	4.15	5.67	6.89

ตารางที่ 10 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 18 คนและเพศหญิง 20 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
1	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ชาย	74	7	61	65	74	85	87
		หญิง	67	8	55	57	65	78	83
		รวม	70	8	56	58	71	84	87
2	ความสูง (เซนติเมตร)	ชาย	165.8	5.5	153.1	157.5	165.0	172.3	173.7
		หญิง	155.0	6.0	146.2	148.8	153.5	162.5	169.3
		รวม	160.1	7.9	146.8	149.0	161.0	171.2	173.3
3	ค่าดัชนีมวลร่างกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	ชาย	26.85	1.60	25.02	25.17	26.26	29.55	30.30
		หญิง	27.78	2.28	25.63	25.65	27.29	30.59	34.09
		รวม	27.34	2.02	25.06	25.33	26.68	30.38	33.31

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 10 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 18 คนและเพศหญิง 20 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
4	ความกว้างบ่า (เซนติเมตร)	ชาย	52.4	4.0	45.5	47.0	52.3	58.9	59.5
		หญิง	48.7	4.5	38.3	42.7	47.6	54.6	55.6
		รวม	50.4	4.6	39.3	43.9	50.4	57.5	59.3
5	ความสูงของปลายนิ้วมือ (เซนติเมตร)	ชาย	59.9	4.5	50.2	50.9	61.0	65.5	66.7
		หญิง	56.2	3.9	50.0	50.0	56.5	61.1	62.6
		รวม	57.9	4.6	50.0	50.0	58.0	64.2	66.3
6	ความกว้างเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	10.2	0.8	9.0	9.2	10.2	11.2	12.0
		หญิง	9.2	0.5	8.1	8.5	9.4	10.0	10.0
		รวม	9.7	0.8	8.2	8.5	9.7	10.8	11.8
7	ความยาวเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	24.6	1.5	21.7	22.6	24.3	26.6	26.9
		หญิง	22.7	0.8	21.5	21.5	22.5	24.0	24.0
		รวม	23.6	1.5	21.5	21.5	23.3	26.2	26.8
8	ความสูงของศีรษะขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	168.00	5.37	155.19	159.95	168.50	173.30	174.66
		หญิง	157.55	6.10	48.72	149.00	156.50	174.35	174.89
		รวม	162.50	7.77	74.15	149.39	163.25	174.41	175.00
9	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	80.39	10.57	67.17	67.85	77.50	99.05	103.81
		หญิง	71.55	7.17	61.38	62.90	71.00	86.15	88.43
		รวม	75.74	9.88	61.74	63.85	73.50	97.15	102.41
10	ระยะการก้าวเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	54.22	5.39	45.12	45.58	54.42	60.96	66.59
		หญิง	52.15	4.34	42.85	44.92	53.01	57.47	59.05
		รวม	53.13	4.91	43.32	45.05	53.84	59.49	64.93

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 10 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 18 คนและเพศหญิง 20 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
11	ระยะห่างของเท้าด้านใน (เซนติเมตร)	ชาย	16.00	4.51	6.85	10.25	16.00	23.30	24.66
		หญิง	14.55	3.47	11.00	11.00	14.00	22.10	23.62
		รวม	15.24	4.01	7.85	11.00	14.00	23.15	24.63
12	ระยะห่างของเท้าด้านนอก (เซนติเมตร)	ชาย	28.39	4.26	19.68	22.40	28.00	36.30	37.66
		หญิง	25.10	4.12	20.00	20.00	24.50	32.20	35.24
		รวม	26.66	4.45	19.37	20.00	26.50	36.00	37.26
13	ความสูงของเท้าขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	4.58	0.66	3.65	3.86	4.35	5.58	5.92
		หญิง	4.07	0.43	3.26	3.49	4.00	4.61	4.76
		รวม	4.31	0.60	3.31	3.59	4.30	5.50	5.82

ตารางที่ 11 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายระหว่าง 18.5-25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 20 คนและเพศหญิง 33 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
1	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ชาย	63	7	52	53	64	73	74
		หญิง	53	6	44	45	52	61	67
		รวม	57	8	44	47	55	70	73
2	ความสูง (เซนติเมตร)	ชาย	167.4	5.5	160.1	160.5	167.5	175.1	176.6
		หญิง	154.1	6.2	143.1	143.9	153.5	165.6	167.3
		รวม	158.7	8.7	143.1	144.9	158.3	174.0	175.9
3	ค่าดัชนีมวลร่างกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	ชาย	22.58	1.68	18.75	19.52	22.96	24.85	24.90
		หญิง	22.39	1.72	19.10	19.83	22.66	24.80	24.85
		รวม	22.45	1.69	18.79	19.53	22.67	24.82	24.89

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 11 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายระหว่าง 18.5-25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 20 คนและเพศหญิง 33 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
4	ความกว้างบ่า (เซนติเมตร)	ชาย	52.4	4.0	45.5	47.0	52.3	58.9	59.5
		หญิง	48.7	4.5	38.3	42.7	47.6	54.6	55.6
		รวม	50.4	4.6	39.3	43.9	50.4	57.5	59.3
5	ความสูงของปลายนิ้วมือ (เซนติเมตร)	ชาย	59.9	4.5	50.2	50.9	61.0	65.5	66.7
		หญิง	56.2	3.9	50.0	50.0	56.5	61.1	62.6
		รวม	57.9	4.6	50.0	50.0	58.0	64.2	66.3
6	ความกว้างเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	10.2	0.8	9.0	9.2	10.2	11.2	12.0
		หญิง	9.2	0.5	8.1	8.5	9.4	10.0	10.0
		รวม	9.7	0.8	8.2	8.5	9.7	10.8	11.8
7	ความยาวเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	24.6	1.5	21.7	22.6	24.3	26.6	26.9
		หญิง	22.7	0.8	21.5	21.5	22.5	24.0	24.0
		รวม	23.6	1.5	21.5	21.5	23.3	26.2	26.8
8	ความสูงของศีรษะขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	168.00	5.37	155.19	159.95	168.50	173.30	174.66
		หญิง	157.55	6.10	48.72	149.00	156.50	174.35	174.89
		รวม	162.50	7.77	74.15	149.39	163.25	174.41	175.00
9	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	80.39	10.57	67.17	67.85	77.50	99.05	103.81
		หญิง	71.55	7.17	61.38	62.90	71.00	86.15	88.43
		รวม	75.74	9.88	61.74	63.85	73.50	97.15	102.41
10	ระยะการก้าวเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	54.22	5.39	45.12	45.58	54.42	60.96	66.59
		หญิง	52.15	4.34	42.85	44.92	53.01	57.47	59.05
		รวม	53.13	4.91	43.32	45.05	53.84	59.49	64.93

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 11 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายระหว่าง 18.5-25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 20 คนและเพศหญิง 33 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
11	ระยะห่างของเท้าด้านใน (เซนติเมตร)	ชาย	17.00	3.31	9.95	13.75	16.00	22.05	22.81
		หญิง	12.63	3.08	6.37	7.85	12.50	17.15	18.00
		รวม	14.14	3.77	6.57	8.00	14.50	20.15	22.43
12	ระยะห่างของเท้าด้านนอก (เซนติเมตร)	ชาย	29.45	4.54	21.14	25.70	29.00	36.25	40.05
		หญิง	22.89	3.20	17.00	17.85	23.00	27.15	28.63
		รวม	25.16	4.84	17.00	18.00	25.00	34.00	38.15
13	ความสูงของเท้าขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	4.61	1.16	2.90	2.90	4.50	6.63	7.09
		หญิง	3.99	0.52	3.00	3.09	4.00	4.75	5.19
		รวม	4.20	0.85	2.90	3.00	4.15	5.73	6.86

ตารางที่ 12 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายน้อยกว่า 18.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 2 คนและเพศหญิง 2 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
1	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ชาย	48	11	40	41	48	54	55
		หญิง	40	3	38	38	40	42	42
		รวม	44	8	38	38	41	53	55
2	ความสูง (เซนติเมตร)	ชาย	165.5	13.4	156.2	157.0	165.5	174.1	174.8
		หญิง	153.1	4.2	150.2	150.4	153.1	155.7	155.9
		รวม	159.3	10.8	150.3	151.0	156.0	172.2	174.4
3	ค่าดัชนีมวลร่างกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	ชาย	17.20	1.08	16.45	16.51	17.20	17.88	17.94
		หญิง	17.06	0.28	16.87	16.89	17.06	17.24	17.25
		รวม	17.13	0.65	16.45	16.50	17.06	17.85	17.94

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 12 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายน้อยกว่า 18.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 2 คนและเพศหญิง 2 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
4	ความกว้างบ่า (เซนติเมตร)	ชาย	52.4	4.0	45.5	47.0	52.3	58.9	59.5
		หญิง	48.7	4.5	38.3	42.7	47.6	54.6	55.6
		รวม	50.4	4.6	39.3	43.9	50.4	57.5	59.3
5	ความสูงของปลายนิ้วมือ (เซนติเมตร)	ชาย	59.9	4.5	50.2	50.9	61.0	65.5	66.7
		หญิง	56.2	3.9	50.0	50.0	56.5	61.1	62.6
		รวม	57.9	4.6	50.0	50.0	58.0	64.2	66.3
6	ความกว้างเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	10.2	0.8	9.0	9.2	10.2	11.2	12.0
		หญิง	9.2	0.5	8.1	8.5	9.4	10.0	10.0
		รวม	9.7	0.8	8.2	8.5	9.7	10.8	11.8
7	ความยาวเท้า (เซนติเมตร)	ชาย	24.6	1.5	21.7	22.6	24.3	26.6	26.9
		หญิง	22.7	0.8	21.5	21.5	22.5	24.0	24.0
		รวม	23.6	1.5	21.5	21.5	23.3	26.2	26.8
8	ความสูงของศีรษะขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	168.00	5.37	155.19	159.95	168.50	173.30	174.66
		หญิง	157.55	6.10	48.72	149.00	156.50	174.35	174.89
		รวม	162.50	7.77	74.15	149.39	163.25	174.41	175.00
9	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	80.39	10.57	67.17	67.85	77.50	99.05	103.81
		หญิง	71.55	7.17	61.38	62.90	71.00	86.15	88.43
		รวม	75.74	9.88	61.74	63.85	73.50	97.15	102.41
10	ระยะการก้าวเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	54.22	5.39	45.12	45.58	54.42	60.96	66.59
		หญิง	52.15	4.34	42.85	44.92	53.01	57.47	59.05
		รวม	53.13	4.91	43.32	45.05	53.84	59.49	64.93

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 12 (ต่อ) ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายช่วงดัชนีมวลร่างกายน้อยกว่า 18.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ประกอบด้วยเพศชาย 2 คนและเพศหญิง 2 คน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
					1	5	50	95	99
11	ระยะห่างของเท้าด้านใน (เซนติเมตร)	ชาย	8.00	0.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
		หญิง	11.00	1.41	10.02	10.10	11.00	11.90	11.98
		รวม	9.50	1.91	8.00	8.00	9.00	11.70	11.94
12	ระยะห่างของเท้าด้านนอก (เซนติเมตร)	ชาย	20.00	1.41	19.02	19.10	20.00	20.90	20.98
		หญิง	19.50	2.12	18.03	18.15	19.50	20.85	20.97
		รวม	19.75	1.50	18.03	18.15	20.00	21.00	21.00
13	ความสูงของเท้าขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	4.70	0.99	4.01	4.07	4.70	5.33	5.39
		หญิง	4.45	0.21	4.30	4.32	4.45	4.59	4.60
		รวม	4.58	0.60	4.01	4.05	4.45	5.28	5.38

4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ แบบ 3 ทาง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ แบบ 3 ทาง ของการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยโดยวิเคราะห์ท่าทางการเดินประกอบด้วย ตัวแปรต้น 3 ตัว คือ กลุ่มเพศ(ชายและหญิง), กลุ่มช่วงอายุ(60-65, 66-70 และ71-75ปี) และกลุ่มดัชนีมวลร่างกาย(น้อยกว่า18.5, 18.5-25 และมากกว่า25) ตัวแปรตามคือ ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ระยะการก้าวเดิน ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน และความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ แบบ 3 ทาง ระหว่างกลุ่มเพศ, กลุ่มช่วงอายุ และกลุ่มดัชนีมวลร่างกาย กับความสูงของศีรษะขณะเดิน, ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน, ระยะการก้าวเดิน, ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน, ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน และความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน

		df	F	Sig.
กลุ่มเพศ	ความสูงของศีรษะขณะเดิน	1	34.690	**
	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน	1	1.894	0.184
	ระยะการก้าวเดิน	1	1.610	0.208
	ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน	1	1.739	0.191
	ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน	1	8.725	*
	ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน	1	1.586	0.211
กลุ่มช่วงอายุ	ความสูงของศีรษะขณะเดิน	2	2.551	0.084
	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน	2	0.003	1.000
	ระยะการก้าวเดิน	2	3.442	*
	ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน	2	0.109	0.897
	ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน	2	0.167	0.846
	ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน	2	0.178	0.837
กลุ่มช่วงดัชนีมวลร่างกาย	ความสูงของศีรษะขณะเดิน	2	0.098	0.907
	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน	2	3.088	0.058
	ระยะการก้าวเดิน	2	1.125	0.329
	ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน	2	5.206	*
	ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน	2	6.011	*
	ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน	2	0.592	0.556
กลุ่มเพศ * กลุ่มช่วงอายุ	ความสูงของศีรษะขณะเดิน	2	2.825	0.065
	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน	2	0.508	0.394
	ระยะการก้าวเดิน	2	0.190	0.828
	ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน	2	0.941	0.394
	ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน	2	0.717	0.491
	ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน	2	0.580	0.562
กลุ่มเพศ * กลุ่มช่วงดัชนีมวลร่างกาย	ความสูงของศีรษะขณะเดิน	2	0.930	0.399
	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน	2	0.033	0.981
	ระยะการก้าวเดิน	2	0.023	0.977
	ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน	2	2.153	0.122
	ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน	2	1.876	0.160

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 13 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ แบบ 3 ทาง ระหว่างกลุ่มเพศ, กลุ่มช่วงอายุ และกลุ่มดัชนีมวลร่างกาย กับความสูงของศีรษะขณะเดิน, ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน, ระยะการก้าวเดิน, ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน, ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน และความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน

		df	F	Sig.
กลุ่มเพศ * กลุ่มช่วงดัชนีมวลร่างกาย	ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน	2	0.804	0.451
กลุ่มช่วงอายุ * กลุ่มช่วงดัชนีมวลร่างกาย	ความสูงของศีรษะขณะเดิน	4	1.945	0.110
	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน	4	0.227	0.759
	ระยะการก้าวเดิน	4	1.305	0.275
	ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน	4	0.510	0.729
	ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน	4	0.661	0.621
	ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน	4	0.666	0.617
กลุ่มเพศ * กลุ่มช่วงอายุ * กลุ่มช่วงดัชนีมวลร่างกาย	ความสูงของศีรษะขณะเดิน	2	1.039	0.358
	ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน	2	0.175	0.355
	ระยะการก้าวเดิน	2	0.141	0.869
	ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน	2	0.160	0.853
	ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน	2	0.218	0.805
	ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน	2	0.971	0.383

หมายเหตุ**p<0.001, *p<0.05

4.5 แนวทางการประยุกต์ใช้ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหว

จากผลการจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ แบบ 3 ทาง พบว่ากลุ่มเพศมีอิทธิผลต่อ ความสูงของศีรษะขณะเดิน และระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน อย่างมีนัยสำคัญที่ p<0.001และp<0.05 ตามลำดับ กลุ่มช่วงอายุที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อ ระยะการก้าวเดิน อย่างมีนัยสำคัญที่ p<0.05 กลุ่มช่วงดัชนีมวลร่างกายที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อ ระยะห่างของเท้าด้านในและนอกขณะเดิน อย่างมีนัยสำคัญที่ p<0.05 ดังนั้นหากออกแบบสถานที่แนะนำควรเลือกใช้ชุดข้อมูลให้เหมาะสมสำหรับเพศ เนื่องจากความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มเพศชายและหญิงมีความแตกต่างกัน โดยเพศชายมีมิติการเคลื่อนไหวใหญ่กว่าเพศหญิง 5 มิติ และเล็กกว่า 1 มิติคือความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน สำหรับกลุ่มดัชนีมวลร่างกายพบว่าส่งผลต่อข้อมูลในส่วนของความกว้างเนื่องจากบุคคลลักษณะอ้วนมีความกว้างของร่างกายที่มากกว่าบุคคลผอม ซึ่งส่งผลให้บุคคลอ้วนต้องการพื้นที่ในการเดินกว้างมากกว่าบุคคลผอม แต่ในการทดลองนี้ไม่ได้คัดกรองบุคคล

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

จากลักษณะอ้วน สมส่วน หรือผอม ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่าดัชนีมวลร่างกายส่งผลต่อข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวจริงหรือไม่ เพราะฉะนั้นสำหรับการออกแบบควรเลือกใช้ชุดข้อมูลให้เหมาะสม คือควรแบ่งตามเพศ หรือไม่แบ่งตามเพศ ดังนั้นแนวทางการประยุกต์ใช้ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายกับการออกแบบทางเดินถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ สาธารณะและตามเพศ ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหว 6 มิติ และความสูงของปลายนิ้วมือ

สำหรับการออกแบบสถานที่สำหรับบุคคลทั่วไปได้เลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 สำหรับระยะที่ต้องให้เข้าถึงได้ และ ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 สำหรับระยะที่ไม่ต้องการให้เข้าถึงได้ แต่เนื่องจากผู้สูงอายุเป็นกลุ่มประชากรที่ควรให้ความคำนึงถึงความปลอดภัยอย่างสูง ในงานวิจัยนี้จึงขอแนะนำแนวทางการประยุกต์ใช้ข้อมูลดังนี้

1. ให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ช่วงที่ 1 – 5 สำหรับระยะที่ต้องการให้ทุกคนเข้าถึงได้ และเปอร์เซ็นไทล์ช่วงที่ 95 – 99 สำหรับระยะที่ไม่ต้องการให้ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ ของข้อมูลกลุ่มประชากรเพศชายหรือหญิง เพื่อยกระดับความปลอดภัยสำหรับกลุ่มประชากรตัวอย่าง

2. ให้ใช้ค่าที่มากและน้อยสุดในช่วงความถี่มากกว่า 80% สำหรับระยะที่ไม่ต้องการให้ทุกคนเข้าถึงได้ และน้อยกว่า 20% สำหรับระยะที่ต้องการให้ทุกคนเข้าถึงได้ ของกราฟแผนภูมิ Histogram เพื่อป้องกันและลดอุบัติเหตุให้ครอบคลุมสำหรับกลุ่มประชากรอย่างน้อย 80% ขึ้นไป

รูปแบบที่ 1

1. ความสูงของศีรษะขณะเดิน(D1) เลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 – 99 ของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อป้องกันให้ไม่เกิดอุบัติเหตุศีรษะกระแทกกับวัตถุตามทางเดิน เช่น ขอบประตู ชั้นวางของชนิดแผงลอย ขอบล่างป้ายรถเมล์ เป็นต้น

2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน(D2) เลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 – 99 ของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุเดินชนหรือกระแทก ระหว่างคนสองคนและคนกับสิ่งของ เช่น ความกว้างทางเดินสำหรับสองบุคคล ระยะห่างการติดตั้งของชั้นวางของทั้งสองอัน ความกว้างแคบสุดของทางเดินระหว่างตึกสำหรับบุคคลเดียวสามารถเดิน เป็นต้น

3. ระยะการก้าวเดิน(D3) เลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 – 5 ของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ประชากรโดยส่วนใหญ่สามารถก้าวเดินได้อย่างปลอดภัย เช่น ระยะห่างการติดตั้งตามแนวยาวของแผ่นทางเดินหรือบล็อคทางเดิน เป็นต้น

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน(D4) เลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 – 5 ของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุเดินหล่นจากบล็อคทางเดิน เช่น ระยะห่างการวางบล็อคทางเดินวัดจากจุดกึ่งกลางบล็อค เป็นต้น

5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน(D5) เลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทลที่ 95 – 99 ของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุปลายนิ้วก้อยเท้าสะดุดหรือกระแทกกับวัตถุตามทางเดินและเกิดอาการบาดเจ็บที่ปลายนิ้วก้อยเท้า เช่น ระยะห่างการวางโต๊ะเนื่องจากโต๊ะโดยทั่วไปความสูงอยู่ระดับเอวทำให้ร่างกายส่วนบนนั้นไม่เกิดการแทกแต่สำหรับเท้าสามารถเกิดการแทกได้ ความกว้างมากสุดของทางเดินเท้าสำหรับบุคคลเดียว ความกว้างมากสุดของแผ่นทางเดินสำหรับบุคคลเดียว เป็นต้น

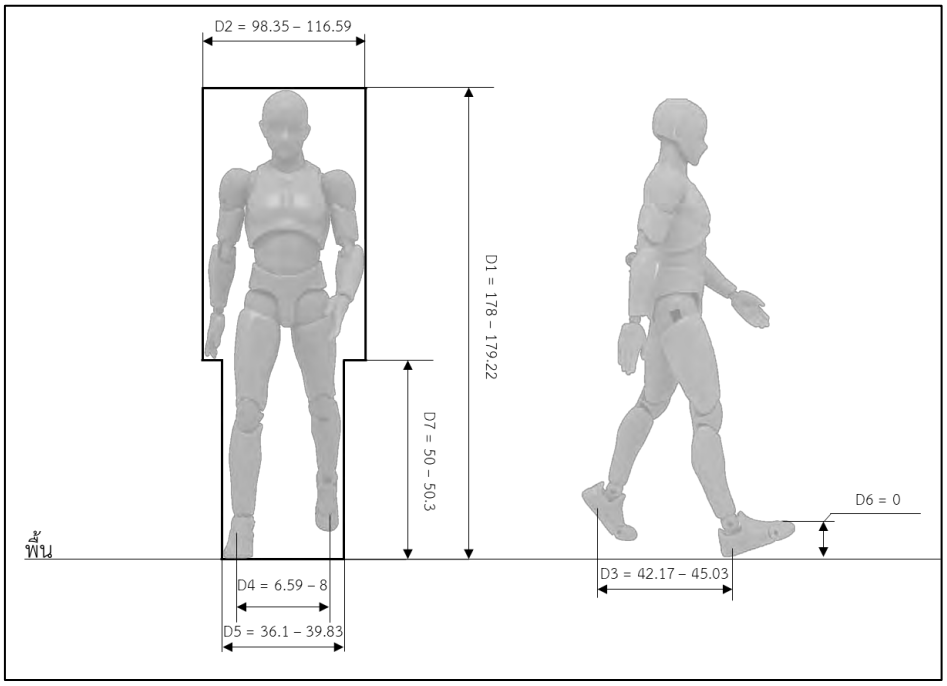
6. ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน(D6) เลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 – 5 ของกลุ่มตัวอย่าง ลบกับระยะห่างของปลายนิ้วโป้งถึงพื้นรองเท้า ในที่นี้คือ 2.5 เซนติเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุปลายนิ้วโป้งเท้าสะดุดหรือกระแทกกับวัตถุตามทางเดินล้มและเกิดอาการบาดเจ็บที่ปลายนิ้วโป้งเท้า เช่น ความสูงสุดหลังติดตั้งบล็อคหรือแผ่นทางเดิน เป็นต้น และเมื่อย้ายตำแหน่งเป็นฝาเท้าพบว่า ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 – 5 ที่ใช้ในการกำหนดกรอบทางเดิน คือ 0.4 และ 0.7เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าที่น้อยมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้สำหรับค่าความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินที่ใช้ออกแบบกรอบทางเดินที่แนะนำคือ 0 เซนติเมตร กล่าวคือ การออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุไม่ควรมีความต่างระดับกัน

7. ความสูงของปลายนิ้วมือ(D7) เลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 – 5 ของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อป้องไม่ให้เกิดอุบัติเหตุปลายนิ้วมือแกว่งกระแทกกับวัตถุตามทางเดิน เช่น ความสูงจากพื้นถึงวัตถุที่วางไว้ในแขนเก้าอี้ ความสูงของโต๊ะ เป็นต้น สาเหตุที่เลือกใช้ค่าขนาดสัดส่วนร่างกายสถิตเพราะว่าความสูงของปลายนิ้วมือขณะเหยียดตรงเป็นความสูงต่ำสุดเมื่อเทียบกับการเดินซึ่งมีการแกว่งของแขน

จาก 7 ส่วนประกอบ ได้แก่ ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ระยะห่างของเท้านด้านใน – นอกขณะเดิน ระยะการก้าวเดิน ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน และความสูงของปลายนิ้วมือ ถูกนำมาเขียนแบบกรอบการเดินสำหรับผู้สูงอายุเป็น 2 ส่วนดังนี้

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ส่วนที่ 1 ออกแบบสำหรับสาธารณะ ในช่วงอายุ 60 – 75ปี

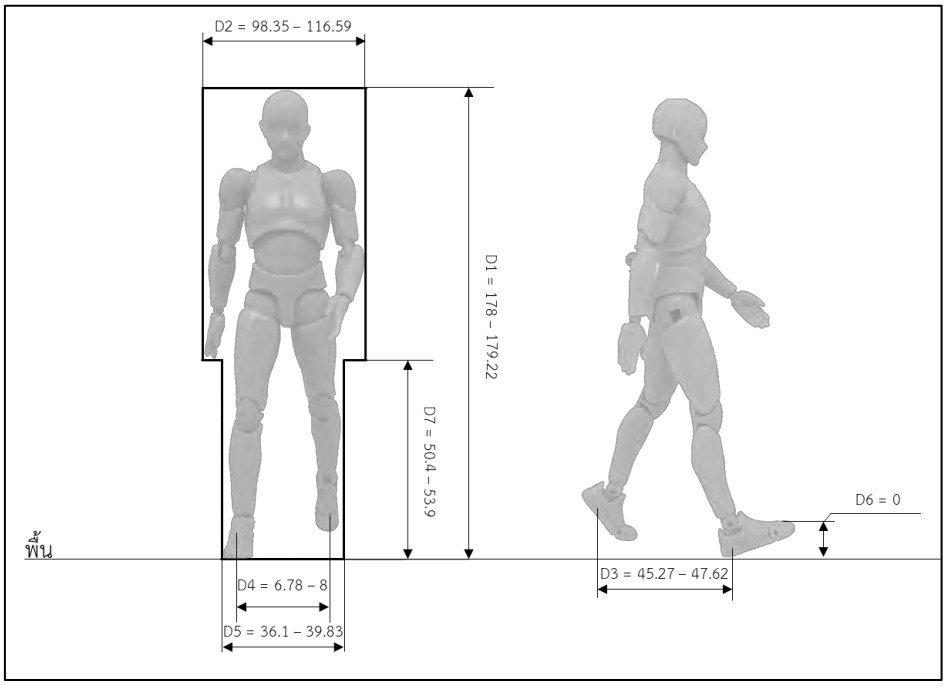


รูปภาพที่ 47 กรอบการเดินสำหรับสาธารณะ ในช่วงอายุ 60 – 75ปี

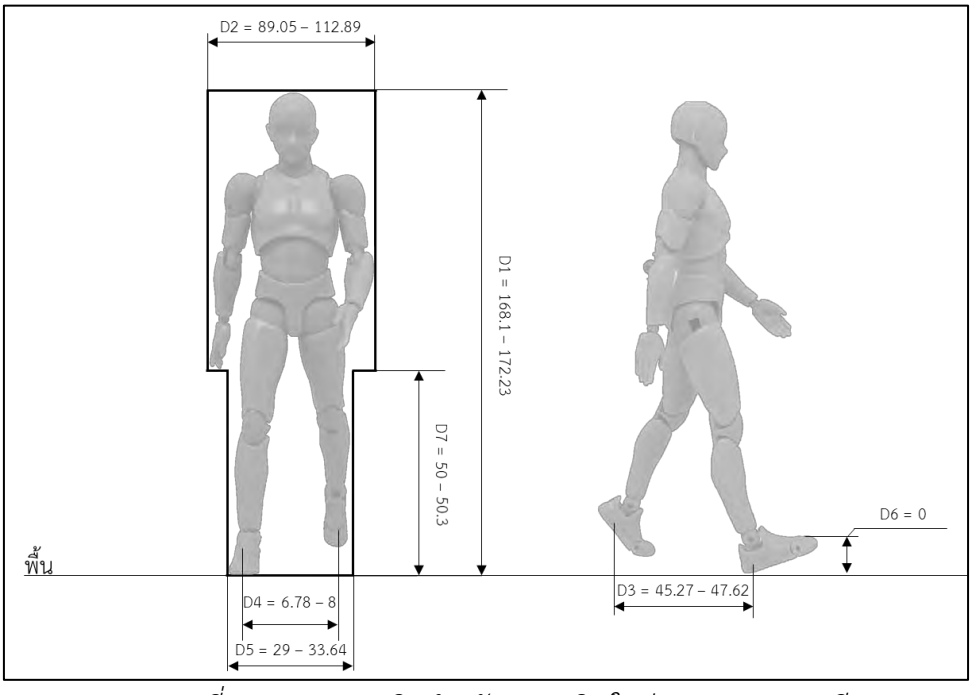
จากรูปภาพที่ 47 ความสูงของศีรษะขณะเดินใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเพศชายเพราะเป็นค่ามากสุด ความกว้างของร่างกายส่วนบนใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเพศชายเพราะเป็นค่ามากสุด ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเพราะเป็นค่าน้อยสุด ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดินใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเพศชายเพราะเป็นค่ามากสุด ระยะการก้าวเดินใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเพราะเป็นค่าน้อยสุด ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเพราะเป็นค่าน้อยสุด ความสูงของปลายนิ้วมือใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเพราะเป็นค่าน้อยสุด ตามตารางที่ 6

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ส่วนที่ 2 ออกแบบสำหรับตามเพศ



รูปภาพที่ 48 กรอบการเดินสำหรับเพศชาย ในช่วงอายุ 60 – 75ปี



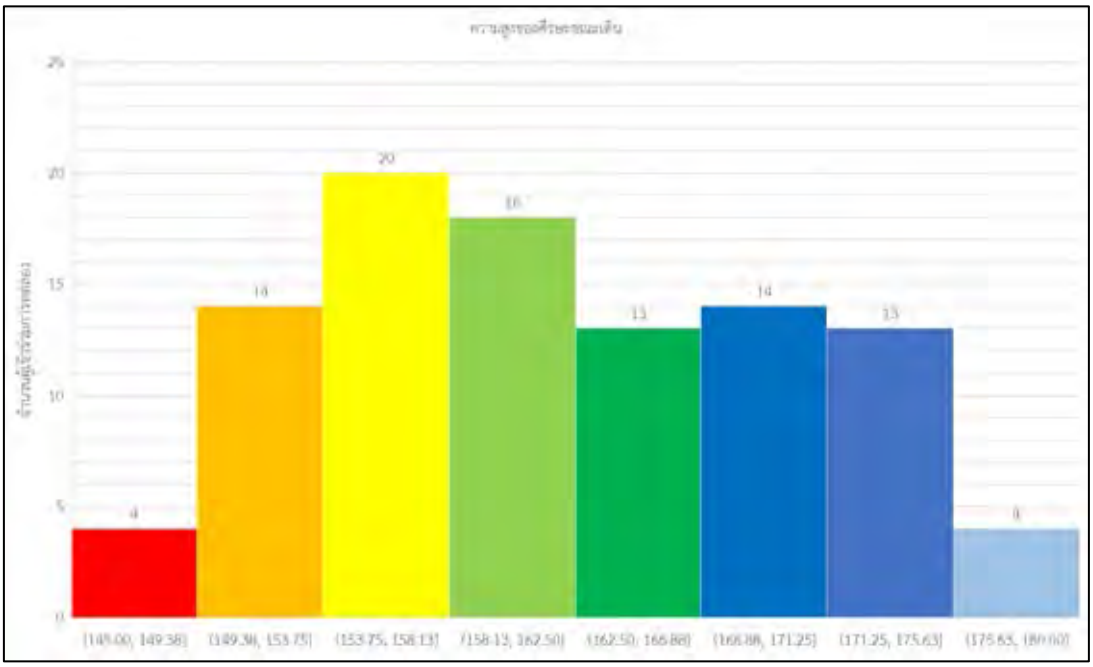
รูปภาพที่ 49 กรอบการเดินสำหรับเพศหญิง ในช่วงอายุ 60 – 75ปี

จากรูปภาพที่ 48และ49 ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวได้ใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างตามเพศ ตามตารางที่ 6

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

รูปแบบที่ 2

1. ความสูงของศีรษะขณะเดิน(D1)

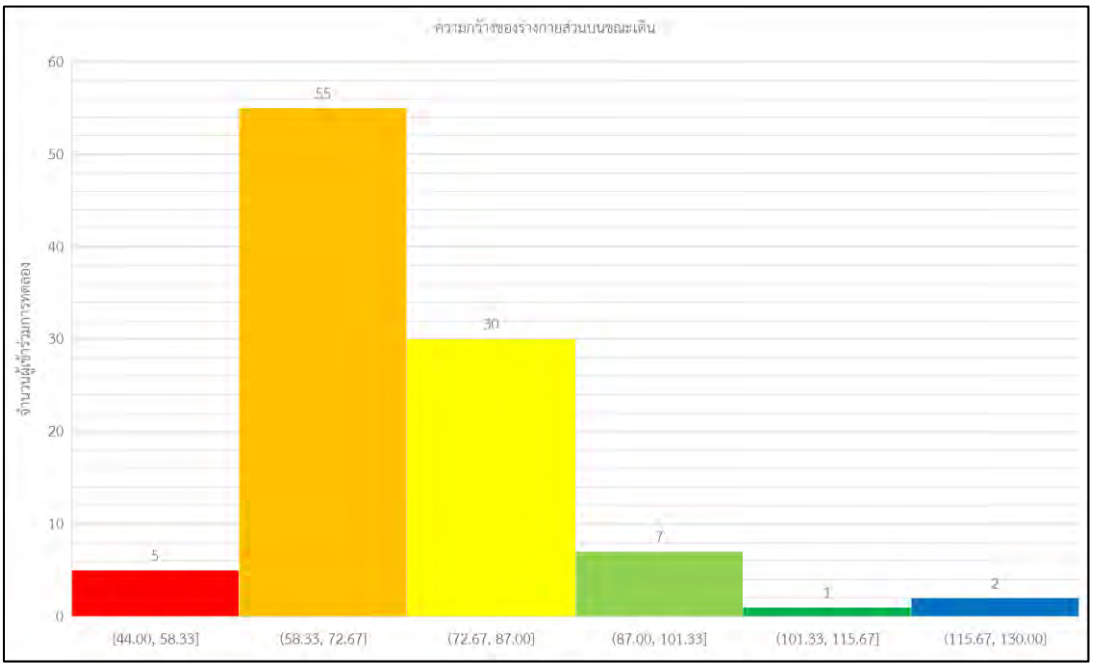


รูปภาพที่ 50 แผนภูมิ Histogram ความสูงของศีรษะขณะเดิน

จากรูปภาพที่ 50 พบว่าผู้สูงอายุจำนวน 4 คน มีค่าความสูงของศีรษะขณะเดินอยู่ในช่วง [145,149.38] จำนวน 14 คน มีค่าความสูงของศีรษะขณะเดินอยู่ในช่วง (149.38,153.75] และจำนวน 20 คน มีค่าความสูงของศีรษะขณะเดินอยู่ในช่วง (153.75,158.13] ดังนั้นความสูงของศีรษะขณะเดินเลือกใช้ค่า 171.25 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นค่ามากสุดที่ครอบคลุม 83% ของกลุ่มตัวอย่าง

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน(D2)

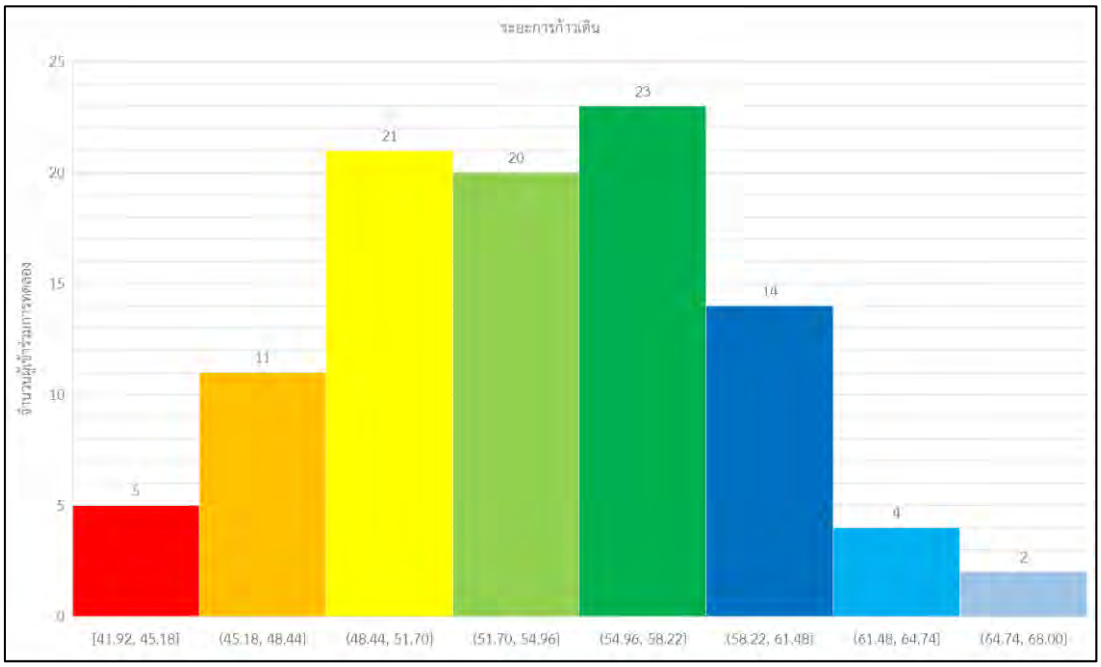


รูปภาพที่ 51 แผนภูมิ Histogram ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน

จากรูปภาพที่ 51 พบว่าผู้สูงอายุจำนวน 5 คน มีค่าความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินอยู่ในช่วง [44.00,58.33] จำนวน 55 คน มีค่าความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินอยู่ในช่วง (58.33,72.67] และจำนวน 30 คน มีค่าความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินอยู่ในช่วง (72.67,87] ดังนั้นความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินเลือกใช้ค่า 87 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นค่ามากสุดที่ครอบคลุม 90% ของกลุ่มตัวอย่าง

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

3. ระยะการก้าวเดิน(D3)

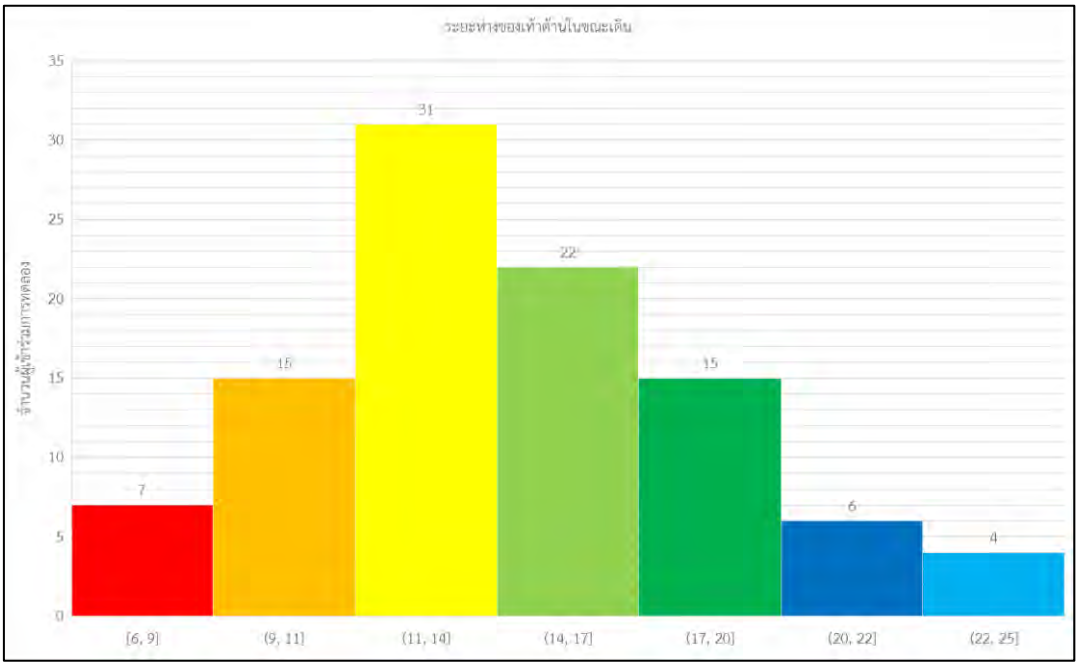


รูปภาพที่ 52 แผนภูมิ Histogram ระยะการก้าวเดิน

จากรูปภาพที่ 52 พบว่าผู้สูงอายุจำนวน 5 คน มีค่าระยะการก้าวเดินอยู่ในช่วง [41.92,45.18] จำนวน 11 คน มีค่าระยะการก้าวเดินอยู่ในช่วง (45.18,48.44] และจำนวน 21 คน มีค่าระยะการก้าวเดินอยู่ในช่วง (49.44,51.70] ดังนั้นระยะการก้าวเดินเลือกใช้ค่า 48.44 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นค่าน้อยสุดที่ครอบคลุม 16% ของกลุ่มตัวอย่าง

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน(D4) เลือกใช้ค่าน้อยสุดจากกลุ่มประชากรความถี่มากสุด

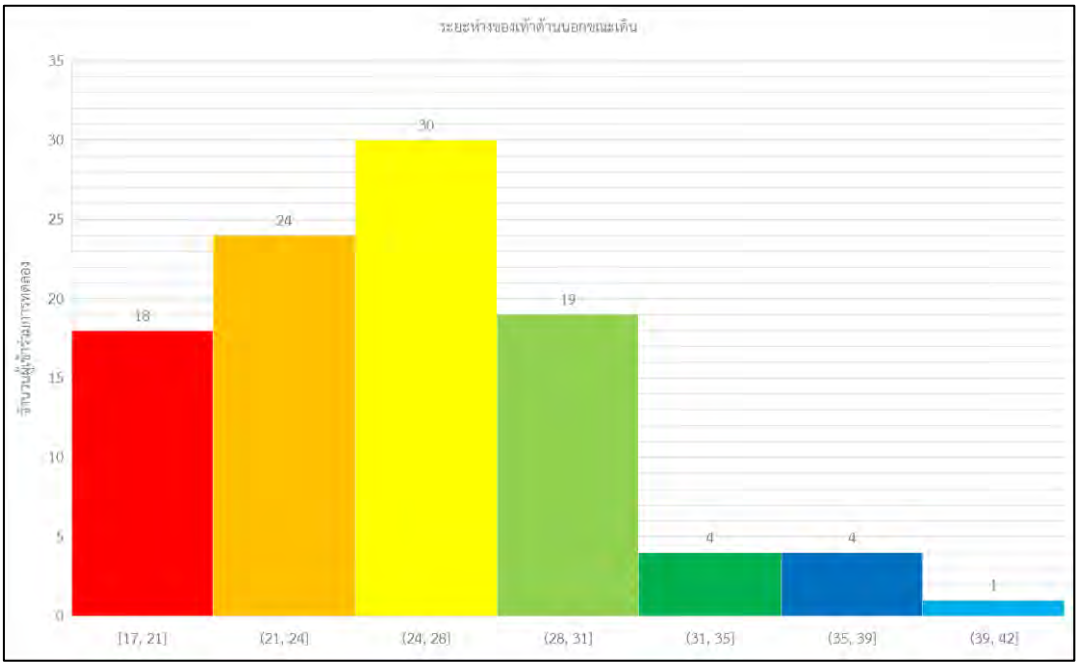


รูปภาพที่ 53 แผนภูมิ Histogram ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน

จากรูปภาพที่ 53 พบว่าผู้สูงอายุจำนวน 7 คน มีค่าระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินอยู่ในช่วง [6,9] จำนวน 15 คน มีค่าระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินอยู่ในช่วง (9,11] และจำนวน 31 คน มีค่าระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินอยู่ในช่วง (11,14] ดังนั้นระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินเลือกใช้ค่า 9 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นค่าน้อยสุดที่ครอบคลุม 93% ของกลุ่มตัวอย่าง

CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22
3752390454

5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน(D5) เลือกใช้ค่ามากสุดจากกลุ่มประชากรความถี่มากสุด

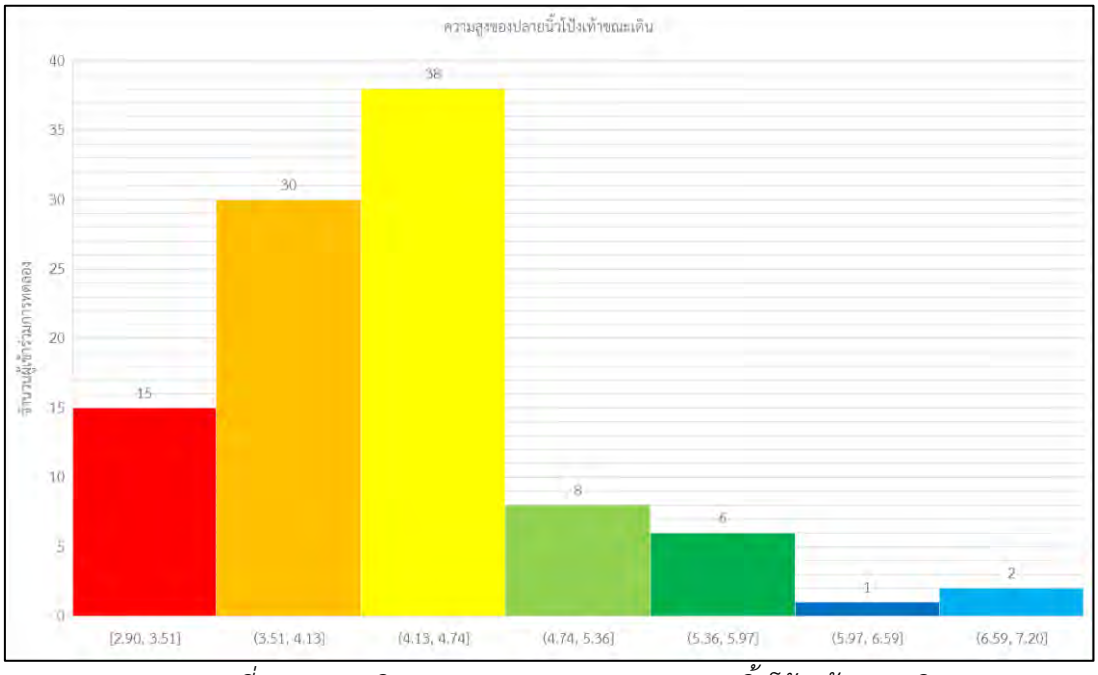


รูปภาพที่ 54 แผนภูมิ Histogram ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน

จากรูปภาพที่ 54 พบว่าผู้สูงอายุจำนวน 18 คน มีค่าระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินอยู่ในช่วง [17,21] จำนวน 24 คน มีค่าระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินอยู่ในช่วง (21,24] และจำนวน 30 คน มีค่าระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินอยู่ในช่วง (24,28] ดังนั้นระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน เลือกใช้ค่า 31 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นค่ามากสุดที่ครอบคลุม 91% ของกลุ่มตัวอย่าง

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

6. ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน(D6) เลือกใช้ค่าน้อยสุดจากกลุ่มประชากรความถี่มากสุด

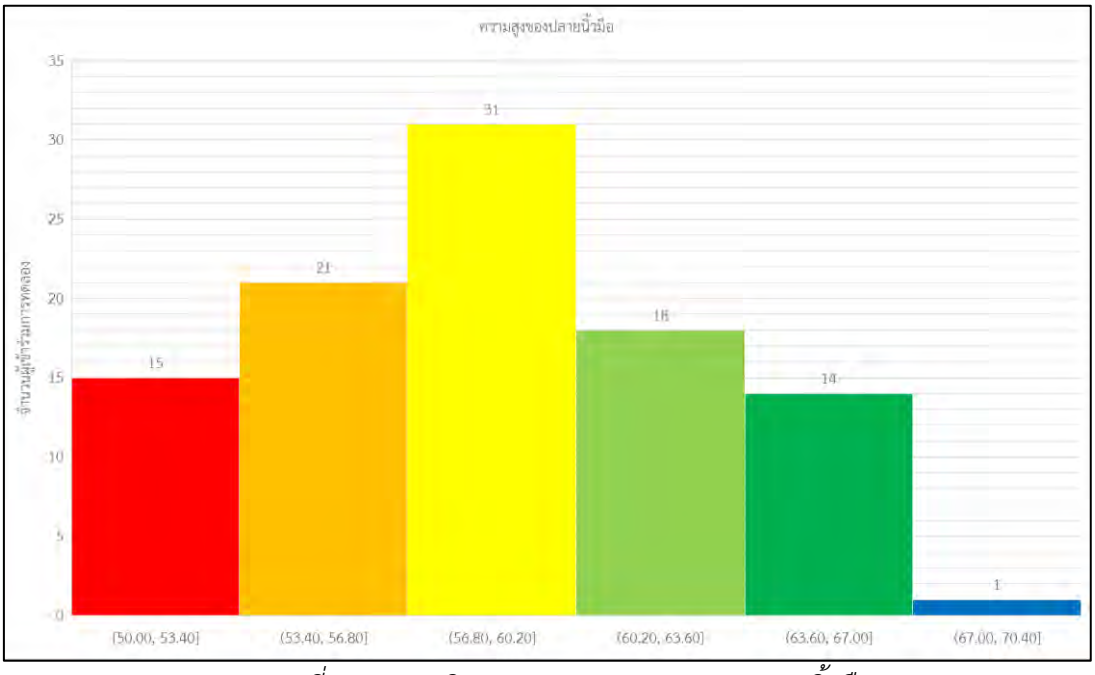


รูปภาพที่ 55 แผนภูมิ Histogram ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน

จากรูปภาพที่ 55 พบว่าผู้สูงอายุจำนวน 15 คน มีค่าความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินอยู่ในช่วง [2.90,3.51] จำนวน 30 คน มีค่าความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินอยู่ในช่วง (3.51,4.13] และจำนวน 38 คน มีค่าความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินอยู่ในช่วง (4.13,4.74] แต่เมื่อลบกับระยะห่างของปลายนิ้วโป้งถึงพื้นรองเท้า ในที่นี้คือ 2.5 เซนติเมตร ดังนั้นความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินเลือกใช้ค่า 0 เซนติเมตร

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

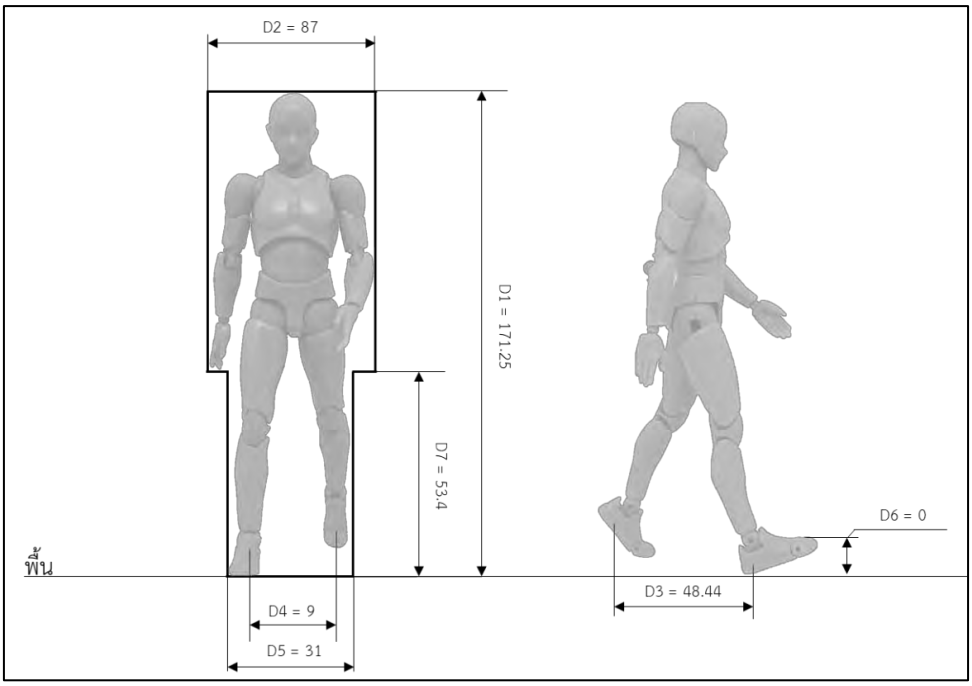
7. ความสูงของปลายนิ้วมือ(D7) เลือกใช้ค่าน้อยสุดจากกลุ่มประชากรความถี่มากสุด



รูปภาพที่ 56 แผนภูมิ Histogram ความสูงของปลายนิ้วมือ

จากรูปภาพที่ 56 พบว่าผู้สูงอายุจำนวน 15 คน มีค่าความสูงของปลายนิ้วมืออยู่ในช่วง [50,53.4] จำนวน 21 คน มีค่าความสูงของปลายนิ้วมืออยู่ในช่วง (53.4,56.8] และจำนวน 31 คน มีค่าความสูงของปลายนิ้วมืออยู่ในช่วง (56.8,60.2] ดังนั้นความสูงของปลายนิ้วมือเลือกใช้ค่า 53.4 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นค่าน้อยสุดที่ครอบคลุม 85% ของกลุ่มตัวอย่าง

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22



รูปภาพที่ 57 กรอบการเดินสำหรับสาธารณะ ในช่วงอายุ 60 – 75ปี จากแผนภูมิ Histogram

4.6 เปรียบเทียบขนาดกรอบการเดินกับผลงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง

เปรียบเทียบขนาดมิติความกว้างทางเดินที่ได้จากงานวิจัยนี้ทั้ง 2 แนวคิด คือ เปอร์เซ็นไทล์ และแผนภูมิ Histogram กับงานวิจัยและมาตรฐานอื่นได้แก่ ไตรรัตน์, Pheasant, Panero, Manolia Quality Development Corporation(MQDC), Siam Cement Group(SCG) และมาตรฐานความกว้างทางเดินในโรงแรมของประเทศญี่ปุ่น แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าความกว้างทางเดินของแต่ละงานวิจัย

	งานวิจัยนี้ (2562)	ไตรรัตน์ (2548)	Pheasant (2529)	Panero (2522)	MQDC	SCG	ประเทศญี่ปุ่น
ความกว้างขั้นต่ำของทางเดิน (เซนติเมตร)	116.59	50	60	76.2	75	90	150
	87						
วิธีการวัด	พลวัต	สถิต	สถิต	สถิต	-	-	-
กำหนดค่าจาก	เปอร์เซ็นไทล์	ความกว้างบ่า	ความกว้างของร่างกาย	ความกว้างบ่ารวมระยะเผื่อ	-	-	-
	Histogram						
ความแตกต่าง (เซนติเมตร)	-	66.59	56.59	40.39	41.59	26.59	-33.41
		37	27	10.8	12	-3	-63

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

4.7 ผลการวิเคราะห์เพิ่มเติม

ความกว้างบ่าขณะวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิตถูกนำมากำหนดเป็นความกว้างทางเดินตามแนวคิดของงานวิจัยอื่น แต่ความกว้างทางเดินในงานวิจัยนี้ได้กำหนดขนาดจากความกว้างมากสุดของร่างกายส่วนบนขณะเดินที่เกิดจากข้อต่อ หัวไหล่ ข้อศอกและสนับมือมาวิเคราะห์ ซึ่งหากใช้ข้อต่อหัวไหล่มาวิเคราะห์หาความกว้างของร่างกายส่วนขณะเดินบวกเพิ่มกับระยะห่างระหว่างข้อต่อหัวไหล่กับบ่า เพื่อกำหนดเป็นความกว้างบ่าขณะเดินที่ แสดงชุดข้อมูลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ข้อมูลความกว้างบ่าขณะเดิน ช่วงอายุ 60 – 75ปี ประกอบด้วยเพศชาย 40 คน และเพศหญิง 60 คน

มิติการเคลื่อนไหว		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นไทล์				
				1	5	50	95	99
ความกว้างบ่าขณะเดิน (เซนติเมตร)	ชาย	54.67	9.56	46.19	47.34	48.56	66.28	89.60
	หญิง	48.2	7.71	36.75	37.42	47.09	65.88	67.94
	รวม	51	9	36.8	38.83	49.44	65.64	78.81

จากแนวคิดการออกแบบความกว้างทางเดินที่ใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ของความกว้างบ่า หากนำค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ของความกว้างบ่าขณะเดิน ของเพศชายที่ได้จากงานวิจัยนี้ มาเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นพบว่า ความกว้างบ่าขณะวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบพลวัตมีค่ามากกว่าการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิต เพราะขณะเดินร่างกายได้เคลื่อนไหวที่มีการแกว่งลำตัวจากซ้ายและขวาสลับกัน ส่งผลให้ความกว้างบ่าขณะวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบพลวัตมีค่ามากกว่าสถิต สำหรับความกว้างขั้นต่ำทางเดินของ Panero หากนำค่าระยะเผื่อออก ความกว้างบ่าขณะวัดขนาดสัดส่วนร่างกายคือ 61 เซนติเมตร แสดงดังตารางที่ 16

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าความกว้างทางเดินที่ได้จากค่าความกว้างบ่าขณะเดินกับค่าความกว้างทางเดินตามคำแนะนำของงานวิจัยอื่น

	งานวิจัยนี้ (2562)	ไตรรัตน์ (2548)	Pheasant (2529)	Panero (2522)
ความกว้างขั้นต่ำทางเดิน (เซนติเมตร)	66.28	50	60	76.2
ความแตกต่าง (เซนติเมตร)		16.28	6.28	-9.92

เมื่อนำความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินเปรียบเทียบกับความกว้างบ่าขณะเดิน โดยนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินและความกว้างบ่าขณะเดินมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการทดสอบแบบ Independent-Sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 17 สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

เมื่อ μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยความกว้างบ่าขณะเดิน

ผลการทดสอบ

Accept: ยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1 เมื่อ P-Value มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ α (0.05) แสดงถึงค่าเฉลี่ยความกว้างของร่างกายบนขณะเดินกับความกว้างบ่าขณะเดินไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ

Reject: ยอมรับ H_1 ปฏิเสธ H_0 เมื่อ P-Value มีค่าน้อยกว่า α (0.05) แสดงถึงค่าเฉลี่ยความกว้างของร่างกายบนขณะเดินกับความกว้างบ่าขณะเดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากตารางที่ 17 ผลการทดสอบ Independent-Sample t-test พบว่า ค่าสถิติทดสอบ $t(176) = 13.724$, $p < 0.05$ แสดงว่า ค่าความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินกับความกว้างบ่าขณะเดินแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินที่เกิดจากแนวคิดจากนำพิกัดจุดของข้อต่อหัวไหล่ ข้อศอก และสนับมือ ทั้งสองข้างมาวิเคราะห์หาความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินมีค่ามากกว่าแนวคิดที่ใช้ความกว้างบ่ามาวิเคราะห์หาความกว้างของ

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ร่างกายเพื่อกำหนดเป็นความกว้างทางเดิน หมายความว่าหากใช้ค่าความกว้างบ่ามากำหนดเป็นความกว้างทางเดินตามแนวคิดของงานวิจัยอื่น แต่เปลี่ยนวิธีการเก็บข้อมูลเป็นแบบบันทึกการเคลื่อนไหว ส่งผลให้ความกว้างทางเดินมีขนาดแคบกว่าที่ควรเป็น เพราะถ้าใช้ความกว้างบ่าในการออกแบบความกว้างทางเดินอาจครอบคลุมแค่บ่าเพียงอย่างเดียว แต่การเดินของมนุษย์มีการเคลื่อนไหวของแขน ดังนั้นหากต้องการออกแบบความกว้างทางเดินให้ครอบคลุมทุกสัดส่วนของร่างกายควรเลือกใช้ค่าความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินที่เกิดจากทุกสัดส่วนของร่างกายมากกว่าใช้บ่าเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 17 การทดสอบ Independent-Sample t-test เปรียบเทียบความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินกับความกว้างบ่าขณะเดิน

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน	Equal variances assumed	6.563	0.011	13.724	198	0.000	21.788	1.588	18.657	24.919
	Equal variances not assumed			13.724	176	0.000	21.788	1.588	18.655	24.921

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวได้แก่ ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ระยะการก้าวเดิน ระยะห่างของเท้าด้านใน-นอกขณะเดิน ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน ตามหลักการวิเคราะห์ท่าทางการเดิน โดยตัวแปรอิสระในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ความเร็วในการเดิน ความกว้างทางเดิน และตัวแปรควบคุม ได้แก่ ระยะทางในการเดิน 4.5 เมตร ในงานวิจัยนี้ใช้ Anthropometer Martin Type สำหรับวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิต และ Motion Capture สำหรับบันทึกการเคลื่อนไหว จากการวิเคราะห์ท่าทางการเดินของผู้สูงอายุพบว่าท่าทางการเดินของผู้สูงอายุมีลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำและมีรูปแบบชัดเจนในการเดิน ซึ่งถูกเรียกว่าวัฏจักรการเดิน หมายถึง ก้าวขาข้างขวาและตามด้วยขาข้างซ้าย หรือก้าวขาข้างซ้ายและตามด้วยขาข้างขวา จากการทดลองหากกำหนดให้วัฏจักรการเดินของขาทั้งสองข้างคิดเป็น 100% พบว่าขาข้างแรกเริ่มก้าวเดินที่ 0% ถึงช่วง 65 – 75% ของวัฏจักรการเดิน และขาที่สองเริ่มก้าวที่ช่วง 25 – 35% ถึง 100% ของวัฏจักรการเดิน ซึ่งกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของขาแต่ละข้างจากการลงส้นเท้าที่พื้นครั้งแรกจนถึงครั้งถัดไป และเมื่อนำวัฏจักรการเดินของขาแต่ละข้างรวมกันจึงเรียกว่า 1 วัฏจักรการเดิน โดยวัฏจักรการเดินได้ถูกนำไปใช้วิเคราะห์หาข้อมูลมิติการเคลื่อนไหว 4 มิติ ดังนี้

1. ระยะการก้าวเดิน ถูกกำหนดให้ใช้ Heel Strike Phase ของขาแต่ละข้างเพื่อวิเคราะห์ระยะห่างระหว่างเท้าตามแนวทิศทางขนานกับการเดิน
2. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน ถูกกำหนดให้ใช้ Heel Strike Phase ของขาแต่ละข้างเพื่อวิเคราะห์ระยะห่างระหว่างข้อเท้าด้านในตามแนวทิศทางตั้งฉากกับการเดิน
3. ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน ถูกกำหนดให้ใช้ Heel Strike Phase ของขาแต่ละข้างเพื่อวิเคราะห์ระยะห่างระหว่างปลายนิ้วก้อยเท้าตามแนวทิศทางตั้งฉากกับการเดิน
4. ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน ถูกกำหนดให้ใช้ Deceleration Phase ของขาแต่ละข้างเพื่อวิเคราะห์ความสูงมากสุดของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน

สำหรับมิติการเคลื่อนไหว 2 มิติ คือ ความสูงของศีรษะขณะเดิน และความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ถูกกำหนดให้วิเคราะห์ตลอดวัฏจักรการเดิน โดยตลอดการเดินเป็นระยะทาง 4 – 5 เมตร ทำให้เกิดจำนวนวัฏจักรการเดิน 3 – 4 วัฏจักร เพื่อหาค่าที่ใช้เป็นตัวแทนของมิติการเคลื่อนไหว ข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวได้ถูกนำไปวิเคราะห์ดังนี้

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

1. ระยะการก้าวเดิน นำค่าที่ได้มาทุกวัฏจักรการเดินมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นตัวแทนระยะการก้าวเดินที่ผู้สูงอายุสามารถก้าวเดินได้อย่างเหมาะสม

2. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน นำค่าที่ได้มาทุกวัฏจักรการเดินมาหาค่าน้อยสุดเพื่อใช้เป็นตัวแทนระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินที่ผู้สูงอายุสามารถก้าวเดินได้อย่างปลอดภัย

3. ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน นำค่าที่ได้มาทุกวัฏจักรการเดินมาหาค่ามากสุดเพื่อใช้เป็นตัวแทนระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดินที่ผู้สูงอายุสามารถก้าวเดินได้อย่างปลอดภัย

4. ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน นำค่าที่ได้มาทุกวัฏจักรการเดินมาหาค่ามากสุดเพื่อใช้เป็นตัวแทนความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดินที่ผู้สูงอายุสามารถยกเท้าได้อย่างปลอดภัย

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณแบบ 3 ทาง พบว่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยมาตรฐานของข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวกับแต่ละกลุ่มปัจจัยมีดังนี้

1. กลุ่มเพศ จากการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวกับเพศ สรุปว่า เพศชายมีมิติการเคลื่อนไหวมากกว่าเพศหญิงดังนี้

1. ความสูงศีรษะขณะเดินคือ 10.74 เซนติเมตร
2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินคือ 6.61 เซนติเมตร
3. ระยะการก้าวเดินคือ 4.34 เซนติเมตร
4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินคือ 1.50 เซนติเมตร
5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกคือ 3.9 เซนติเมตร
6. ความสูงการก้าวเดินของปลายนิ้วโป้งคือ 0.53 เซนติเมตร

2. ช่วงอายุ จากการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวกับช่วงอายุ

กลุ่มที่ 1 ระหว่างช่วงอายุ 60 – 65ปี และ 66 – 70ปี มีความแตกต่างดังนี้

1. ความสูงศีรษะขณะเดินคือ 2.64 เซนติเมตร
2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินคือ -1.76 เซนติเมตร
3. ระยะการก้าวเดินคือ 6.2 เซนติเมตร
4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินคือ -1.78 เซนติเมตร
5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกคือ -1.59 เซนติเมตร
6. ความสูงการก้าวเดินของปลายนิ้วโป้งคือ -0.018 เซนติเมตร

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

กลุ่มที่ 2 ระหว่างช่วงอายุ 60 – 65ปี และ 71 – 75ปี มีความแตกต่างดังนี้

1. ความสูงศีรษะขณะเดินคือ 3.26 เซนติเมตร
2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินคือ -2.54 เซนติเมตร
3. ระยะการก้าวเดินคือ 2.31 เซนติเมตร
4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินคือ -1.11 เซนติเมตร
5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกคือ -1.08 เซนติเมตร
6. ความสูงการก้าวเดินของปลายนิ้วโป้งคือ -0.07 เซนติเมตร

กลุ่มที่ 3 ระหว่างช่วงอายุ 66 – 70ปี และ 71 – 75ปี มีความแตกต่างดังนี้

1. ความสูงศีรษะขณะเดินคือ 0.62 เซนติเมตร
2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินคือ -0.78 เซนติเมตร
3. ระยะการก้าวเดินคือ -3.89 เซนติเมตร
4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินคือ 0.67 เซนติเมตร
5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกคือ 0.51 เซนติเมตร
6. ความสูงการก้าวเดินของปลายนิ้วโป้งคือ -0.06 เซนติเมตร

3. ดัชนีมวลร่างกาย จากการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลมิติการเคลื่อนไหวกับดัชนีมวลร่างกาย

กลุ่มที่ 1 ระหว่าง ค่าดัชนีมวลร่างกายมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และ ช่วงระหว่าง 18.5 – 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีความแตกต่างดังนี้

1. ความสูงศีรษะขณะเดินคือ -0.34 เซนติเมตร
2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินคือ 2.76 เซนติเมตร
3. ระยะการก้าวเดินคือ -0.66 เซนติเมตร
4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินคือ 0.32 เซนติเมตร
5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกคือ 0.46 เซนติเมตร
6. ความสูงการก้าวเดินของปลายนิ้วโป้งคือ 0.03 เซนติเมตร

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

กลุ่มที่ 2 ระหว่าง ค่าดัชนีมวลร่างกายมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และ ดัชนีมวลร่างกายน้อยกว่า 18.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีความแตกต่างดังนี้

1. ความสูงศีรษะขณะเดินคือ 0.97 เซนติเมตร
2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินคือ 15.77 เซนติเมตร
3. ระยะการก้าวเดินคือ -4.96 เซนติเมตร
4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินคือ 5.91 เซนติเมตร
5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกคือ 7.12 เซนติเมตร
6. ความสูงการก้าวเดินของปลายนิ้วโป้งคือ -0.28 เซนติเมตร

กลุ่มที่ 3 ระหว่าง ค่าดัชนีมวลร่างกายระหว่าง 18.5 – 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และ ดัชนีมวลร่างกายน้อยกว่า 18.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีความแตกต่างดังนี้

1. ความสูงศีรษะขณะเดินคือ 1.31 เซนติเมตร
2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดินคือ 12.06 เซนติเมตร
3. ระยะการก้าวเดินคือ -4.3 เซนติเมตร
4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดินคือ 5.59 เซนติเมตร
5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกคือ 6.66 เซนติเมตร
6. ความสูงการก้าวเดินของปลายนิ้วโป้งคือ -0.32 เซนติเมตร

ผลที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้สร้างกรอบการเดินสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเอาไว้สำหรับนักออกแบบใช้ โดยกรอบการเดินสำหรับผู้สูงอายุประกอบด้วยมิติการเคลื่อนไหวจำนวน 6 มิติ และความสูงของปลายนิ้วมือ งานวิจัยครั้งนี้ได้แนะนำการประยุกต์ใช้งานของข้อมูล 2 รูปแบบ คือ 1. เปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 - 5 และ95 – 99 เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุให้ครอบคลุม 95 – 99% ของกลุ่มประชากรตัวอย่างทั้งหมดเนื่องจากผู้สูงอายุเป็นกลุ่มประชากรที่ต้องการความปลอดภัยเป็นอย่างมาก จึงยกระดับความปลอดภัยให้กับผู้สูงอายุ 2.แผนภูมิ Histogram ระดับการยอมรับที่มากกว่า 80% เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุให้ครอบคลุม 80% ของกลุ่มประชากรตัวอย่างทั้งหมด ความสำคัญของแต่ละมิติการเคลื่อนไหวเป็นดังนี้

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

1. ความสูงของศีรษะขณะเดิน(D1) สำหรับใช้กำหนดช่วงความสูงของกรอบการเดินโดยเลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 – 99 ของกลุ่มตัวอย่าง หรือแผนภูมิ Histogram ที่ความถี่สะสมมากกว่า 80% เพื่อป้องกันให้ไม่เกิดอุบัติเหตุศีรษะกระแทกกับวัตถุตามทางเดิน เช่น ขอบประตู ชั้นวางของชนิดแผงลอย ขอบล่างป้ายรถเมล์ เป็นต้น

2. ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน(D2) สำหรับใช้กำหนดช่วงความกว้างของกรอบการเดินของร่างกายส่วนบนโดยเลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 – 99 ของกลุ่มตัวอย่าง หรือแผนภูมิ Histogram ที่ความถี่สะสมมากกว่า 80% เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุเดินชนหรือกระแทก ระหว่างคนสองคนและคนกับสิ่งของ เช่น ความกว้างทางเดินสำหรับสองบุคคล ระยะห่างการติดตั้งของชั้นวางของทั้งสองอัน ความกว้างแคบสุดของทางเดินภายในอาคาร เป็นต้น

3. ระยะการก้าวเดิน(D3) สำหรับใช้กำหนดช่วงความยาวของกรอบการเดินโดยเลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 - 5 ของกลุ่มตัวอย่างหรือแผนภูมิ Histogram ที่ความถี่สะสมน้อยกว่า 20% เพื่อให้ประชากรโดยส่วนใหญ่สามารถก้าวเดินได้อย่างปลอดภัย เช่น ระยะห่างการติดตั้งตามแนวยาวของแผ่นทางเดินหรือบล็อคทางเดิน เป็นต้น

4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน(D4) สำหรับใช้กำหนดช่วงความกว้างด้านในของร่างกายส่วนล่างของกรอบการเดินโดยเลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 – 5 ของกลุ่มตัวอย่าง หรือแผนภูมิ Histogram ที่ความถี่สะสมน้อยกว่า 20% เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุเดินหล่นจากบล็อคทางเดิน เช่น ระยะห่างการวางบล็อคทางเดินวัดจากจุดกึ่งกลางบล็อค เป็นต้น

5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน(D5) สำหรับใช้กำหนดช่วงความกว้างมากสุดของร่างกายส่วนล่างของกรอบการเดินโดยเลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 – 99 ของกลุ่มตัวอย่าง หรือแผนภูมิ Histogram ที่ความถี่สะสมมากกว่า 80% เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุปลายนิ้วก้อยเท้าสะดุดหรือกระแทกกับวัตถุตามทางเดินและเกิดอาการบาดเจ็บที่ปลายนิ้วก้อยเท้า เช่น ระยะห่างการวางโต๊ะ เนื่องจากโต๊ะโดยทั่วไปความสูงอยู่ระดับเอวทำให้ร่างกายส่วนบนนั้นไม่เกิดการแทกแต่สำหรับเท้าสามารถเกิดการแทกได้ ความกว้างมากสุดของทางเดินเท้าสำหรับบุคคลเดียว ความกว้างมากสุดของแผ่นทางเดินสำหรับบุคคลเดียว เป็นต้น

6. ความสูงของปลายนิ้วโป้งขณะเดิน(D6) สำหรับใช้กำหนดความสูงเท้าของกรอบการเดินคือ 0 เซนติเมตร กล่าวคือ กล่าวคือ การออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุไม่ควรมีความต่างระดับกัน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุปลายนิ้วโป้งเท้าสะดุดหรือกระแทกกับวัตถุตามทางเดินล้มและเกิดอาการบาดเจ็บที่ปลายนิ้วโป้งเท้า เช่น ความสูงสุดหลังติดตั้งบล็อคหรือแผ่นทางเดิน เป็นต้น

7. ความสูงของปลายนิ้วมือ(D7) สำหรับใช้กำหนดช่วงความสูงจากพื้นถึงปลายมือของกรอบการเดินโดยเลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 – 5 ของกลุ่มตัวอย่าง หรือแผนภูมิ Histogram ที่ความถี่สะสมน้อยกว่า 20% เพื่อป้องไม่ให้เกิดอุบัติเหตุปลายนิ้วมือแกว่งกระแทกกับวัตถุตามทางเดิน เช่น ความสูง

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

จากพื้นถึงวัตถุที่วางไว้ในแขนเก้าอี้ ความสูงของโต๊ะ เป็นต้น สาเหตุที่เลือกใช้ค่าขนาดสัดส่วนร่างกายสถิตเพราะว่าความสูงของปลายนิ้วมือขณะเหยียดตรงเป็นความสูงต่ำสุดเมื่อเทียบกับการเดินซึ่งมีการแกว่งของแขน

จาก 7 ส่วนประกอบ ได้แก่ ความสูงของศีรษะขณะเดิน ความกว้างของร่างกายส่วนบนขณะเดิน ระยะห่างของเท้าด้านใน – นอกขณะเดิน ระยะการก้าวเดิน ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน และความสูงของปลายนิ้วมือ ถูกนำมาเขียนกรอบการเดินของผู้สูงอายุเพื่อใช้ออกแบบทางเดินสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีรูปแบบการเสนอ 4 รูปแบบ ได้แก่ สำหรับสาธารณะ เพศชาย และเพศหญิง จากเปอร์เซ็นไทล์ และสำหรับสาธารณะ จากแผนภูมิ Histogram แสดงดังรูปที่ 47 48 49 และ57 ตามลำดับ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการนำกรอบการเดินไปใช้ คือ สามารถนำไปออกแบบและปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกให้เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการเดินให้กับผู้สูงอายุ โดยงานวิจัยนี้ไม่เพิ่มระยะเผื่อหากนักออกแบบนำข้อมูลไปใช้ควรคำนึงถึงค่าระยะเผื่อตามความเหมาะสมเพื่อความปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุโดยแนะนำดังนี้

1. ความสูงของศีรษะขณะเดิน(D1) ควรมากกว่าค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 หรือมากกว่าค่าความถี่สะสม 80%

2. ความกว้างของร่างกายส่วนบน(D2) ควรมากกว่าค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 หรือมากกว่าค่าความถี่สะสม 80%

3. ระยะการก้าวเดิน(D3) ควรน้อยกว่าค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 หรือน้อยกว่าค่าความถี่สะสม 20%

4. ระยะห่างของเท้าด้านในขณะเดิน(D4) ควรน้อยกว่าค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 หรือน้อยกว่าค่าความถี่สะสม 20%

5. ระยะห่างของเท้าด้านนอกขณะเดิน(D5) ควรมากกว่าค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 หรือมากกว่าค่าความถี่สะสม 80%

6. ความสูงของปลายนิ้วโป้งเท้าขณะเดิน(D6) ควรน้อยกว่าค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 หรือน้อยกว่าค่าความถี่สะสม 20%

7. ความสูงของปลายนิ้วมือ(D7) ควรน้อยกว่าค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 1 หรือน้อยกว่าค่าความถี่สะสม 20%

งานวิจัยนี้ได้ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเดินบนพรมที่มีความเสียดทานหากนักออกแบบนำข้อมูลไปใช้ควรคำนึงถึงความเสียดทานของวัสดุที่ใช้ออกแบบทางเดิน

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

5.1 ปัญหาและข้อจำกัดของงานวิจัย

1. ระยะทางในการเดินมีระยะที่น้อยเกินไปทำให้เกิดวัฏจักรการเดินอยู่ที่ 2 – 3 รอบซึ่งหากมีจำนวนรอบที่มากกว่านี้อาจทำให้ชุดข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากกว่านี้

2. รองเท้าที่สวมใส่เนื่องจากเท้าของผู้เข้าร่วมการทดลองบางคนสามารถสวมใส่รองเท้าได้แต่อาจจะเกิดอาการแน่นหรือหลวมในบางครั้งทำให้การบันทึกข้อมูลอาจเกิดค่าความคลาดเคลื่อนขึ้นได้

3. ชุดของผู้เข้าร่วมการทดลองบางครั้งไม่ได้ใส่ชุดที่รัดกุมทำให้การติดจุดลูกบอลวาวแสงบนร่างกายผู้เข้าร่วมการทดลองได้ลำบากรวมถึงระหว่างการเก็บข้อมูลเสื้อเกิดความพริ้วไหวส่งผลให้จุดบอลวาวแสงมีความคลาดเคลื่อนจากจุดข้อต่อเล็กน้อย จึงทำให้ต้องเตรียมชุดในการทดลองให้ผู้เข้าร่วมการทดลองในกรณีเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว

4. การจัดสรรเวลาในการเก็บข้อมูลกับผู้สูงอายุ ต้องไม่ส่งผลกระทบต่อเวลาในการเรียน มิฉะนั้นอาจทำให้ต้องยืดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลล่าช้า

5. ผู้สูงอายุที่ตรงตามแบบคัดกรองนั้นหาผู้เข้าร่วมการทดลองได้ยาก

6. แผนที่การเดินจากที่พักของผู้เข้าร่วมการทดลองมายังห้องแล็ปใช้เวลาในการอธิบายนาน

7. ชุดข้อมูลใช้ได้สำหรับกลุ่มผู้สูงอายุที่แข็งแรง และไม่มีปัญหาการทรงตามแบบประเมินความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน ดัชนี บาร์เทลเอดีแอล และแบบประเมินการทดสอบสมดุลร่างกายด้วยการนั่ง ลุก ยืน เดิน ในช่วงอายุ 60 – 75 ปีเท่านั้น

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. ทดลองนำชุดข้อมูลที่ได้ไปออกแบบสถานการณ์จริงเพื่อทดสอบชุดข้อมูลพร้อมดูพฤติกรรมของผู้สูงอายุในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ใช้ค่าจากงานวิจัยนี้

2. เพิ่มระยะการเดินการทดลองเพื่อให้จำนวนวัฏจักรการเดินชุดข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

3. กำหนดกลุ่มเป้าหมายในการทดลองตามลักษณะอ้วน ผอม หรือสมส่วน ตามดัชนีมวลร่างกายอย่างเท่ากันเพื่อดูความแตกต่างของข้อมูลมิติการเคลื่อนไหว

4. หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิตกับพลวัตเพื่อใช้สร้างสมการถดถ้อย

5. ขยายกลุ่มตัวอย่างโดยการเก็บข้อมูลในช่วงอายุอื่น เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวัยและให้สามารถสร้างกรอบการเดินสำหรับสาธารณะ

6. ควรติดลูกบอลวาวแสงลงบนร่างกายของผู้เข้าร่วมการทดลองโดยตรงเพื่อให้บันทึกการเคลื่อนไหวจากตำแหน่งของข้อต่อจริง

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

บรรณานุกรม

AMAJEED, T. (2016). "Gait." https://www.slideshare.net/drmuhammadthouseef/gait-58863826.

Grabiner, M. D., et al. (2018). "Performance of an attention-demanding task during treadmill walking shifts the noise qualities of step-to-step variation in step width."

Panero, J and Martin, Z. (1979) Human Dimension and Interior Space.

Perry (1992). Gait analysis.

Pheasant, S. (1986) Bodyspace Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work.

teejingpentayvada (2558). สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เขตจตุจักร. https://pantip.com/topic/34171836.

Woollacott, M. and P.-F. Tang (1997). "Balance Control During Walking in the Older Adult: Research and Its Implications."

แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์ และคณะ (2548). โครงการ "การศึกษาเรื่องการทรงตัวและหกล้มในผู้สูงอายุไทย", จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โครงการประเมินเทคโนโลยีและนโยบายด้านสุขภาพ (2557). การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเรื่องมาตรการป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ.

โฆษิต ไชยประสิทธิ์ (2546). บทบาทผู้นำกลุ่มผู้สูงอายุชุมชนชนบท: ศึกษาเฉพาะกรณีผู้สูงอายุในตำบลหัวโพ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์ (2548). โครงการ ศึกษามาตรฐานขั้นต่ำสำหรับที่พักอาศัย และสภาพแวดล้อมของผู้สูงอายุ.

ดวงภรณ์ แดงจีน (2555). "การประมาณความสูงจากความยาวของการก้าวขณะเดิน".

ธนยศ สุมาลย์โรจน์ และ ฮานานมูฮิบบะตุดดีนนอจิ สุขไสว (2558). "ผู้สูงอายุในโลกแห่งการทำงาน มุมมองเชิงทฤษฎีทางกายจิตสังคม".

มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย ยากันล้ม คู่มือป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ.

ลักษณา มะรังกา (2553). ประสบการณ์ความกลัวต่อการหกล้มของผู้สูงอายุ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิไลวรรณ ทองเจริญ "การเปลี่ยนแปลงด้านร่างกายในวัยสูงอายุ".

สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล (2561). สารประชากร มหาวิทยาลัยมหิดล. สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. มหาวิทยาลัยมหิดล.

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

สำนักงานสถิติแห่งชาติกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2557). การสำรวจประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2557.

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2561). หุ่นดี สุขภาพดี ง่ายๆ แค่ใช้ 4 พฤติกรรม.

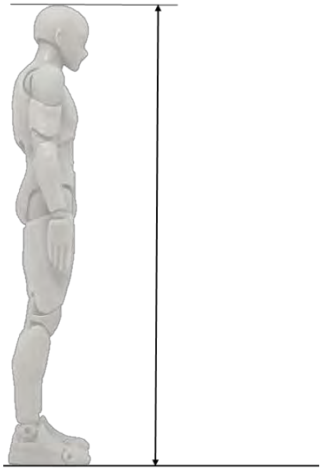
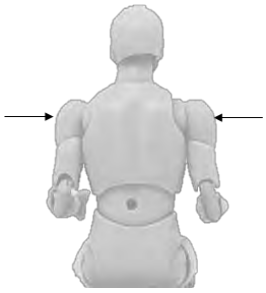
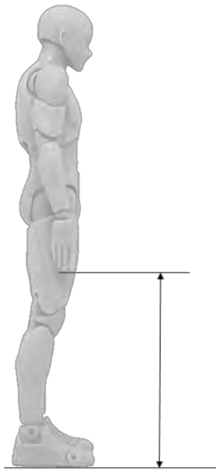
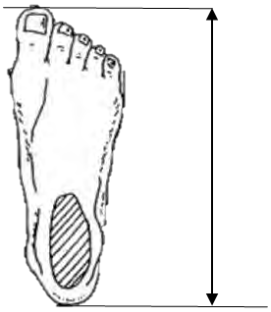
สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.) ร่วมกับ มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.) (2559). คู่มือการดูแลผู้สูงวัย: เดินดีไม่มีล้ม.

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

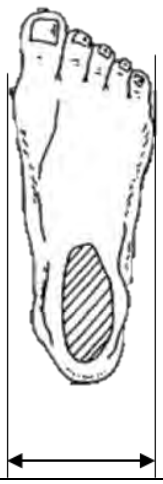
3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ภาคผนวก ก

นิยามการวัดสัดส่วนร่างกายแบบสถิตจำนวน 5 สัดส่วน

	ความสูงขณะยืน Stature height คำจำกัดความ : ความสูงจากพื้นถึงส่วนที่สูงสุดของศีรษะ ท่าทางของผู้ถูกทดสอบ : ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองยืนตรงเท้าชิดกัน ลักษณะมองตรงไปข้างหน้า เครื่องมือวัด : Anthropometer
	ความกว้างบ่า Shoulder (bideltoid) breadth คำจำกัดความ ระยะไกลสุดตามแนวขนานกับพื้นโลกของกล้ามเนื้อเดลทอยด์จากขวาไปซ้าย ท่าทางของผู้ถูกทดสอบ ผู้เข้าร่วมการทดลองนั่งบนเก้าอี้พร้อมกับปล่อยหัวไหล่ตามสบาย เครื่องมือวัด Anthropometer
	ความสูงของปลายนิ้วมือ Fingertip height คำจำกัดความ : ความสูงจากพื้นถึงส่วนที่ต่ำสุดของนิ้วมือข้างขวา ท่าทางของผู้ถูกทดสอบ : ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองยืนตรงเท้าชิดกัน ลักษณะมองตรงไปข้างหน้า ปลายมือเหยียดตรง 5 นิ้วชิดกัน เครื่องมือวัด : Anthropometer
	ความยาวเท้า Foot length คำจำกัดความ : ระยะทางมากสุดจากด้านหลังส้นเท้าถึงปลายนิ้วที่ยาวสุด วัดขนานกับเท้า ท่าทางของผู้ถูกทดสอบ : ผู้เข้าร่วมการทดลองยืนตรงวางน้ำหนักของเท้าทั้งสองข้างให้เท่ากัน เครื่องมือวัด Sliding caliper

CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22
3752390454

	ความกว้างเท้า Foot breadth คำจำกัดความ : ระยะไกลสุดตามแนวขนานกับความยาวเท้าจากขวาไปซ้าย ท่าทางของผู้ถูกทดสอบ : ผู้เข้าร่วมการทดลองยืนตรงวางน้ำหนักของเท้าทั้งสองข้างให้เท่ากัน เครื่องมือวัด : Sliding caliper

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ภาคผนวก ข
แบบประเมินคัดกรองผู้สูงอายุ

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

แบบประเมินความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน ดัชนี บาร์เทลเอดีแอล

ชื่อ.....อายุ.....ปี โทรศัพท์.....

มือข้างที่ถนัด ☐ ซ้าย ☐ขวา

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท ชีพจร.....ครั้ง/นาที

1. โรคประจำตัว [ ] ไม่มี [ ] มี (หากมีโรคประจำตัวโปรดระบุทุกโรค)

☐ โรคเบาหวาน ☐ โรคความดันโลหิตสูง ☐ โรคไขมันในเลือดสูง

☐ โรคข้อและกระดูก ☐ โรคพาร์กินสัน ☐ โรคหัวใจ

☐ อื่นๆ.....

2. การใช้ยา [ ] ไม่ได้ใช้ [ ]ใช้ยาประจำ (ระบุ.....)

[ ] ซื้อยารับประทานเอง

3. พฤติกรรมสุขภาพ

- การสูบบุหรี่ [ ] ไม่สูบ [ ] สูบ ปริมาณ.....ต่อวัน
- การดื่มแอลกอฮอล์ [ ] ไม่ดื่ม [ ] ดื่ม ปริมาณ.....ต่อวัน

4. การออกกำลังกายในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา

[ ] ไม่ออกกำลังกาย

[ ] ออกกำลังกาย.....ครั้ง/สัปดาห์ (ระบุชนิดการออกกำลังกาย.....)

5. ประวัติการหกล้มในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา

[ ] ไม่เคยล้ม

[ ] เคยล้ม (ระบุรายละเอียดการหกล้ม.....)

6. การกลัวการหกล้ม

[ ] ไม่กลัว [ ] กลัวน้อย [ ] กลัวปานกลาง [ ] กลัวมาก

7. ประเมินความสามารถในการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ ดัชนี บาร์เทลเอดีแอล รวมคะแนน

1. Feeding (รับประทานอาหารเมื่อเตรียมสำรับไว้ให้เรียบร้อยต่อหน้า)

☐0. ไม่สามารถตักอาหารเข้าปากได้ ต้องมีคนป้อนให้

☐1. ตักอาหารเองได้แต่ต้องมีคนช่วย เช่น ช่วยใช้ช้อนตักเตรียมไว้ให้หรือตัดเป็นเล็กๆไว้ล่วงหน้า

☐2. ตักอาหารและช่วยตัวเองได้เป็นปกติ

2. Grooming (ล้างหน้า หวีผม แปรงฟัน โกนหนวด ในระยะเวลา 24 - 28 ชั่วโมงที่ผ่านมา)

☐0. ต้องการความช่วยเหลือ

☐1. ทำเองได้ (รวมทั้งที่ทำได้เองถ้าเตรียมอุปกรณ์ไว้ให้)

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

3. Transfer (ลุกนั่งจากที่นอน หรือจากเตียงไปยังเก้าอี้)

☐0. ไม่สามารถนั่งได้ (นั่งแล้วจะล้มเสมอ) หรือต้องใช้คนสองคนช่วยกันยกขึ้น

☐1. ต้องการความช่วยเหลืออย่างมากจึงจะนั่งได้ เช่น ต้องใช้คนที่แข็งแรงหรือมีทักษะ 1 คน หรือใช้คน ทั่วไป 2 คนพยุงหรือดันขึ้นมาจึงจะนั่งอยู่ได้

☐2. ต้องการความช่วยเหลือบ้าง เช่น บอกให้ทำตาม หรือช่วยพยุงเล็กน้อย หรือต้องมีคนดูแลเพื่อความปลอดภัย

☐3. ทำได้เอง

4. Toilet use (ใช้ห้องน้ำ)

☐0. ช่วยตัวเองไม่ได้

☐1. ทำเองได้บ้าง (อย่างน้อยทำความสะอาดตัวเองได้หลังจากเสร็จธุระ) แต่ต้องการความช่วยเหลือในบางสิ่ง

☐2. ช่วยตัวเองได้ดี (ขึ้นนั่งและลงจากโถส้วมเองได้ ทำความสะอาดได้เรียบร้อย หลังจากเสร็จธุระถอดใส่เสื้อผ้าได้เรียบร้อย)

5. Mobility (การเคลื่อนที่ภายในห้องหรือบ้าน)

☐0. เคลื่อนที่ไปไหนไม่ได้

☐1. ต้องใช้รถเข็นช่วยตัวเองให้เคลื่อนที่ได้เอง (ไม่ต้องมีคนเข็นให้) และจะต้องเข้าออกมุมห้องหรือประตูได้

☐2. เดินหรือเคลื่อนที่โดยมีคนช่วย เช่น พยุง หรือบอกให้ทำตาม หรือต้องให้ความสนใจดูแลเพื่อความปลอดภัย

☐3. เดินหรือเคลื่อนที่ได้เอง

6. Dressing (การสวมใส่เสื้อผ้า)

☐0. ต้องมีคนสวมใส่ให้ ช่วยตัวเองแทบไม่ได้หรือได้น้อย

☐1. ช่วยตัวเองได้ประมาณร้อยละ 50 ที่เหลือต้องมีคนช่วย

☐2. ช่วยตัวเองได้ดี (รวมทั้งการติดกระดุม รูดซิบ หรือใช้เสื้อผ้าที่ดัดแปลงให้เหมาะสม)

7. Stairs (การขึ้นลงบันได 1 ชั้น)

☐0. ไม่สามารถทำได้

☐1. ต้องการคนช่วย

☐2. ขึ้นลงได้เอง (ถ้าต้องใช้เครื่องช่วยเดิน เช่น walker จะต้องเอาขึ้นลงได้ด้วย)

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

8. Bathing (การอาบน้ำ)

☐0. ต้องมีคนช่วยหรือทำให้

☐1. อาบน้ำเองได้

9. Bowels (การกลั้นการถ่ายอุจจาระในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา)

☐0. กลั้นไม่ได้ หรือต้องการการสวนอุจจาระอยู่เสมอ

☐1. กลั้นไม่ได้บางครั้ง (เป็นน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์)

☐2. กลั้นได้เป็นปกติ

10.Bladder (การกลั้นปัสสาวะในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา)

☐0. กลั้นไม่ได้ หรือใส่สายสวนปัสสาวะแต่ไม่สามารถดูแลเองได้

☐1. กลั้นไม่ได้บางครั้ง (เป็นน้อยกว่าวันละ 1 ครั้ง)

☐2. กลั้นได้เป็นปกติ

เกณฑ์การประเมินคะแนน

คะแนนรวม ADL (เต็ม 20 คะแนน)	แปลผล
0 – 4 คะแนน	ภาวะพึ่งพาโดยสมบูรณ์: very low initial score, total dependence
5 - 8 คะแนน	ภาวะพึ่งพารุนแรง : low initial score, severe dependence
9 - 11 คะแนน	ภาวะพึ่งพาปานกลาง: intermediate initial score, moderately severs dependence
12 - 20 คะแนน	ไม่เป็นการพึ่งพา: intermediate high, mildly severs dependence, consideration of discharging home

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

2. แบบประเมินการทดสอบสมดุลร่างกายด้วยการนั่ง ลุก ยืน เดิน (Timed Up and Go Test)

- ผู้ทดสอบนั่งหลังพิงพนักเก้าอี้และมือสองข้างวางที่แขนของเก้าอี้ เมื่อผู้ทดสอบได้ยินคำว่า “เริ่ม” ให้ลุกเดินเร็วไปข้างหน้าเป็นระยะทาง 3 เมตร จากนั้นให้เลี้ยวหรือหมุนตัวกลับมานั่งเก้าอี้ตัวเดิม

- ผู้ประเมินคอยเดินตามเพื่อระวังความปลอดภัย โดยเริ่มจับเวลาเมื่อได้ยินคำสั่ง “เริ่ม” และหยุดเวลา เมื่อหลังของผู้สูงอายุพิงพนักเก้าอี้ จากนั้นบันทึกเวลาเป็นวินาที

ผลการประเมิน ☐ < 30 วินาที (ใช้เวลา.....วินาที) ☐ ≥ 30 วินาที

หมายเหตุ เวลาปกติของผู้สูงอายุควรน้อยกว่า **10** วินาที กรณีใช้เวลามากกว่า **≥ 30** วินาที ถือว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหกล้ม

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวรวุฒิ ขอเจริญ
วัน เดือน ปี เกิด	7 มิถุนายน 2538
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (สาขาวิศวกรรมการผลิต) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ.2560
ที่อยู่ปัจจุบัน	4/122 หมู่ 9 ฉิมพลี 22 ตลิ่งชัน กทม. 10170

3752390454 CU iThesis 6070303321 thesis / recv: 31072562 11:53:23 / seq: 22