



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การวัดสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุไทย

โดย นายวุฒิชัย ชรินทร์ประเสริฐ

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์)

23 มีนาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทึงจิตร)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ พฤษชาติ)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ชัยพร วงศ์พิศาล)

การวัดสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุไทย

นายวุฒิชัย ชนินทร์ประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2549

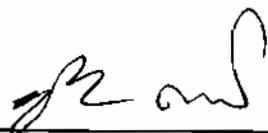
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายวุฒิชัย ชนินทร์ประเสริฐ
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การวัดสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุไทย
สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทึงจิตร
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย จำนวน 36 สัดส่วน โดยใช้ Harpenden Anthropometer อาสาสมัครทั้งหมดมีสุขภาพและขนาดร่างกายปกติ โดยวัดสัดส่วนร่างกายอาสาสมัครผู้สูงอายุชาย 200 คน และหญิง 200 คน ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุและส่วนสูงของอาสาสมัครชาย คือ $69.6(\pm 5.3)$ ปี และ $159.7(\pm 7.6)$ ซม. ตามลำดับ และค่าเดียวกันของอาสาสมัครหญิง คือ $70.2(\pm 5.8)$ ปี และ $148.2(\pm 5.8)$ ซม. ตามลำดับ ข้อมูลแต่ละสัดส่วนที่ได้จากการวัดแสดงในตารางโดยมีค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 และค่าสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบน จากการเปรียบเทียบขนาดต่างๆ ระหว่างชายและหญิงทั้ง 36 สัดส่วน สรุปได้ว่าขนาดสัดส่วนของชายโตกว่าขนาดของหญิง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) 33 สัดส่วน มีเพียง 2 สัดส่วนที่หญิงโตกว่าชายอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ได้แก่ สัดส่วนที่ 20 ความหนาหน้าอก และสัดส่วนที่ 21 ความหนาช่องท้อง และมี 1 สัดส่วน ที่ขนาดของชายและหญิงไม่แตกต่างกัน คือ สัดส่วนที่ 19 ความกว้างสะโพก
(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 115 หน้า)

คำสำคัญ : การวัดสัดส่วน, ขนาดสัดส่วน



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

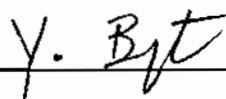
Name : Mr.Wuthichai Chaninprasert
Thesis Title : Anthropometric Study of Thai Elderly Population
Major Field : Industrial Engineering
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Associate Professor Dr.Yuthachai Bunternngchit
Academic Year : 2006

Abstract

The objective of this work was to generate data base of aged Thai population. A set of Harpenden anthropometer was used to measure 36 dimensions of 200 male and 200 female volunteers. The averages and standard deviations of age and height of the males were $69.6(\pm 5.3)$ years and $159.7(\pm 7.6)$ cm., respectively. The same values for the females were $70.2(\pm 5.8)$ years and $148.2(\pm 5.8)$ cm., respectively. Each dimension obtained from the measurement was tabulated with the values of means, standard deviations 5th and 95th percentiles and coefficient of variations. One-way ANOVA was used to compare all dimensions measured between the males and females. The comparison results indicated that only one dimension: dimension, 19 hip breadth, the males and the females had the same size. There were 2 dimensions indicated that the females had larger sizes than the males significantly ($p<0.01$). They were dimension 20 and 21 : chest depth and abdominal depth, respectively. For the rest 33 dimensions, the males had larger sizes than the females significantly ($p<0.01$).

(Total 115 pages)

Keywords : Anthropometric, Dimension



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธิชัย บรรเทึงจิตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นของการทำงานวิจัยมาโดยตลอด ขอขอบคุณบ้านผู้สูงอายุบางแค บ้านบางละมุง และอาสาสมัครผู้สูงอายุทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลครั้งนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนและช่วยเหลือในทุกด้าน และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

วุฒิชัย ชรินทร์ประเสริฐ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 สมมติฐานในการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	2
1.5 วิธีการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์	5
2.2 วัตถุประสงค์ของการวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม	5
2.3 ประเภทของการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายในเชิงวิศวกรรม	5
2.4 การกำหนดระนาบและจุดอ้างอิงในการวัดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์	8
2.5 การหาขนาดสัดส่วนของร่างกาย (Measurement of Body Form)	9
2.6 การออกแบบเชิงการยศาสตร์	11
2.7 การนำเสนอข้อมูลขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ไปใช้ในงานวิศวกรรม	12
2.8 การใช้ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและมิติร่างกายในการออกแบบ	12
2.9 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	13
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	27
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	27
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	28
3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	29
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	30
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	31
4.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้สูงอายุไทย	31
4.2 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลลัพธ์การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเพศของผู้สูงอายุ กับสัดส่วนร่างกายทั้งหมด	38
4.4 การเปรียบเทียบขนาดร่างกายของผู้สูงอายุไทยที่ได้จากงานวิจัยนี้ กับผลการวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง	40
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	51
5.1 ผลสรุปข้อมูลคุณลักษณะทั่วไปของผู้สูงอายุไทย	51
5.2 ผลสรุปจากการเปรียบเทียบความแตกต่างสัดส่วนร่างกายของ ผู้สูงอายุชายและหญิง	51
5.3 สรุปผลจากการเปรียบเทียบขนาดร่างกายของชายไทยที่ได้จาก งานวิจัยนี้กับผลการวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง	52
5.4 ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก ก	57
แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกาย	58
ภาคผนวก ข	61
ตำแหน่งอ้างอิงของร่างกายในการวัดสัดส่วน	62
ภาคผนวก ค	65
รายละเอียดการวัดสัดส่วนร่างกายทั้ง 36 สัดส่วน	66
ภาคผนวก ง	89
การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองทางสถิติ	90
ภาคผนวก จ	111
ประวัติความเป็นมาในการวัดขนาดของคนไทย	112
ประวัติผู้วิจัย	115

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว	23
4-1 แสดงความถี่และร้อยละตามช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุชายไทย	31
4-2 แสดงความถี่และร้อยละตามช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุหญิงไทย	32
4-3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 ของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย (หน่วยเป็นเซนติเมตร)	32
4-4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 ของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชายไทย (หน่วยเป็นเซนติเมตร)	34
4-5 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 ของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุหญิง (หน่วยเป็นเซนติเมตร)	35
4-6 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA โดยโปรแกรม MINITAB V.13	36
4-7 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชาย และหญิง	39
4-8 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัดส่วนร่างกายจำนวน 36 สัดส่วน ได้จากการเปรียบเทียบของชายไทยในอุตสาหกรรม กับผู้สูงอายุชายไทย ของงานวิจัยนี้ และผลการทดสอบแบบ Z-test	41
4-9 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัดส่วนร่างกายจำนวน 36 สัดส่วน ได้จากการเปรียบเทียบของชายหญิงในอุตสาหกรรม กับผู้สูงอายุหญิงไทย ของงานวิจัยนี้ และผลการทดสอบแบบ Z-test	43
4-10 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัดส่วนร่างกายจำนวน 21 สัดส่วน (หน่วยเป็นเซนติเมตร ได้จากการเปรียบเทียบของผู้สูงอายุชายออสเตรเลีย กับผู้สูงอายุชายไทยของงานวิจัยนี้ และผลการทดสอบแบบ Z-test	45
4-11 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัดส่วนร่างกายจำนวน 21 สัดส่วน (หน่วยเป็นเซนติเมตร) และการเปรียบเทียบของผู้สูงอายุหญิงออสเตรเลีย กับผู้สูงอายุหญิงไทยของงานวิจัยนี้ และผลการทดสอบแบบ Z-test	47
4-12 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัดส่วนร่างกายจำนวน 17 สัดส่วน (หน่วยเป็นเซนติเมตร) ได้จากการเปรียบเทียบของผู้สูงอายุหญิงโปแลนด์ กับผู้สูงอายุหญิงไทยของงานวิจัยนี้ และผลการทดสอบแบบ Z-test	48
ง-1 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 1.Stature	92
ง-2 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 2.Eye height	92

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ง-3 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 3.Shoulder height	93
ง-4 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 4.Elbow height	93
ง-5 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 5.Hip height	94
ง-6 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 6.Knuckle height	94
ง-7 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 7.Fingertip height	95
ง-8 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 8.Sitting height	95
ง-9 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 9.Sitting eye height	96
ง-10 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 10.Sitting shoulder height	96
ง-11 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 11.Sitting elbow height	97
ง-12 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 12.Thigh thickness	97
ง-13 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 13.Buttock-knee length	98
ง-14 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 14.Buttock-popliteal length	98
ง-15 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 15.Knee-height	99
ง-16 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 16.Popliteal height	99
ง-17 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 17.Shoulder breadth (bideloid)	100

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ง-18 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 18.Shoulder breadth (biacromia)	100
ง-19 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 19.Hip breadth	101
ง-20 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 20.Chest depth	101
ง-21 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 21.Abdominal depth	102
ง-22 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 22.Shoulder-elbow length	102
ง-23 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 23.Elbow-fingertip length	103
ง-24 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 24.Upper limb length	103
ง-25 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 25.Shoulder-grip length	104
ง-26 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 26.Head length	104
ง-27 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 27.Head breadth	105
ง-28 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 28.Hand length	105
ง-29 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 29.Hand breadth	106
ง-30 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 30.Foot length	106
ง-31 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 31.Foot breadth	107
ง-32 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 32.Span	107

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ง-33 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 33.Elbow span	108
ง-34 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 34.Vertical grip reach (standing)	108
ง-35 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 35.Vertical grip reach (sitting)	109
ง-36 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 36.Forward grip reach	109

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 สัดส่วนร่างกายของคนอเมริกันขณะอยู่นิ่งกับที่	6
2-2 สัดส่วนร่างกายของมนุษย์เมื่อมีการเคลื่อนที่	7
2-3 ระนาบบนร่างกายเพื่อใช้ในการวัดสัดส่วน	8
2-4 ตำแหน่งทางกายวิภาคที่ใช้เพื่อการวัดสัดส่วนร่างกาย	9
2-5 แสดงการจัดเตรียมตำแหน่งการถ่ายภาพ	10
3-1 แสดงเครื่องมือ Harpenden Anthropometer	28
3-2 แสดงเก้าอี้ปรับระดับความสูงและฉากอ้างอิงในการวัด	28
3-3 แสดงท่าทางการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายตามมาตรฐาน	30
ข-1 แสดงตำแหน่งของ Vertex และ Glabella	62
ข-2 แสดงตำแหน่งของ Acromion และ Head of Radius	63
ข-3 แสดงตำแหน่งของ Greater trochanter และ Kneecap	63
ข-4 แสดงตำแหน่งของ Deltoid Muscle	64
ค-1 แสดงการวัดความสูงขณะยืน	70
ค-2 แสดงการวัดความสูงตาขณะยืน	70
ค-3 แสดงการวัดความสูงไหล่ขณะยืน	71
ค-4 แสดงการวัดส่วนสูงข้อศอกขณะยืน	71
ค-5 แสดงการวัดส่วนสูงสะโพกขณะยืน	72
ค-6 แสดงการวัดความสูงของข้อนิ้วมือ	72
ค-7 แสดงการวัดความสูงปลายนิ้วมือ	73
ค-8 แสดงการวัดความสูงขณะนั่ง	73
ค-9 แสดงการวัดความสูงระดับสายตาขณะนั่ง	74
ค-10 แสดงการวัดความสูงระดับที่นั่งถึงหัวไหล่	74
ค-11 แสดงการวัดความสูงระดับที่นั่งถึงระดับศอก	75
ค-12 แสดงการวัดระยะจากพื้นที่นั่งถึงตอนบนของส่วนที่หนาสุดของขา	75
ค-13 แสดงการวัดความยาวจากกันถึงหัวเข่า	76
ค-14 แสดงการวัดความยาวจากกันถึงข้อพับขาด้านใน	76
ค-15 แสดงการวัดระยะจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	77
ค-16 แสดงการวัดระยะจากพื้นถึงข้อพับขาด้านใน	77
ค-17 แสดงการวัดความกว้างของไหล่ (ต้นแขน)	78
ค-18 แสดงการวัดความกว้างของไหล่ (หัวไหล่)	78

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ค-19 แสดงการวัดความกว้างของสะโพก	79
ค-20 แสดงการวัดความหนาของอก	79
ค-21 แสดงการวัดความหนาท้อง	80
ค-22 แสดงการวัดระยะระดับหัวไหล่ถึงปลายข้อศอก	80
ค-23 แสดงการวัดระยะข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ	81
ค-24 แสดงการวัดระยะจากกระเษไหล่ถึงปลายนิ้ว	81
ค-25 แสดงการวัดระยะไหล่ถึงจุดศูนย์กลางมือขณะกำ	82
ค-26 แสดงการวัดความยาวของศรีษะ	82
ค-27 แสดงการวัดความกว้างของศรีษะ	83
ค-28 ความยาวของมือ	83
ค-29 ความกว้างของมือ	84
ค-30 แสดงการวัดความยาวเท้า	84
ค-31 แสดงการวัดความกว้างของเท้า	85
ค-32 ระยะกางแขน	85
ค-33 ระยะกางข้อศอก	86
ค-34 แสดงการวัดระยะเอื้อมแขนขึ้นเหนือศีรษะในท่ายืน	86
ค-35 แสดงการวัดความสูง	87
ค-36 แสดงการวัดระยะเอื้อมแขนไปด้านหน้า	87
ง-1 แสดงการกระจายของข้อมูลเป็นการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)	90
ง-2 แสดงการกระจายของ ข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน (Independent)	90
ง-3 แสดงการกระจายส่วนตกค้างที่สมดุลกันทั้งทางบวก (+) และทางลบ (-)	91

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถิติผู้สูงอายุในปัจจุบันของประเทศไทย (พ.ศ. 2545) สำนักงานสถิติแห่งชาติ ได้แสดงให้เห็นว่ามีจำนวนผู้สูงอายุ (ผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป) ถึง 5,969,030 คน ซึ่งเทียบเป็นสัดส่วนต่อประชากรทั้งประเทศมีค่าเท่ากับ 9.61% และเปรียบเทียบกับอีกสิบปีข้างหน้า จากการคาดการณ์ว่าจำนวนประชากรที่เป็นผู้สูงอายุจะมีจำนวนสูงถึง 9,104,000 คน เทียบเป็นสัดส่วนต่อประชากรทั้งประเทศมีค่าเท่ากับ 13.17% (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2545) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันจำนวนผู้สูงอายุและสัดส่วนผู้สูงอายุ ของประเทศไทยเพิ่มขึ้นในอัตราที่รวดเร็ว ทำให้โครงสร้างประชากรของประเทศไทยกำลังเคลื่อนเข้าสู่ระยะที่เรียกว่า "ภาวะประชากรผู้สูงอายุ (Population Ageing)" ซึ่งอาจมีปัญหาในการทำงานเนื่องจากแตกต่างกับคนปกติ

การออกแบบเครื่องมือหรืออุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน จะได้รับการออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานและพอดีกับขนาดสัดส่วนร่างกายของคน ข้อมูลที่นำมาออกแบบจะเป็นข้อมูลเชิงสถิติของขนาดร่างกายมนุษย์ ซึ่งได้มาจากการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้หลักการยศาสตร์ เครื่องมือหรืออุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันที่ได้รับการออกแบบมาจะเป็นการออกแบบเพื่อประชากรทั่วไป โดยส่วนมากจะใช้ข้อมูลขนาดร่างกายของคนช่วงอายุ 18-55 ปี (Smith and Tayyari, 1997) การศึกษาการวัดขนาดร่างกายของคนไทย จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2543-2544 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2544) เป็นการศึกษาการวัดขนาดร่างกายของชายไทย (อายุ 17-49 ปี) จำนวน 4,301 คน ทำการวัดสัดส่วนร่างกาย 144 สัดส่วน และหญิงไทย (อายุ 17-49 ปี) จำนวน 4,525 คน ทำการวัดสัดส่วนร่างกาย 142 สัดส่วน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับร่างกาย เช่น อุตสาหกรรมตัดเย็บเสื้อผ้า เพื่อให้ได้ขนาดมาตรฐานที่สอดคล้องกับสรีระร่างกายของคนไทย ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและวิจัยดังกล่าวยังไม่ครอบคลุมถึงกลุ่มคนผู้สูงอายุ เมื่อนำผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ที่ออกแบบจากมาตรฐานทั่วไป มาให้ผู้สูงอายุใช้งานก็จะพบเห็นถึงความไม่เหมาะสมในการใช้งานของผลิตภัณฑ์ เช่น ชั้นวางของที่อยู่สูงเกินที่จะเอื้อมมือไปหยิบได้สะดวก แก้วที่สูงเกินไปจะรู้สึกอึดอัดและไม่เอื้อต่อความสบายเวลานั่ง อุปกรณ์ช่วยเดิน (Walker) ที่สูงเกินไปซึ่งชี้ให้เห็นถึงปัญหาด้านความแตกต่างของขนาดสัดส่วนมาตรฐานของคนปกติกับผู้สูงอายุ เนื่องจากผู้สูงอายุจะมีขนาดร่างกายที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (Chumlea, Roche, and Roger, 1984) The Expert Committee of the World Health Organization ได้ให้ความเห็นว่ามีความจำเป็นที่ควรจัดทำข้อมูลอ้างอิงของสัดส่วนร่างกายสำหรับผู้สูงอายุ (De Onis and Habicht, 1996)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จึงสมควรศึกษาและวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย เพื่อที่จะได้ใช้ในการออกแบบที่เกี่ยวข้องต่อไป เพื่อลดปัญหาความไม่เหมาะสมในการใช้งาน และพอดีกับขนาดสัดส่วนร่างกาย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95

1.2.2 เพื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชาย และหญิง

1.2.3 เพื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย ที่ได้จากการวิจัยนี้กับผลงานการวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3 สมมติฐานในการวิจัย

ปัจจัยที่เกี่ยวกับเพศมีผลต่อขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 วัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชายและหญิงไทย ที่อายุ 60 ปีหรือมากกว่า ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล รวมกันทั้งสิ้นเป็นจำนวน 400 คน

1.4.2 เครื่องมือที่ใช้วัดสัดส่วนของร่างกายประกอบด้วยเครื่อง Harpenden Anthropometer, เทปวัดรอบเอว และฉากกั้น

1.4.3 โดยทำการวัดสัดส่วนร่างกาย 36 สัดส่วน ตามแบบมาตรฐานของ Pheasant (1986)

1.4.3.1 Vertical Grip Reach (Standing)

1.4.3.2 Stature

1.4.3.3 Eye Height

1.4.3.4 Shoulder Height

1.4.3.5 Elbow Height

1.4.3.6 Hip Height

1.4.3.7 Knuckle Height

1.4.3.8 Fingertip Height

1.4.3.9 Vertical Grip Reach (Sitting)

1.4.3.10 Sitting Height

1.4.3.11 Sitting Eye Height

1.4.3.12 Sitting Shoulder Height

1.4.3.13 Sitting Elbow Height

- 1.4.3.14 Shoulder-elbow Height
- 1.4.3.15 Elbow-fingertip Length
- 1.4.3.16 Knee-height
- 1.4.3.17 Popliteal Height
- 1.4.3.18 Thigh Thickness
- 1.4.3.19 Head Length
- 1.4.3.20 Hip Breadth
- 1.4.3.21 Abdominal Depth
- 1.4.3.22 Buttock-knee Length
- 1.4.3.23 Buttock-popliteal Length
- 1.4.3.24 Head Breadth
- 1.4.3.25 Shoulder Breadth (Biacromial)
- 1.4.3.26 Shoulder Breadth (Bideloid)
- 1.4.3.27 Hip Breadth
- 1.4.3.28 Upper Limb Length
- 1.4.3.29 Shoulder-grip Length
- 1.4.3.30 Forward Grip Reach
- 1.4.3.31 Span
- 1.4.3.32 Elbow Span
- 1.4.3.33 Hand Breadth
- 1.4.3.34 Hand Length
- 1.4.3.35 Foot Breadth
- 1.4.3.36 Foot Length

1.4.4 ข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวม จะนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95

1.5 วิธีการวิจัย

- 1.5.1 ศึกษาที่มาและปัญหาการวิจัย
- 1.5.2 ศึกษาการใช้เครื่องมือวัด Harpenden Anthropometer
- 1.5.3 ศึกษาและกำหนดรายละเอียดการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย
- 1.5.4 ทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชายและหญิงไทย และเก็บข้อมูล
- 1.5.5 นำข้อมูลมาทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม MINITAB version 13
- 1.5.6 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิเคราะห์
- 1.5.7 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้ข้อมูลขนาดของถนนสูงอายุ ชายและหญิง
- 1.6.2 สามารถนำไปใช้ในการออกแบบ
- 1.6.3 รู้ความแตกต่างของสัดส่วนผู้สูงอายุชายและหญิง
- 1.6.4 รู้ความแตกต่างของสัดส่วนกับประชากรอื่นๆ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์

สุทธิ (2540) กล่าวว่า การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์หรือแอนโทรโปเมตรี (Anthropometry) เป็นการวัดขนาดรูปร่างและสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในลักษณะต่างๆ เช่น ความกว้าง ความสูง ความหนา น้ำหนัก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ฯลฯ เพื่อนำข้อมูลที่วัดได้นี้ใช้เป็นข้อมูลมาตรฐานในการเปรียบเทียบและนำไปออกแบบอุปกรณ์ตลอดจนการออกแบบสถานการณ์งาน

2.2 วัตถุประสงค์ของการวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม

สุทธิ (2540) สรุปวัตถุประสงค์ของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ออกเป็นข้อๆ ดังนี้

2.2.1 เพื่อเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยในการทำงาน และเพิ่มความพึงพอใจในการทำงานอันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น

2.2.2 เพื่อช่วยป้องกันข้อผิดพลาดในการทำงาน และป้องกันความเมื่อยล้าและการบาดเจ็บจากการทำงานกับเครื่องมือเครื่องใช้ สถานที่ทำงาน และสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้ขนาดเหมาะสมกับขนาดร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน

2.2.3 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพตำแหน่ง และทิศทางต่างๆ ของร่างกายมนุษย์ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่ว่าง การออกแรงกระทำต่อวัตถุ และความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของร่างกายมนุษย์กับรูปทรงของเครื่องจักร เครื่องมือ สถานการณ์ กระบวนการทำงาน และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน

2.2.4 เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการออกแบบและปรับปรุงงานอุปกรณ์ และสิ่งแวดล้อมในการทำงานเพื่อส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานมีสุขภาพอนามัยที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ รวมทั้งเสริมสร้างคุณภาพชีวิตในการทำงาน

2.3 ประเภทของการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายในเชิงวิศวกรรม

นริศ (2543) ได้ให้ความเห็นว่าประเภทของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ที่ใช้ประกอบในการออกแบบวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ สามารถแบ่งประเภทของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. การวัดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ในขณะอยู่นิ่ง (Static Characteristic) เป็นการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในขณะที่ร่างกายอยู่นิ่งกับที่ในท่าทางใดท่าทางหนึ่ง ซึ่งได้แก่ ความยาว ความกว้าง ความหนา ความโค้ง ความยาวรอบวง ความสูง น้ำหนัก ระยะการเอื้อม และรูปทรง ใน 3 มิติ ที่มีการกำหนดจุดตำแหน่งที่แน่นอนเป็นมาตรฐานในการวัดแต่ละจุด ซึ่งส่วนมากจะแตกต่างกันในเรื่องของจำนวนท่าทางหรือรายการที่ใช้ในการวัด เช่น

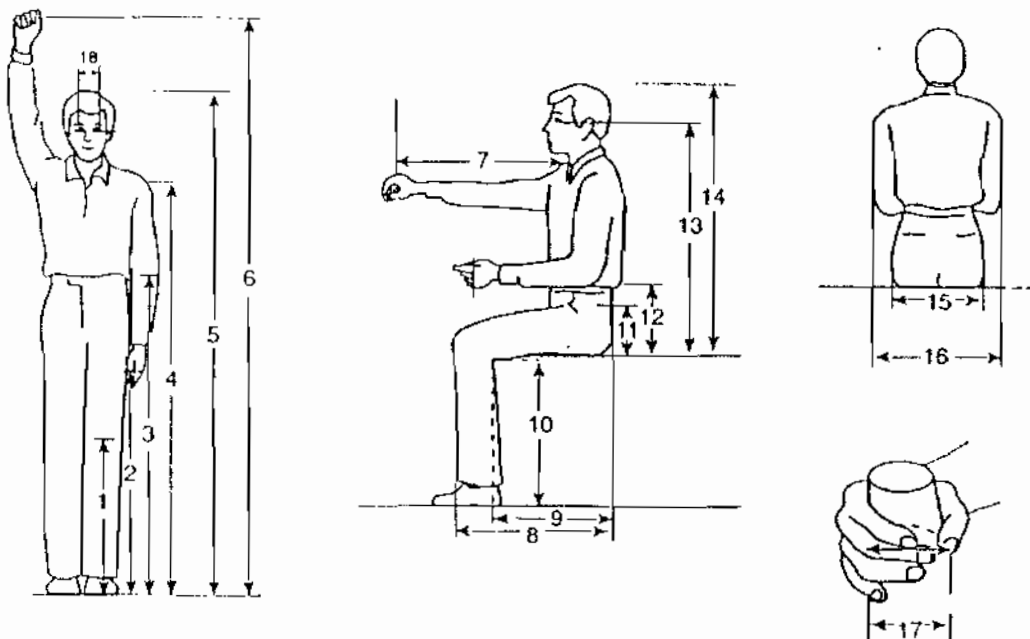
1.1 มาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากลระหว่างประเทศ (International Organization for Standardization: ISO) ตามแบบร่างมาตรฐานเลขที่ ISO/DIS 7250 Title: Basic List of Anthropometric Measurement ซึ่งมีจำนวนของการวัดทั้งทำนั่งและทำยืนรวม 39 รายการ

1.2 มาตรฐานทางทหารของกองทัพสหรัฐ (MIL-STD-1472D) ซึ่งมีจำนวนของการวัดรวม 91 รายการ

1.3 มาตรฐานเยอรมัน (DIN: 1978) ซึ่งมีจำนวนของการวัดรวม 56 รายการ

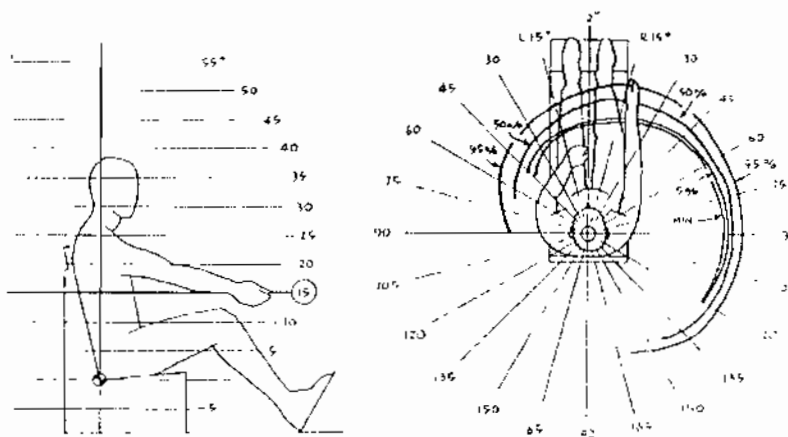
1.4 มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขแห่งสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีจำนวนของการวัดรวม 15 รายการ ดังภาพที่ 2-1 แสดงให้เห็นตัวอย่างสัดส่วนต่างๆ ของร่างกายคนอเมริกัน (Helander, 1995)

1.5 มาตรฐานของ Pheasant ซึ่งมีจำนวนของการวัดรวม 36 รายการ



ภาพที่ 2-1 สัดส่วนร่างกายของคนอเมริกันขณะอยู่นิ่งกับที่ (Helander, 1995)

2. การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์เมื่อมีการเคลื่อนที่ (Dynamic Characteristic) เป็นการวัดขอบเขตและเส้นทางการเคลื่อนที่ของร่างกายมนุษย์ ภาพที่ 2-2 แสดงให้เห็นสัดส่วนร่างกายเมื่อมีการเคลื่อนที่ เช่น มุมของศีรษะ ขอบเขตของการจับกำค้ำันบังคับในระนาบหนึ่ง เมื่อมือและแขนเคลื่อนที่ไปรอบๆ ลำตัว เป็นต้น



ภาพที่ 2-2 สัดส่วนร่างกายของมนุษย์เมื่อมีการเคลื่อนที่ (Helander, 1995)

ซึ่งในทางทฤษฎีแล้ว ต้องการข้อมูลทั้ง 2 ประเภท ทั้งข้อมูลสถิติและพลวัต เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การออกแบบ ปรับปรุงสถานที่ทำงาน เครื่องมือและผลิตภัณฑ์ ให้เหมาะสมกับผู้ใช้ (User-centered-design) ผู้ใช้จะเป็นเป้าหมายในการออกแบบ

พื้นฐานของการนำเอาข้อมูลสมบัติทางกายภาพ และสัดส่วนร่างกายไปใช้ในการออกแบบ คือ การหามิติที่เหมาะสมสำหรับงานออกแบบ มีมิติ 2 ประเภท ที่จะนำไปใช้ในการออกแบบได้ นั่นคือ

มิติเพื่อ (Clearance Dimentions) หมายถึงการมีช่องว่างที่น้อยที่สุดระหว่างคนทำงานกับสถานงาน เช่นการควบคุม การใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องจักร ระยะเพื่อมีขึ้นได้โดยคนรูปร่างใหญ่จากกลุ่มประชากรที่เป็นผู้ใช้ เช่นขนาดประตูน่าจะได้มาจากมิติของผู้ใช้ที่มีรูปร่างที่ใหญ่ที่สุด

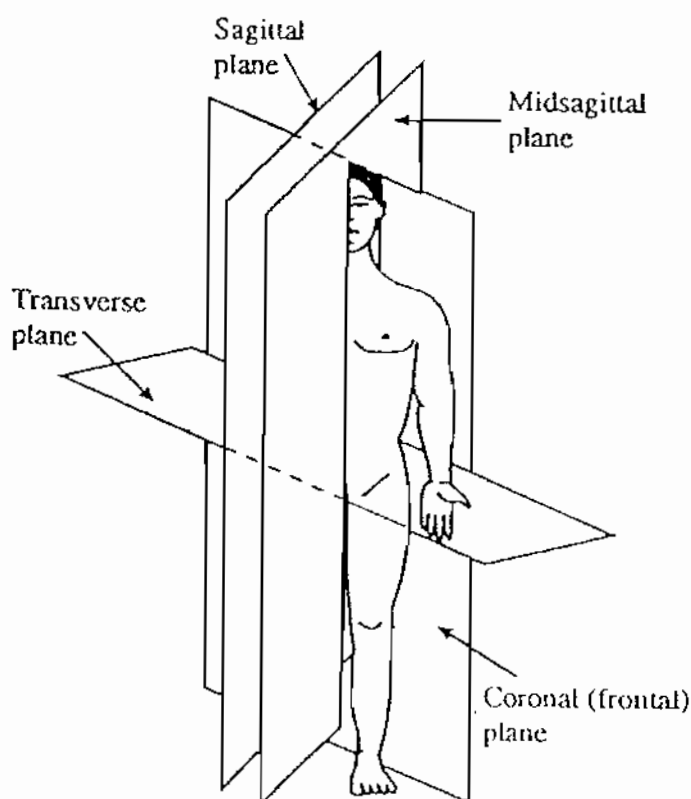
มิติเอื้อมถึง (Reach Dimentions) หมายถึงช่องว่างที่มากที่สุดที่ยอมได้สำหรับคนที่จะควบคุมเครื่องจักร ได้มาจากมิติที่น้อยที่สุดในกลุ่มผู้ใช้ เช่น ความสูงของคันโยกได้มาจากคนที่เล็กที่สุด

ปัญหาความยากลำบากในการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายขณะเคลื่อนไหวทำงาน ได้มีการเสนอแนวคิดที่ทำให้นำเอาค่าข้อมูลที่ได้จากการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายขณะอยู่นิ่ง มาแปลงเป็นค่าข้อมูลขนาดสัดส่วนของร่างกายขณะเคลื่อนไหว แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีหลักเกณฑ์ที่ถูกต้องแน่นอน

2.4 การกำหนดระนาบและจุดอ้างอิงในการวัดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์

Smith and Tayyari (1997) ได้สรุปว่าระนาบอ้างอิงที่ใช้หลักการทางกายวิภาคมาทำการกำหนดระนาบต่างๆ บนร่างกาย มีอยู่ทั้งหมด 3 ระนาบ ดังแสดงในภาพที่ 2-3 โดยระนาบต่างๆ มีชื่อเรียกเฉพาะ ดังนี้

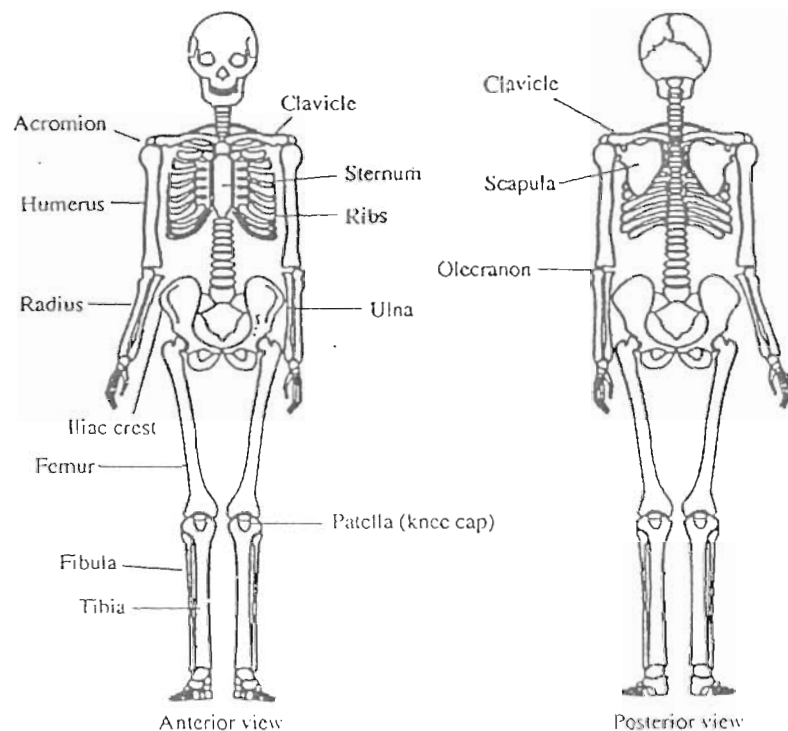
1. ระนาบในแนวตั้งที่แบ่งร่างกายออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านซ้ายและด้านขวา เรียกว่า ระนาบ Sagittal Plane และถ้าระนาบ Sagittal Plane แบ่งร่างกายด้านซ้ายและด้านขวาเท่ากัน จะเรียกว่า ระนาบ Midsagittal Plane
2. ระนาบในแนวตั้งที่แบ่งร่างกายออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านหน้าและด้านหลัง เรียกว่า ระนาบ Coronal Plane
3. ระนาบในแนวระดับที่แบ่งร่างกายเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนล่างและส่วนบน เรียกว่า ระนาบ Transverse Plane



ภาพที่ 2-3 ระนาบบนร่างกายเพื่อใช้ในการวัดสัดส่วน (Tayyari and Smith, 1997)

นริศ (2543) ให้ความเห็นว่านอกจากจะมีการกำหนดระนาบต่างๆ เพื่อใช้ในการอ้างอิง ยังจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ทำการศึกษานาตศาสตร์ส่วนร่างกายต้องเข้าใจถึงการให้จุดอ้างอิงบนร่างกาย

นักการยศาสตร์ ส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการกำหนดจุดอ้างอิงบนร่างกายโดยอาศัยระบบโครงสร้างของกระดูก เพื่อใช้ในการวัดค่าสัดส่วนต่างๆ ภาพที่ 2-4 แสดงให้เห็นตำแหน่งทางกายวิภาคของกระดูกที่ใช้ในการอ้างอิงเพื่อหาขนาดสัดส่วนร่างกาย จุดอ้างอิงที่กำหนดขึ้นมาเป็นตำแหน่งของกระดูกที่ผู้วัดสามารถมองเห็นหรือสังเกตได้ง่าย เพื่อความสะดวกในการวัดสัดส่วนร่างกาย



ภาพที่ 2-4 ตำแหน่งทางกายวิภาคที่ใช้เพื่อการวัดสัดส่วนร่างกาย (Smith and Tayyari, 1997)

2.5 การหาขนาดสัดส่วนของร่างกาย (Measurement of Body Form)

Roebuck and Kroemer (1973) ได้สรุปว่าวิธีการในการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์นั้นสามารถที่จะทำได้ 2 แบบใหญ่ๆ คือ

2.5.1 วิธีการวัดโดยตรง (Direct Method)

เป็นการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายโดยใช้ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ทำการวัดโดยตรงกับร่างกาย ได้แก่ การวัดขนาดความยาวของร่างกาย เส้นรอบวง การวัดพื้นผิว รวมไปถึงการวัดขนาดของมุมต่างๆ ของร่างกายด้วย การวัดโดยตรงสามารถที่จะแยกเป็นประเภทได้ดังนี้

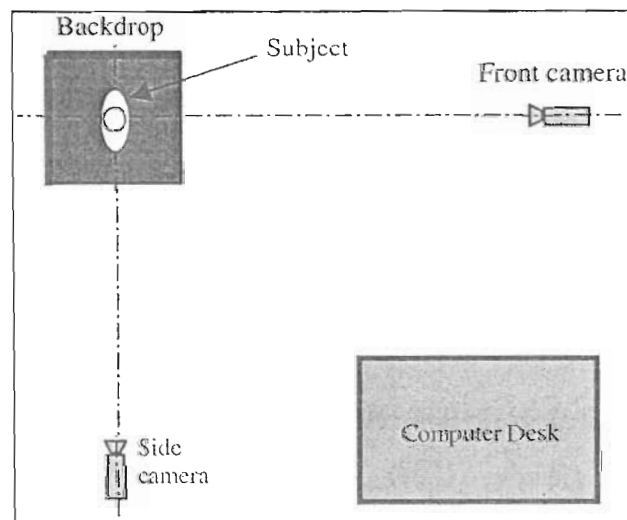
2.5.1.1 การวัดขนาดเชิงเส้น (Linear Dimension) จะเป็นการวัดระยะทางระหว่างจุด 2 จุด บนร่างกาย โดยทั่วไปแล้ว จะรวมไปถึงการวัดความกว้างของส่วนต่างๆ บนร่างกายด้วย เช่น การวัดความยาวของแขนและขา ความสูงและความลึกของร่างกาย และรวมไปถึงการวัดความสูงของจุดกำหนดบนร่างกายด้วย เช่น ความสูงจากพื้นจนถึงระดับดวงตา เป็นต้น

2.5.1.2 การวัดขนาดเส้นรอบวง (Circumferential Dimensions) ในส่วนของการวัดขนาดเส้นรอบวงจะประกอบด้วยการวัดขนาดของพื้นผิวของร่างกายระหว่างจุด 2 จุด หรือวัดรอบและหมุนกลับมาถึงจุดเดิม เครื่องมือที่ใช้ในการวัดจะต้องมีขนาดที่พอดีและได้ถูกออกแบบมาเป็นพิเศษ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดของการวัดขนาดเส้นรอบวงของร่างกาย คือ การใช้สายวัดวัดขนาดของร่างกาย

2.5.1.3 การวัดตำแหน่งและพื้นผิว (Position in Space and Body Coutours) เป็นวิธีการวัดขนาดและสัดส่วนของร่างกายที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น โดยทั่วไปแล้วยังมีขนาดของร่างกายบางส่วนที่ไม่สามารถหาค่าออกมาในรูปของตัวเลขที่แน่นอนได้

2.5.2 วิธีการถ่ายภาพ (Photographic Method)

เป็นวิธีการในการวัดขนาดของร่างกาย ที่ต้องใช้เวลานานในการวัดขนาดของร่างกายเป็นอย่างมาก อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดจากการวัดได้ โดยทั่วไปแล้ววิธีการหาขนาดของร่างกายด้วยวิธีการถ่ายภาพ จะนำมาใช้ก็ต่อเมื่อต้องการที่จะลดเวลาในการวัดขนาดลงกับจำนวนของตัวอย่างที่ไม่มากนัก และได้มีการระมัดระวังข้อผิดพลาดอันเนื่องมาจากการเหลื่อมของขนาดจากการถ่ายภาพไว้ก่อนแล้ว ดังแสดงในภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 แสดงการจัดเตรียมตำแหน่งการถ่ายภาพ (Pierre and Shi, 2000)

2.5.2.1 การใช้ฉากหลังที่เป็นตารางในการถ่ายภาพ (Background Grid Techningues) วิธีการซึ่งเป็นพื้นบานในการถ่ายภาพเพื่อวัดขนาดสัดส่วนของร่างกาย คือการนำวัตถุหรือชิ้นส่วนที่ต้องการวัดมาจัดวางไว้ด้านหน้าของฉากหลังที่เป็นตาราง (Background Grid) วิธีการนี้เป็น วิธีการที่สร้างปัญหาในเรื่องของขนาดที่ผิดพลาดจากความเป็นจริง

2.5.2.2 ระบบการถ่ายภาพแบบสะท้อนกระจก (Photometric Camera System) เป็นระบบที่ได้รับการพัฒนามาจากระบบถ่ายภาพดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ระบบนี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์อื่นได้แก่ กระจก แฟรช และกล้องถ่ายภาพ ที่สามารถถ่ายภาพระยะไกลได้ภายในพื้นที่เล็ก โดยวิธีการนี้จะสามารถที่จะให้กระจกสะท้อนภาพของวัตถุ ในด้านต่างๆ ทั้งด้านหน้า ด้านข้าง ด้านหลังและด้านบน ทำให้สามารถถ่ายภาพทุกด้านได้พร้อมกันภายในภาพเดียว

2.5.2.3 ระบบการถ่ายภาพแบบสามมุมมอง (Andrometric Camera System) ระบบนี้ ได้ถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้กับการวัดขนาดร่างกายของนักบินบนที่นั่งนักบิน อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ก็ยังสมารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆ ได้โดยวิธีจะใช้กล้องถ่ายภาพ ที่สามารถถ่ายได้ในเวลาเดียวกัน 2 หรือ 3 ภาพอยู่ในตำแหน่งต่างๆ โดยระยะห่างกล้องถึงวัตถุจะต้องเท่ากันทุกตัว การวัดจุดกำหนดบนร่างกายทำโดยดูจากรูปถ่ายที่ได้จากกล้องทุกตัวและหาขนาดตามแกน x, y และ z

2.6 การออกแบบเชิงการยศาสตร์

สุทธิ (2540) กล่าวว่า การออกแบบเชิงการยศาสตร์มีอยู่ 3 ลักษณะที่นักการยศาสตร์จะได้นำข้อมูลสมบัติทางกายภาพและสัดส่วนร่างกายไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ เพื่อกลุ่มประชากรเฉพาะแห่ง

2.6.1 การออกแบบสำหรับค่าเฉลี่ย (Design for Average Individual)

เป็นการใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่ากลาง คือค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของประชากรมาใช้ในการออกแบบ การออกแบบลักษณะนี้เป็นหลักการที่นิยมใช้กัน เนื่องจากสะดวกและง่ายต่อการออกแบบ ช่วยลดความยุ่งยากสลับซับซ้อนทางเทคนิคลงโดยเพียงนำค่าเฉลี่ยของข้อมูลมาใช้เท่านั้นเอง การออกแบบลักษณะนี้นิยมใช้ในงานออกแบบที่ไม่วิกฤต (Non Critical Design) การออกแบบวิธีนี้อาจใช้กับอาคารสถานที่สาธารณะ เช่น การออกแบบสถานที่สาธารณะต่างๆ เช่น ความสูงของเคาน์เตอร์สำหรับประชาชนที่มา ติดต่อกับหน่วยงานราชการ แก้อื้อนั่งในสวนสาธารณะ ที่นั่งรถบัส และที่อื่นที่ต้องใช้กลุ่มประชากรหลากหลายจำนวนมาก เป็นต้น

2.6.2 การออกแบบเพื่อค่าสูงสุดหรือต่ำสุด (Design for Extreme Value)

เป็นการใช้ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด คือค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 หรือ 95 หรือใช้ข้อมูลที่มีค่าต่ำสุด คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 หรือ 10 สำหรับการออกแบบสิ่งของ ผลิตภัณฑ์ เพื่อคนส่วนใหญ่ทั่วไป การออกแบบเพื่อค่าสูงสุดหรือต่ำสุดนี้เป็นการออกแบบเพื่อครอบคลุมกลุ่มผู้ใช้ประชากรเกือบทั้งหมด ซึ่งต้องมีการเข้าใจกลุ่มประชากรที่จะใช้เป็นอย่างดี เราสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทที่สำคัญ คือ

2.6.2.1 ความต้องการระยะเคลื่อนผ่านสะดวก (Clearance Requirement)

ต้องใช้ข้อมูลที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์สูงๆ มาใช้ในการออกแบบเช่นค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของผู้ชายตัวอย่างการออกแบบเช่น ความสูงของประตูทางเข้าออก ความกว้างของอุโมงค์หลบภัย หรือการกำหนดน้ำหนัที่ปลอดภัยสำหรับการออกแบบอุปกรณ์รองรับน้ำหนักตัว เป็นต้น

2.6.2.2 ความต้องการระยะเอื้อมถึง (Reach Requirement)

ต้องใช้ข้อมูลที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่ำๆ มาใช้ในการออกแบบเช่น ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของผู้หญิง วิธีนี้เป็นการคำนึงขนาดและน้ำหนักตัวของประชากรที่มีขนาดเล็กเป็นหลัก ตัวอย่างการออกแบบเช่น ความสูงของชั้นวางของ ระยะในการควบคุมแผงควบคุม ตำแหน่งคันบังคับ หรือการกำหนดแรงที่ใช้ในการควบคุมคันบังคับ เป็นต้น

2.6.3 การออกแบบเพื่อให้ปรับเปลี่ยนค่าได้ (Design for Adjustable Range)

เป็นการใช้ข้อมูลที่เป็นช่วงปรับเปลี่ยนค่าได้ คือช่วงของค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ไปจนถึงค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หลักการนี้เป็นการออกแบบอุปกรณ์ สถานที่ทำงาน และอื่นๆ ที่ตอบสนองและเข้ากันได้กับขนาดของร่างกายที่แตกต่างกันไปของตัวผู้ปฏิบัติงาน การออกแบบวิธีนี้จะให้ครอบคลุมกลุ่มประชากร 90% การปรับเปลี่ยนช่วง (Range) นี้สามารถที่จะทำได้โดยอาจจะให้แคบลงหรือใหญ่ขึ้น แล้วแต่ผลิตภัณฑ์ ลักษณะงานหรือการใช้งานและต้นทุน เช่น การออกแบบเก้าอี้นั่งขยับรถยนต์ เป็นต้น

2.7 การนำเสนอข้อมูลขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ไปใช้ในงานวิศวกรรม

สุทธี (2540) ปัญหาส่วนใหญ่ด้านการยศาสตร์ที่พบส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับความไม่พอดีระหว่างสถานีงานและตัวของคนงาน เป็นผลให้เกิดสภาพการทำงานที่ไม่ถูกต้องด้วยหลักการยศาสตร์ ทำให้คนงานเกิดภาวะไม่สบายในการทำงาน ความเมื่อยล้า ความเครียด และอาจจะกระทบถึงความทนทานต่อการทำงานที่ลดลงอีกด้วย

ในการเลือกเอาข้อมูลขนาดสัดส่วนของร่างกายไปใช้เพื่อการออกแบบสิ่งของ หรือผลิตภัณฑ์ใดๆ หรือเพื่อเหตุผลอื่นใดก็ตาม ข้อมูลตัวนั้นควรจะเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดที่จะเป็นผู้ใช้สิ่งที่ได้รับการออกแบบนั้นๆ สำหรับหลักการออกแบบเพื่อให้รับกับสัดส่วนขนาดของร่างกายมนุษย์นั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

2.7.1 การออกแบบเพื่อประชากรทั่วไป (People at Large) คือประชาชนทั่วๆ ไปไม่จำกัดเพศ จำกัดวัย ฯลฯ

2.7.2 การออกแบบเพื่อกลุ่มคนเฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง (Specific Group of People) เช่น กลุ่มผู้หญิงทำงาน กลุ่มเด็กวัยรุ่น กลุ่มคนพิการ กลุ่มนักศึกษา ฯลฯ

2.8 การใช้ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและมิติร่างกายในการออกแบบ

สุทธี (2540) ขั้นตอนการใช้ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและมิติของร่างกายเพื่อการออกแบบที่จะทำให้เหมาะสมกับเครื่องมือ อุปกรณ์ หรืออุปกรณ์สำนักงานต่างได้มีดังนี้

2.8.1 ต้องกำหนดให้ได้ว่าประชากรกลุ่มใดจะเป็นผู้ใช้เครื่องมือเหล่านั้น

2.8.2 เลือกอัตราส่วนของกลุ่มประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมายที่จะเป็นผู้ใช้ (90% หรือ 95%)

2.8.3 กำหนดเลือกมิติที่สำคัญในการออกแบบ (เช่น ความสูงของตาจากพื้นขณะนั่ง เป็นต้น) ต่อไปจะต้องพิจารณาระยะเอื้อม หรือระยะเฝือ

2.8.4 เมื่อได้กลุ่มประชากรที่ต้องการ ช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ต้องการ สามารถหามิติที่ลำดับเปอร์เซ็นต์ไทล์โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.8.5 พิจารณาความหนาของเสื้อผ้าที่คาดว่าจะสวมใส่ในการทำงาน (เช่น เสื้อผ้าฤดูร้อน เสื้อผ้าฤดูหนาว ถุงมือ เสื้อคลุม และอื่นๆ) และกำหนดระยะเฝือตามที่คาดคะเนไว้

เมื่อเป็นการออกแบบสำหรับผู้ใช้ทั้งสองเพศ ขณะที่ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและมิติสัดส่วนของร่างกายทั้งสองเพศยังไม่มี ให้ใช้ข้อมูลกลุ่มประชากรที่มีขนาดใหญ่กว่า (ชาย) กำหนดมิติเฝือและใช้ข้อมูลกลุ่มประชากรที่มีขนาดเล็กกว่า(หญิง) กำหนดมิติเอื้อมถึง

2.9 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.9.1 ค่ามัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean)

ริตาเดียว (2544) ค่ามัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือค่าที่เกิดจากการนำข้อมูลทั้งหมดมารวมเข้าด้วยกันแล้วหารด้วยจำนวนหน่วยข้อมูลทั้งหมด กำหนดให้ $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ เป็นข้อมูล N ตัว จากคำจำกัดความของตัวกลางเลขคณิต จะได้ว่า

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N}$$

ซึ่งเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทนตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทนผลรวมทั้งหมดของข้อมูล

N แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

หรือเขียนได้ว่า

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad (2-1)$$

2.9.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือค่าที่ใช้ในการวัดการกระจายของข้อมูล ได้จากรากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างกำลังสองระหว่างค่าของข้อมูลแต่ละค่ากึ่งกลาง และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเป็นตัวแทนที่จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าจากการสังเกตของชุดนั้นๆ

ถ้า $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ แทนตัวอย่างสุ่มขนาด n

S แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

เขียนสมการได้ว่า

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2-2)$$

2.9.3 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile)

ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ คือ ค่าที่บอกตำแหน่งหรือลำดับของข้อมูลใดๆ ชุดหนึ่ง ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์จะคล้ายกับค่ามัธยฐานเพียงแต่ข้อมูลถูกแบ่งออกเป็นหลายส่วนมากขึ้น วิธีการในการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ทำได้โดยการแบ่งข้อมูลออกเป็น 100 ส่วนเท่าๆ กัน

โดยเรียงข้อมูลจากค่าน้อยไปหามาก ค่าที่แบ่งข้อมูลออกเป็น 100 ส่วนจะมีอยู่ 99 ค่า คือ $P_1, P_2, P_3, \dots, P_{98}, P_{99}$

วิธีการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ คือ

$$P_r = (N + 1) \frac{(r)}{100} \quad (2-3)$$

เมื่อ P_r = ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ r คือค่าที่มีจำนวนข้อมูลซึ่งมีค่าน้อยกว่า P_r อยู่ r ใน 100 ส่วน

$r = 1, 2, 3, 4, \dots, 88, 99$

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.9.4 ค่ามาตรฐาน (Z: Standard Value)

ค่ามาตรฐาน คือ ค่าที่บอกให้ทราบว่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลนั้นเป็นกี่เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$Z = \frac{(X - \bar{X})}{S} \quad (2-4)$$

เมื่อ Z = ค่ามาตรฐาน

X = ค่าของมูลตัวที่ต้องการทำเป็นค่ามาตรฐาน

S = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.9.5 การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

การแจกแจงปกติหรือการกระจายแบบปกติ เป็นการแจกแจงความถี่ของข้อมูลเป็นกราฟเส้นโค้งที่มีลักษณะรูประฆังคว่ำ เราเรียกว่า เส้นโค้งปกติ (Normal Curve) แนวความคิดเกี่ยวกับการแจกแจงปกตินี้มีบทบาทต่อวิชาวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย ในแง่ที่ใช้อธิบายถึงการสุ่มหาข้อผิดพลาดในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ ซึ่งถ้าตัวแปรสุ่ม (Random Variables) หรือข้อมูลที่ได้จากการวัดมีการกระจายหรือแจกแจงแบบปกติ ประชากรก็อาจจะถูกอธิบายในเชิงของค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้เรายังสามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Pr) ได้จากเส้นโค้งปกติ โดยดูจากพื้นที่ใต้โค้งปกติ และดูจากค่า Z ความสัมพันธ์ระหว่าง X , Pr และ Z เป็นดังนี้

$$Pr = \bar{X} + SZ \quad (2-5)$$

แต่ในความเป็นจริงแล้ว ข้อมูลทางด้านขนาดสัดส่วนร่างกายนั้นไม่จำเป็นต้องมีการกระจายแบบปกติเสมอไป แต่เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการคำนวณ เราจึงมักจะสมมติหรืออ้างว่าข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์นั้นมีการกระจายแบบปกติ

2.9.6 การประมาณแบบช่วง

การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบช่วงมักอยู่ในภาพ $a < \theta < b$ ซึ่งทั้ง a และ b ขึ้นอยู่กับตัวประมาณค่า θ ของพารามิเตอร์ θ และการแจกแจงความน่าจะเป็นของ θ เมื่อสุ่มตัวอย่างมาชุดหนึ่ง สามารถสร้างช่วง (a, b) ได้ช่วงหนึ่งโดยกำหนดเปอร์เซ็นต์ของความเชื่อมั่น $(1-\alpha)$ 100% และเรียกช่วงที่สร้างขึ้นว่าเป็น ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)$ 100% (Confidence Interval)

2.9.6.1 ช่วงความเชื่อมั่นสำหรับค่าเฉลี่ย

ก) ช่วงความเชื่อมั่นสำหรับค่าเฉลี่ยประชากร μ ; ทราบค่า σ^2

ถ้า $\bar{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสุ่มขนาด n จากประชากรปกติหรือประชากรใดๆ โดยใช้ $n \geq 30$ ซึ่งทราบค่าความแปรปรวน σ^2 แล้วช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)$ 100% ของ μ คือ

$$\bar{X} - Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2-6)$$

ข) ช่วงความเชื่อมั่นสำหรับค่าเฉลี่ยประชากร μ ; ไม่ทราบค่า σ^2

แต่ $n \geq 30$

ถ้า $\bar{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสุ่มขนาด n โดยที่ $n \geq 30$ จากประชากรที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวน แล้วช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ ของ μ คือ

$$\bar{X} - Z_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + Z_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (2-7)$$

ค) ช่วงความเชื่อมั่นสำหรับค่าเฉลี่ยประชากร μ ; ไม่ทราบค่า σ^2

และ $n < 30$

ถ้า $\bar{X}$ และ S เป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างสุ่มขนาด n โดยที่ $n < 30$ ซึ่งสุ่มมาจากประชากรปกติ หรือประมาณได้ด้วยการแจกแจงปกติ ที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวน แล้วช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ ของ μ คือ

$$\bar{X} - t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (2-8)$$

เมื่อ $t_{\alpha/2}$ คือค่า t ที่มีระดับชั้นความเสรี $d.f = n-1$

2.9.6.2 การประมาณค่าของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรสองชุด

ถ้าตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกันทั้ง 2 ชุด สุ่มจากประชากรปกติ หรือถ้าไม่แน่ใจว่าประชากรมีการแจกแจงปกติก็ให้ใช้ขนาดตัวอย่างทั้ง n_1 และ n_2 มากกว่าหรือเท่ากับ 30 แล้ว สามารถสร้างช่วงความเชื่อมั่นของ $\mu_1 - \mu_2$ ได้โดยอาศัยการแจกแจงความน่าจะเป็นของสถิติ $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$

ก) ช่วงความเชื่อมั่นของ $\mu_1 - \mu_2$; ทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 แต่ n_1 และ $n_2 \geq 30$

ถ้า $\bar{X}_1$ และ $\bar{X}_2$ เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสุ่มอิสระสองชุดที่มีขนาด n_1 และ n_2 มาจากประชากรสองกลุ่มที่ทราบค่าความแปรปรวน σ_1^2 และ σ_2^2 ตามลำดับ ดังนั้นช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ ของ $\mu_1 - \mu_2$ คือ

$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}} \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) + Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}} \quad (2-9)$$

ในกรณีที่ไมทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 และขนาดของตัวอย่างทั้ง n_1 และ $n_2 \geq 30$ สามารถใช้ S_1^2 ประมาณค่า σ_1^2 และ S_2^2 ประมาณค่า σ_2^2 ได้ผลดี โดยแทบจะไม่มีผลกระทบต่อการช่วงความเชื่อมั่น

ข) ช่วงความเชื่อมั่นของ $\mu_1 - \mu_2$; ไม่ทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 ทั้ง n_1 และ $n_2 \geq 30$

ถ้าตัวอย่างสุ่มอิสระสองชุดที่มีขนาด n_1 และ n_2 มีค่าเฉลี่ยเป็น $\bar{X}_1$ และ $\bar{X}_2$ และ มีค่าความแปรปรวนเป็น S_1^2 และ S_2^2 ตามลำดับ สุ่มจากประชากรสองกลุ่มที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวนโดยที่ทั้ง n_1 และ $n_2 \geq 30$ จะได้ว่าช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha) 100\%$ ของ $\mu_1 - \mu_2$ คือ

$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) + Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \quad (2-10)$$

ค) ช่วงความเชื่อมั่นของ $\mu_1 - \mu_2$; $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ โดยที่ n_1 และ $n_2 < 30$

ถ้า $\bar{X}_1$ และ $\bar{X}_2$ เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสุ่มอิสระสองชุดที่มีขนาด n_1 และ $n_2 < 30$ ซึ่งสุ่มมาจากประชากรปกติ ซึ่งทั้งสองประชากรนั้นไม่ทราบค่าความแปรปรวน σ_1^2 และ σ_2^2 แต่ทราบว่า σ_1^2 และ σ_2^2 ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha) 100\%$ ของ $\mu_1 - \mu_2$ คือ

$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - t_{\alpha/2} S_P \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) + t_{\alpha/2} S_P \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \quad (2-11)$$

$$S_P^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (2-12)$$

เมื่อ S_P คือค่าประมาณรวม (Pooled Estimate) ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากร

$t_{\alpha/2}$ คือค่าที่มีระดับขั้นความเสรี d.f = $n_1 + n_2 - 2$

ง) ในกรณีที่ไมทราบ σ_1^2 และ σ_2^2 และทราบว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ โดยที่ n_1 และ $n_2 < 30$

ถ้า $\bar{X}_1$, $\bar{X}_2$, S_1^2 และ S_2^2 คือค่าเฉลี่ยตัวอย่างและความแปรปรวนตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างมาจากสองประชากรที่มีการแจกแจงปกติด้วยขนาด n_1 และ n_2 ตามลำดับ โดยที่ n_1 และ $n_2 < 30$ ซึ่งทั้งสองประชากรนั้นไม่ทราบค่าความแปรปรวน σ_1^2 และ σ_2^2 แต่ทราบว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)$ 100% ของ $\mu_1 - \mu_2$ คือ

$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - t_{\alpha/2} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) + t_{\alpha/2} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \quad (2-13)$$

$t_{\alpha/2}$ คือค่าที่มีระดับชั้นความเสรี d.f. ที่ให้พื้นที่ทางด้านขวามือทั้งหมดเป็น $\frac{\alpha}{2}$ โดยที่

$$d.f. = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{(S_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(S_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}} \quad (2-14)$$

2.9.7 การทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐาน เป็นอนุমানเชิงสถิติอีกวิธีหนึ่งนอกเหนือจากวิธีการประมาณค่าสมมติฐานสถิติ (Statistical Hypothesis) คือข้อสมมติหรือข้อความที่เกี่ยวข้องกับประชากรชุดเดียวหรือมากกว่า ซึ่งอาจเป็นจริงหรือไม่ก็ได้

การกำหนดสมมติฐานที่เกี่ยวกับพารามิเตอร์ของประชากรที่สนใจโดยที่สมมติฐาน ในทางสถิติจะต้องประกอบอยู่ด้วยกัน 2 สมมติฐานคือ

1. สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis) สัญลักษณ์ที่ใช้คือ H_0 เป็นข้อความที่มีความหมายที่ต้องการปฏิเสธ
2. สมมติฐานแย้ง (Alternative Hypothesis) สัญลักษณ์ที่ใช้คือ H_1 เป็นข้อความที่มีความหมายที่ต้องการจะยอมรับ หรือโดยมากแล้วเป็นข้อความที่มีความหมายที่คาดหวังว่าผลการวิจัยน่าจะเป็นเช่นนั้น

ในการตัดสินใจจากผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ อาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้เมื่อปฏิเสธ H_0 โดยที่ H_0 เป็นจริง การตัดสินใจดังกล่าวเป็นการกระทำความผิดพลาดประเภท

I หรือเมื่อ ยอมรับ H_0 เมื่อ H_0 ไม่เป็นจริง การตัดสินใจดังกล่าวเป็นการกระทำความผิดพลาดประเภท II ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนแบบที่ I จะแทนด้วย α ซึ่งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระดับนัยสำคัญ (Level of Significance)

การทดสอบด้านเดียวและการทดสอบสองด้าน (One-sided and Two-sided Tests)

1. การทดสอบด้านเดียว หมายถึง การทดสอบสมมติฐานใดๆ ที่ H_1 มีด้านเดียว บางครั้งเรียกว่าการทดสอบหางเดียว (One-tailed Test) เช่น

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

ซึ่งบริเวณวิกฤตจะอยู่ที่ปลายทางด้านขวามือทั้งหมดของการแจกแจงด้วยขนาด α หรืออาจเป็น

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

ซึ่งบริเวณวิกฤตจะอยู่ที่ปลายทางด้านซ้ายมือทั้งหมดของการแจกแจงด้วยขนาด α สัญลักษณ์สมการใน H_1 เป็นตัวชี้ทิศทาง หรือตำแหน่งที่บริเวณวิกฤตอยู่

2. การทดสอบสองด้าน หมายถึง การทดสอบสมมติฐานใดๆ ที่ H_1 มีสองด้าน บางครั้งเรียกว่า การทดสอบสองหาง (Two-tailed Test) เช่น

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

ซึ่งบริเวณวิกฤตจะอยู่ที่ปลายหางทั้งสองข้างของการแจกแจงด้วยขนาดข้างละ $\alpha/2$ เท่ากัน สมมติฐานหลัก H_0 มักจะสร้างขึ้นมาให้เป็นค่าเชิงเดียว เพื่อให้สามารถควบคุมค่า α ได้

2.9.7.1 การทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรปกติสองกลุ่ม

ขั้นตอนของการทดสอบสมมติฐาน

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \text{ก) } \sigma_1^2 < \sigma_2^2$$

$$\text{ข) } \sigma_1^2 > \sigma_2^2$$

$$\text{ค) } \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

ระดับนัยสำคัญ : α

$$\text{ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ : } F = \frac{S_1^2 \sigma_2^2}{S_2^2 \sigma_1^2}$$

ภายใต้ H_0 จึงแทนค่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ลงไป จะได้

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (2-15)$$

มีการแจกแจงเอฟที่มี $df_1 = n_1 - 1$ และ $df_2 = n_2 - 1$ ทั้งนี้ประชากรต้องมีการแจกแจงปกติ

บริเวณวิกฤต : ก) $F < f_{1-\alpha}$

ข) $F > f_\alpha$

ค) $F < f_{1-\alpha/2}$ และ $F > f_{\alpha/2}$

คำนวณค่า : $f = \frac{S_1^2}{S_2^2}$

การสรุปผล จะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า f ที่คำนวณได้ตกในบริเวณวิกฤต นอกจากนั้นยอมรับ H_0

2.9.7.2 การทดสอบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่ม แบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1: ทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2

ขั้นตอนของการทดสอบสมมติฐานมีดังนี้

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0$$

$$H_1 : \quad \text{ก) } \mu_1 - \mu_2 > d_0$$

$$\quad \text{ข) } \mu_1 - \mu_2 < d_0$$

$$\quad \text{ค) } \mu_1 - \mu_2 \neq d_0$$

ระดับนัยสำคัญ : α

$$\text{ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ : } Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

บริเวณวิกฤต : ก) $Z > z_\alpha$

ข) $Z < -z_\alpha$

ค) $Z < -z_{\alpha/2}$ และ $Z > z_{\alpha/2}$

คำนวณค่า z โดยใช้ข้อมูลของตัวอย่างสุ่ม

$$z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \quad (2-16)$$

การสรุปผล จะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า z ที่คำนวณได้ตกในบริเวณวิกฤต นอกจากนั้นยอมรับ H_0

กรณีที่ 2: ไม่ทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 แต่ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

ขั้นตอนของการทดสอบสมมติฐานมีดังนี้

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0$$

$$H_1 : \text{ก) } \mu_1 - \mu_2 > d_0$$

$$\text{ข) } \mu_1 - \mu_2 < d_0$$

$$\text{ค) } \mu_1 - \mu_2 \neq d_0$$

ระดับนัยสำคัญ : α

$$\text{ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ : } T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

มีการแจกแจงที่ ที่มี d.f. = $n_1 + n_2 - 2$

และ S_p^2 ดังสมการที่ (2-13)

บริเวณวิกฤต : ก) $T > t_\alpha$

$$\text{ข) } T < -t_\alpha$$

$$\text{ค) } T < -t_{\alpha/2} \text{ และ } T > t_{\alpha/2}$$

คำนวณค่า t โดยใช้ข้อมูลของตัวอย่างสุ่ม

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (2-17)$$

การสรุปผล จะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า t ที่คำนวณได้ตกในบริเวณวิกฤต นอกจากนั้นยอมรับ H_0

กรณีที่ 3: ไม่ทราบค่า σ_1^2 และ σ_2^2 แต่ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

ขั้นตอนของการทดสอบสมมติฐานมีดังนี้

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0$$

$$H_1 : \text{ก) } \mu_1 - \mu_2 > d_0$$

$$\text{ข) } \mu_1 - \mu_2 < d_0$$

$$\text{ค) } \mu_1 - \mu_2 \neq d_0$$

ระดับนัยสำคัญ : α

$$\text{ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ : } T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

มีการแจกแจงที ที่มี d.f. ดังสมการที่ (2-15)

บริเวณวิกฤต : ก) $T > t_{\alpha}$

ข) $T < -t_{\alpha}$

ค) $T < -t_{\alpha/2}$ และ $T > t_{\alpha/2}$

คำนวณค่า t โดยใช้ข้อมูลของตัวอย่างสุ่ม

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (2-18)$$

การสรุปผล จะปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า t ที่คำนวณได้ตกในบริเวณวิกฤต นอกจากนั้นยอมรับ H_0

2.9.8 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงปริมาณกับข้อมูลเชิงกลุ่ม

Montgomery (1997) การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงปริมาณกับข้อมูลเชิงกลุ่ม หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) โดย ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ และปัจจัยจะต้องเป็น ตัวแปรเชิงกลุ่ม เช่น ความสูง ซึ่งค่าความสูงนี้เป็นตัวแปรเชิงปริมาณที่ขึ้นอยู่กับช่วงอายุ จึงเรียกค่าความสูงนี้เป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) ส่วนเพศเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) สำหรับงานวิจัยนี้จะเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวคือ การทดสอบ ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรที่ได้รับปัจจัยที่ต่างกันตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป โดยมี ข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน หลังจากทำการตรวจสอบแล้วทำการ วิเคราะห์ความแปรปรวนแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแล้วขั้นตอน ต่อไปเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้สถิติ F ในการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยข้อมูลในแต่ละ กลุ่มนั้นมีความแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานของการทดสอบ

H_0 : ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างมีอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

ขั้นตอนการคำนวณ

ทำได้โดยการสร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งประกอบไปด้วยค่าสถิติต่างๆ ซึ่ง สามารถแสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียวดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว

Source	df	SS	MS	F
Between Group	k-1	$\sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - C.F$	$\frac{SSB}{k-1}$	$\frac{MSB}{MSW}$
Within Group	N-k	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i}$	$\frac{SSW}{N-k}$	
Total	N-1	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - C.F$		

เมื่อ Source: Source of variation

Df: Degree of freedom

SS: Sum of squares

MS: Mean squares

F: F Statistics

การสรุปผล

1. กรณีที่ $F_{test} \geq F(\alpha, k-1, N-k)$

จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$

และยอมรับสมมติฐานรอง $H_1: \mu_i \neq \mu_j; i \neq j$ และ $i, j = 1, 2, 3, \dots, k$

2. กรณีที่ $F_{test} < F(\alpha, k-1, N-k)$

จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$

และยอมรับสมมติฐานรอง $H_1: \mu_i \neq \mu_j; i \neq j$ และ $i, j = 1, 2, 3, \dots, k$

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Pheasant (1982) ศึกษานิสัยส่วนตัวร่างกายของชาวอังกฤษทั้งผู้หญิง 5,167 คน และผู้ชาย 4,719 คน ที่มีอายุระหว่าง 16-64 ปี จำนวน 50 สัตว์สวน จุดประสงค์ของการศึกษานี้ในครั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลออกแบบพื้นที่ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพในปัจจุบัน เนื่องจากข้อมูลที่มีอยู่นั้นเป็นข้อมูลที่ค่อนข้างเก่า จึงไม่เหมาะสมกับการออกแบบการทำงานในปัจจุบัน

Kamal and Samuel (2001) ได้สำรวจขนาดร่างกายของผู้สูงอายุประเทศออสเตรเลียในเมืองซิดนีย์ ที่อายุ 65 ปีขึ้นไป เป็นผู้ชาย 33 คนและผู้หญิง 138 คน ศึกษานิสัยส่วนตัวเป็นจำนวน

23 สัดส่วน โดยเสนอค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบน (CV) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ โดยสรุปหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนที่ต่างกันของประชากรผู้สูงอายุ เพื่อออกแบบอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่ใช้ในชีวิตประจำวันที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ การศึกษาในครั้งนี้ยังได้นำข้อมูลไปเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ

Emilia (1998) ได้ทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุหญิงชาวโปแลนด์ ที่อายุ 60 ปีขึ้นไป เป็นจำนวน 106 คน โดยทำการวัดร่างกายเป็นจำนวน 33 สัดส่วน จุดประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลสัดส่วนจากการวัดของประชากรผู้สูงอายุหญิง เป็นข้อมูลพื้นฐานไปใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ที่เป็นความต้องการระยะเอื้อมถึง เช่น เสื้อผ้าสำหรับกลุ่มอายุนี้ ซึ่งต้องการใช้ค่าข้อมูลขนาดร่างกายที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์น้อยๆ คือ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของผู้หญิงในการออกแบบ โดยกำหนดเป็นค่าการวัดพื้นฐานของงานวิจัยนี้

National Institute of Bioscience and Human-Technology (1996) สํารวจและวัดขนาดสัดส่วนร่างกายประชากรชายญี่ปุ่นอายุ 18-29 ปี 251 สัดส่วน จำนวน 203 คน หญิงญี่ปุ่นอายุ 18-29 ปี 253 สัดส่วน จำนวน 217 คน ผู้สูงอายุชาย อายุมากกว่า 60 ปี 251 สัดส่วน จำนวน 46 คน ผู้สูงอายุหญิง อายุมากกว่า 60 ปี 253 สัดส่วน จำนวน 49 คน โดยเสนอค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์

2.9.2 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย

ประไพ (2530) ได้วัดขนาดร่างกายของประชากรไทยจำนวน 2,008 ตัวอย่าง อายุ 15-88 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร และท้องถิ่นชนบท 7 แห่ง เพื่อนำมาหาดัชนีลักษณะ ชายหญิง (Masculinity-femininity Indices) โดยการเปรียบเทียบช่วงไหล่และช่วงเชิงกราน และดัชนีแทนเนอร์ ผลปรากฏว่าดัชนีแทนเนอร์มีความแตกต่างระหว่างเพศมากกว่า จึงสามารถจำแนกลักษณะชายหญิงได้ดีกว่าส่วนดัชนีความยาวต่อความสูงในผู้ใหญ่ไทย ซึ่งแสดงถึงสัดส่วนของการเจริญเติบโต ด้านความยาวของร่างกายส่วนต่างๆ ได้แก่ ดัชนีความยาวลำตัวต่อความสูงของเพศชาย เพศหญิง ร้อยละ 53.2(± 1.5), 53.5(± 1.5) ตามลำดับ และดัชนีช่วงแขนต่อความสูงของเพศชาย เพศหญิง ร้อยละ 102.3(± 2.3), 101(± 2.4) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงดัชนีกล้ามเนื้อโดยวัดที่กล้ามเนื้อต้นแขน ในเพศชาย 25(± 2) เซนติเมตร และเพศหญิง 22(± 2) เซนติเมตร

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2544) สํารวจและวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทย ระยะที่ 3 (2543-2544) ได้ทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายเด็กหญิงไทยอายุ 1-16 ปี 128 สัดส่วน จำนวน 3,821 คน เด็กชายไทย อายุ 1-16 ปี 121 สัดส่วน จำนวน 2,233 คน หญิงไทย อายุ 17-49 ปี 142 สัดส่วน จำนวน 4,525 คน และชายไทย อายุ 17-49 ปี 144 สัดส่วน จำนวน 4,301 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อมูลโครงสร้างร่างกาย คนไทยที่ต้องใกล้เคียงกับสภาวะปัจจุบัน เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการกำหนดมาตรฐานขนาด และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับร่างกาย และเพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับผลการสำรวจในระยะเวลาที่ผ่านมา

ชัยวัฒน์ (2545) ได้ทำการวัดสัดส่วนร่างกายของนักศึกษาชาย ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 36 สัดส่วน โดยใช้โปรแกรม 2D Anthropometer จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน มีค่าเฉลี่ยของอายุ ส่วนสูง และน้ำหนักเป็น $20.9(\pm 1.7)$ ปี $168.6(\pm 6.2)$ ซม. และ $65.4(\pm 7.6)$ กก. ตามลำดับ โดยการศึกษาครั้งนี้ยังได้วัดระยะ L1 และ L5 กับตัวอย่างจำนวน 50 คน ได้ค่าเฉลี่ยเป็น $29.9(\pm 3.2)$ ซม. และ $16.6(\pm 2.6)$ ซม. ตามลำดับ จากนั้นได้ทำการเปรียบเทียบกับงานวิจัยภายในประเทศ พบว่า ชายไทยมีแนวโน้มขนาดร่างกายโตกว่าในอดีต และได้ทำการเปรียบเทียบกับงานวิจัยต่างประเทศ ได้แก่ ชายอังกฤษ อิหร่าน และอินเดียได้ พบว่า ขนาดร่างกายของชายไทยมีขนาดเล็กกว่าเกือบทุกสัดส่วน

อนันต์ (2546) ได้ทำการวัดสัดส่วนร่างกายของคนงานไทยในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา อุตสาหกรรมเหล็ก และอุตสาหกรรมทอผ้า โดยแยกเป็นอุตสาหกรรมละ 40 คน จำนวน 38 สัดส่วน จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน มีค่าเฉลี่ยของอายุ ส่วนสูง และน้ำหนักเป็น $27.5(\pm 7.86)$ ปี $165.90(\pm 6.62)$ ซม. และ $61.60(\pm 12.71)$ กก. ตามลำดับ และได้นำเสนอผลการวิเคราะห์โดยใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 จากนั้นได้ทำการเปรียบเทียบกับงานวิจัยภายในประเทศ พบว่า พบว่าความสูงในขณะยืนมีแนวโน้มที่สูงเมื่อเทียบกับสถาบันความปลอดภัยในการทำงานและ ดร.กิตติ อินทรานนท์ ยกเว้นสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน และได้ทำการเปรียบเทียบกับงานวิจัยต่างประเทศ ได้แก่ อินเดียได้ และนอร์เวย์ พบว่า ขนาดร่างกายของชายไทยในอุตสาหกรรมมีขนาดเล็กกว่าชายอินเดียได้และชายนอร์เวย์ทุกสัดส่วนร่างกายอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ศรวิรินทร์ (2546) การวัดสัดส่วนร่างกายเบื้องต้นของหญิงไทยในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ จำนวน 36 สัดส่วน จากตัวอย่างการสุ่มคนงานหญิงที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา อุตสาหกรรมเหล็ก และอุตสาหกรรมทอผ้า จำนวน 200 คน มีค่าเฉลี่ยของอายุ ส่วนสูง และน้ำหนักเป็น $31.04(\pm 7.80)$ ปี $156.88(\pm 6.39)$ เซนติเมตร และ $54.41(\pm 9.04)$ กิโลกรัม ตามลำดับ ผลการวัดแต่ละขนาดได้แสดงค่าเฉลี่ยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 จากนั้นได้ทำการเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยอื่นภายในประเทศพบว่า หญิงไทยมีแนวโน้มขนาดร่างกายโตขึ้นกว่าในอดีตอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เปรียบเทียบกับงานวิจัยต่างประเทศ ได้แก่ เกาหลีและอียิปต์ พบว่าขนาดร่างกายของหญิงไทยในอุตสาหกรรมมีขนาดเล็กกว่าหญิงเกาหลีและอียิปต์เกือบทุกสัดส่วน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ ทำการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานขนาดร่างกายของผู้สูงอายุไทยในอนาคต แล้วยังเป็นการเผยแพร่ให้แก่ผู้สนใจ และเกี่ยวข้องในการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันสำหรับผู้สูงอายุ หรืออาจจะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในสถานสงเคราะห์หรือบ้านพักคนชรา เช่น โต๊ะ เก้าอี้ อุปกรณ์ช่วยเดิน (Walker) ไม้เท้า ชั้นวางของ เพื่อลดปัญหาความไม่เหมาะสมในการทำงานและพอดีกับขนาดสัดส่วนร่างกาย ซึ่งได้ดำเนินการศึกษาสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ อาสาสมัครผู้สูงอายุจากบ้านพักผู้สูงอายุบางแค บ้านพักผู้สูงอายุบางละมุง เป็นผู้สูงอายุที่ช่วงอายุ 60-79 ปี โดย The Expert Committee of the World Health Organization แนะนำให้แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นช่วงอายุละ 10 ปี (De Onis and Habicht, 1996) มีจำนวนผู้ชาย 200 คน ผู้หญิง 200 คน ซึ่งคำนวณหาจากดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3-1)$$

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่างที่ต้องการหา

N = จำนวนของประชากรในที่นี้คือ จำนวนผู้สูงอายุไทย 5,969,030 คน

e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง กำหนดให้ $e = 5\%$

กำหนดว่าอาสาสมัครต้องเป็นบุคคลที่มีคุณสมบัติดังนี้

1. มีสัญชาติไทย
2. มีร่างกายปกติ ไม่พิการทางกายภาพ (พระราชบัญญัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ, 2537)
3. ไม่เคยมีประวัติการผ่าตัดทำให้สัดส่วนร่างกายผิดไป

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

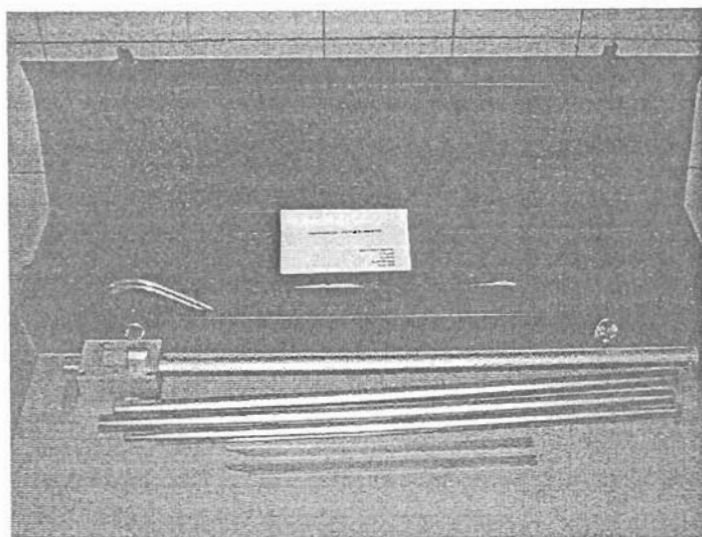
3.2.1 Harpenden Antropometer ดังแสดงในภาพที่ 3-1

3.2.2 เก้าอี้ปรับระดับ ดังแสดงในภาพที่ 3-2

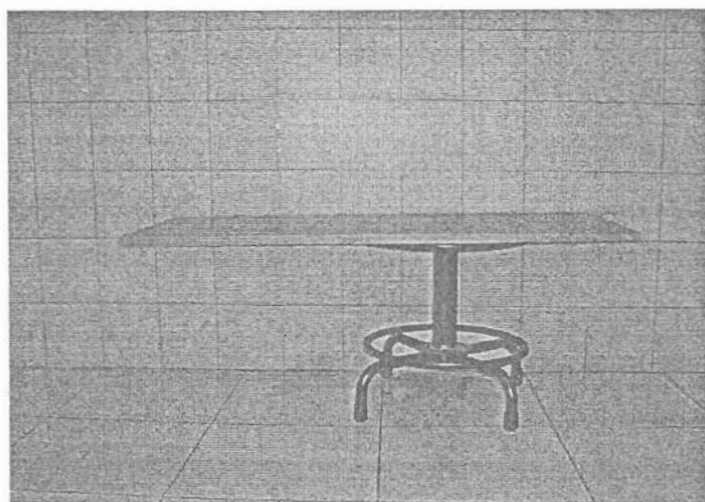
3.2.3 ฉากอ้างอิงในการวัด ดังแสดงในภาพที่ 3-2

3.2.4 เครื่องคอมพิวเตอร์

3.2.5 โปรแกรม MINITAB version 13



ภาพที่ 3-1 แสดงเครื่องมือ Harpenden Anthropometer



ภาพที่ 3-2 แสดงเก้าอี้ปรับระดับความสูงและฉากอ้างอิงในการวัด

3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.3.1 ศึกษาการใช้เครื่องมือวัด Harpenden Anthropometer อย่างละเอียด โดยเครื่องมือสามารถแยกชิ้นส่วนตามความยาวของสัดส่วนที่ทำการวัดได้ เครื่องมือสามารถอ่านค่าได้ทันทีจากหน้าปัด ก่อนทำการวัดต้องปรับตัวเลขบนหน้าปัดให้เป็นมาตรฐานที่เลข 00049

3.3.2 จัดทำแบบฟอร์มบันทึกวัดสัดส่วนที่ต้องการวัดทั้ง 36 สัดส่วน (ภาคผนวก ก) โดยสัดส่วนที่วัดอ้างอิงมาจากของ Pheasant จำนวน 36 สัดส่วน และแสดงตัวอย่างบันทึกข้อมูลดิบในภาคผนวก ก

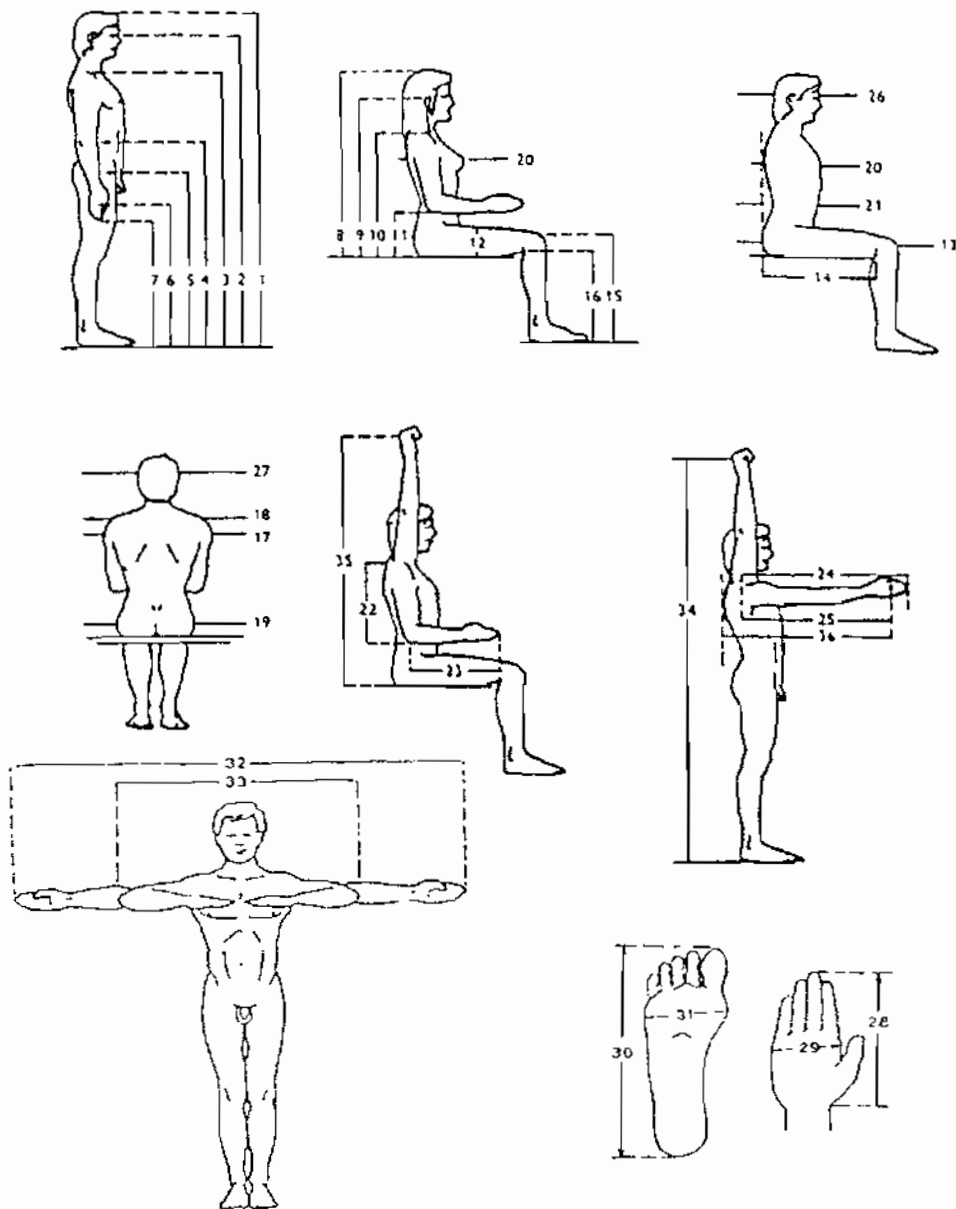
3.3.3 จัดทำเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับความสูงได้ตามสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ

3.3.4 ศึกษาท่าทางการวัดที่เป็นมาตรฐานของ Pheasant อย่างละเอียด เช่น ท่าทางของผู้ถูกวัดขณะทำการวัดจุดอ้างอิงที่ใช้ในการวัดสัดส่วน เป็นต้น

3.3.5 ทำการทดสอบวัดกลุ่มตัวอย่างก่อนที่จะไปทำการเก็บข้อมูล โดยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญทางด้านกระดูกและโครงสร้างมนุษย์ (นักกายภาพบำบัด โรงพยาบาลกลาง) มาทำการกำหนดตำแหน่ง (ภาคผนวก ข) และเป็นผู้ทำการวัดสัดส่วนร่างกายทั้ง 36 สัดส่วน เพื่อให้การวัดสัดส่วนร่างกายที่ถูกต้อง แม่นยำ

3.3.6 ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติท่าทางการวัดขนาดตามมาตรฐานการวัดสัดส่วนร่างกายของ Pheasant ทั้งหมด 10 ท่าทาง ดังแสดงในภาพที่ 3-3

3.3.7 ทำการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุและบันทึกข้อมูล โดยใช้เครื่องมือ Harpenden Anthropometer และ Vernier วัดสัดส่วนที่ 1 ถึง 36 และรายละเอียดในการวัดสัดส่วนร่างกายทั้ง 36 สัดส่วน ซึ่งแสดงในภาคผนวก ค



ภาพที่ 3-3 แสดงท่าทางการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายตามมาตรฐาน (Pheasant, 1986)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดจะนำไปวิเคราะห์ทางสถิติด้วยเครื่องมือคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab Version 13 ดังต่อไปนี้คือ

1. หาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5, 95 ของขนาดร่างกายทุกสัดส่วนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และจำแนกตามเพศ
2. ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชายและหญิง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย โดยใช้ Harpenden Anthropometer ในการวัดสัดส่วนและแบบบันทึกการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากอาสาสมัครผู้สูงอายุจำนวน 400 คน และนำข้อมูลมาทำการประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab Version 13 ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ในแต่ละตอนเป็นดังนี้

- 4.1 ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครผู้สูงอายุไทย
- 4.2 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย
- 4.3 ผลลัพธ์การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเพศของผู้สูงอายุกับสัดส่วนร่างกายทั้งหมด
- 4.4 ผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบขนาดร่างกายของผู้สูงอายุไทยที่ได้จากงานวิจัยนี้ กับผลการวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

4.1 ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครผู้สูงอายุไทย

จากการดำเนินการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ ที่บ้านพักผู้สูงอายุบ้านบางแค บ้านพักผู้สูงอายุบ้านบางละมุง ผู้สูงอายุอาสาสมัครทั้งหมดเป็นคนปกติ ไม่พิการทางกายภาพ จำนวนผู้ชาย 200 คน ผู้หญิง 200 คน ทำการวัดสัดส่วนร่างกายจำนวน 36 สัดส่วน ผู้สูงอายุชายที่อายุเฉลี่ย 69.6 (± 5.3) ปี มีค่าส่วนสูงเฉลี่ย 159.7 (± 7.6) ซม. ผู้สูงอายุหญิงที่อายุเฉลี่ย 70.2 (± 5.8) ปี มีค่าส่วนสูงเฉลี่ย 148.2 (± 5.8) ซม. ซึ่งแสดงถึงความถี่ของกลุ่มตัวอย่างดังตารางที่ 4-1 และ 4-2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-1 แสดงความถี่และร้อยละตามช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุชายไทย

ช่วงอายุ (ปี)	ความถี่	ร้อยละ
60-69	100	50
70-79	100	50
รวม	200	100.0

จากตารางที่ 4-1 กลุ่มอาสาสมัครผู้สูงอายุชายที่ทำการวัดขนาดในช่วงอายุ 60-69 ปี จำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ต่อมาอยู่ในช่วงอายุ 70-79 ปี จำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 50

ตารางที่ 4-2 แสดงความถี่และร้อยละตามช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุหญิงไทย

ช่วงอายุ (ปี)	ความถี่	ร้อยละ
60-69	100	50
70-79	100	50
รวม	200	100.0

จากตารางที่ 4-2 กลุ่มอาสาสมัครผู้สูงอายุหญิงที่ทำการวัดขนาดในช่วงอายุ 60-69 ปี จำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ต่อมาอยู่ในช่วงอายุ 70-79 ปี จำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 50

4.2 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย

ผลการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุจำนวน 400 คน โดยวัดขนาดสัดส่วนร่างกายจำนวน 36 สัดส่วน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 โดยนำเสนอข้อมูลเป็นตารางแสดงสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย (ชายและหญิง) ผู้สูงอายุชาย ผู้สูงอายุหญิง ดังแสดงในตารางที่ 4-3, 4-4 และ 4-5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 ค่าสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

สัดส่วนร่างกาย	Mean	SD	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่		CV (%)
			5	95	
1. Stature	154	8.9	139.3	168.6	5.8
2. Eye height	142.6	8.2	129.1	156.1	5.8
3. Shoulder height	126	7.9	113.1	139	6.3
4. Elbow height	97	6.7	86	108	6.9
5. Hip height	76.4	4.3	69.3	83.5	5.6
6. Knuckle height	65.2	4.8	57.3	73.2	7.4
7. Fingertip height	56	4.2	49	62.9	7.5
8. Sitting height	80.9	4.9	72.9	88.9	6.1
9. Sitting eye height	70.7	5	62.5	78.8	7.1
10. Sitting shoulder height	53.2	4.2	46.3	60.1	7.9
11. Sitting elbow height	21	3.1	15.9	26	14.8

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

สัดส่วนร่างกาย	Mean	SD	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่		CV (%)
			5	95	
12. Thigh thickness	12.7	1.5	10.2	15.2	11.8
13. Buttock-knee length	51.8	2.9	47	56.6	5.6
14. Buttock-popliteal length	43.3	3	38.4	48.1	6.9
15. Knee-height	46.9	2.9	42.2	51.7	6.2
16. Popliteal height	37.3	2.5	33.3	41.4	6.7
17. Shoulder breadth (bideloid)	41	3.2	35.8	46.3	7.8
18. Shoulder breadth (biacromial)	35.8	2.6	31.5	40.1	7.3
19. Hip breadth	35.9	3.2	30.6	41.2	8.9
20. Chest depth	23.4	3.2	18.2	28.7	13.7
21. Abdominal depth	24.9	4.2	18.1	31.8	16.9
22. Shoulder-elbow length	32.1	2	28.8	35.4	6.2
23. Elbow-fingertip length	43.7	2.7	39.2	48.2	6.2
24. Upper limb length	65.6	4.9	57.5	73.7	7.5
25. Shoulder-grip length	56.6	4.5	49.2	64	8.0
26. Head length	17.8	0.8	16.5	19.1	4.5
27. Head breadth	15.5	0.7	14.3	16.6	4.5
28. Hand length	16.8	1.6	14.2	19.4	9.5
29. Hand breadth	7.4	0.6	6.5	8.4	8.1
30. Foot length	23.6	1.7	20.8	26.4	7.2
31. Foot breadth	9.6	0.8	8.3	10.8	8.3
32. Span	156.8	10.4	139.7	174	6.6
33. Elbow span	79.7	5.7	70.3	89	7.2
34. Vertical grip reach (standing)	186.2	11.2	167.7	204.6	6.0
35. Vertical grip reach (sitting)	113.8	7.8	101	126.6	6.9
36. Forward grip reach	76.1	5.5	67.1	85.1	7.2

ตารางที่ 4-4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95

ค่าสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชาย
(หน่วยเป็นเซนติเมตร)

สัดส่วนร่างกาย	Mean	SD	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่		CV (%)
			5	95	
1. Stature	159.7	7.6	147.2	172.3	4.8
2. Eye height	147.7	7.5	135.4	160	5.1
3. Shoulder height	131.1	6.8	119.9	142.2	5.2
4. Elbow height	101	6.1	90.9	111.1	6
5. Hip height	78	4.2	71.1	84.8	5.4
6. Knuckle height	67.6	4.4	60.5	74.8	6.5
7. Fingertip height	58.1	3.9	51.7	64.5	6.7
8. Sitting height	83.9	4.2	77	90.7	5
9. Sitting eye height	73.6	4.3	66.5	80.7	5.8
10. Sitting shoulder height	55.4	3.5	49.8	61.1	6.3
11. Sitting elbow height	21.9	3.2	16.6	27.2	14.6
12. Thigh thickness	13	1.5	10.5	15.5	11.5
13. Buttock-knee length	52.5	2.9	47.8	57.2	5.5
14. Buttock-popliteal length	43.8	3.1	38.7	48.8	7.1
15. Knee-height	48.5	2.6	44.2	52.8	5.4
16. Popliteal height	38.8	2.2	35.2	42.4	5.7
17. Shoulder breadth (bideltoid)	42	2.8	37.4	46.6	6.7
18. Shoulder breadth (biacromial)	37.4	2.2	33.8	41.1	5.9
19. Hip breadth	35.6	3.3	30.2	41.1	9.3
20. Chest depth	21.8	2.1	18.4	25.2	9.6
21. Abdominal depth	23.2	3.7	17.2	29.3	15.9
22. Shoulder-elbow length	33.1	1.7	30.4	35.9	5.1
23. Elbow-fingertip length	45.1	2.4	41.2	49	5.3
24. Upper limb length	68.1	4.2	61.1	75.1	6.2
25. Shoulder-grip length	58.9	4	52.4	65.5	6.8
26. Head length	17.9	0.7	16.7	19.1	3.9
27. Head breadth	15.5	0.7	14.4	16.7	4.5
28. Hand length	17.4	1.1	15.6	19.2	6.3

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

สัดส่วนร่างกาย	Mean	SD	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่		CV (%)
			5	95	
29. Hand breadth	7.7	0.5	6.8	8.6	6.5
30. Foot length	24.3	1.8	21.4	27.3	7.4
31. Foot breadth	9.9	0.7	8.8	11.1	7.1
32. Span	163.3	9	148.6	178	5.5
33. Elbow span	82.8	5.2	74.2	91.3	6.3
34. Vertical grip reach (standing)	193.1	9.7	177.1	209	5
35. Vertical grip reach (sitting)	117.8	6.5	107	128.5	5.5
36. Forward grip reach	78.8	5.1	70.4	87.2	6.5

ตารางที่ 4-5 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95
ค่าสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุหญิง
(หน่วยเป็นเซนติเมตร)

สัดส่วนร่างกาย	Mean	SD	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่		CV (%)
			5	95	
1. Stature	148.2	5.8	138.6	157.8	3.9
2. Eye height	137.5	5.3	128.9	146.2	3.9
3. Shoulder height	121	5.2	112.4	129.7	4.3
4. Elbow height	93	4.4	85.8	100.2	4.7
5. Hip height	74.9	3.9	68.5	81.3	5.2
6. Knuckle height	62.9	4	56.3	69.4	6.4
7. Fingertip height	53.8	3.4	48.2	59.3	6.3
8. Sitting height	77.9	3.5	72.1	83.7	4.5
9. Sitting eye height	67.8	3.7	61.7	73.8	5.5
10. Sitting shoulder height	50.9	3.6	45.1	56.8	7.1
11. Sitting elbow height	20	2.5	15.9	24.2	12.5
12. Thigh thickness	12.4	1.5	10	14.8	12.1
13. Buttock-knee length	51.1	2.8	46.5	55.8	5.5
14. Buttock-popliteal length	42.8	2.8	38.2	47.3	6.5
15. Knee-height	45.4	2.2	41.7	49.1	4.8
16. Popliteal height	35.9	1.8	32.9	38.8	5

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สัดส่วนร่างกาย	Mean	SD	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่		CV (%)
			5	95	
17. Shoulder breadth (bideltoid)	40.1	3.3	34.6	45.5	8.2
18. Shoulder breadth (biacromial)	34.1	1.9	31	37.2	5.6
19. Hip breadth	36.2	3.1	31	41.3	8.6
20. Chest depth	25.1	3.3	19.7	30.6	13.1
21. Abdominal depth	26.6	3.9	20.2	33.1	14.7
22. Shoulder-elbow length	31	1.8	28.1	33.9	5.8
23. Elbow-fingertip length	42.3	2.3	38.5	46	5.4
24. Upper limb length	63.1	4.3	56.1	70.1	6.8
25. Shoulder-grip length	54.3	3.8	48.1	60.5	7
26. Head length	17.7	0.8	16.3	19.1	4.5
27. Head breadth	15.4	0.7	14.2	16.5	4.5
28. Hand length	16.1	1.7	13.3	19	10.6
29. Hand breadth	7.2	0.5	6.3	8	6.9
30. Foot length	22.9	1.2	20.9	25	5.2
31. Foot breadth	9.2	0.6	8.2	10.3	6.5
32. Span	150.4	7.4	138.2	162.5	4.9
33. Elbow span	76.6	4.3	69.6	83.6	5.6
34. Vertical grip reach (standing)	179.2	7.9	166.2	192.2	4.4
35. Vertical grip reach (sitting)	109.8	6.8	98.5	121.1	6.2
36. Forward grip reach	73.4	4.4	66.1	80.7	6

ตารางที่ 4-6 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95
ค่าสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบน ของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชาย
และหญิง (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

สัดส่วนร่างกาย	ผู้สูงอายุชาย				ผู้สูงอายุหญิง			
	Mean	SD	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่		Mean	SD	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่	
			5	95			5	95
1. Stature	159.7	7.6	147.2	172.3	148.2	5.8	138.6	157.8
2. Eye height	147.7	7.5	135.4	160	137.5	5.3	128.9	146.2
3. Shoulder height	131.1	6.8	119.9	142.2	121	5.2	112.4	129.7
4. Elbow height	101	6.1	90.9	111.1	93	4.4	85.8	100.2

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

สัดส่วนร่างกาย	ผู้สูงอายุชาย				ผู้สูงอายุหญิง			
	Mean	SD	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่		Mean	SD	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่	
			5	95			5	95
5. Hip height	78	4.2	71.1	84.8	74.9	3.9	68.5	81.3
6. Knuckle height	67.6	4.4	60.5	74.8	62.9	4	56.3	69.4
7. Fingertip height	58.1	3.9	51.7	64.5	53.8	3.4	48.2	59.3
8. Sitting height	83.9	4.2	77	90.7	77.9	3.5	72.1	83.7
9. Sitting eye height	73.6	4.3	66.5	80.7	67.8	3.7	61.7	73.8
10. Sitting shoulder height	55.4	3.5	49.8	61.1	50.9	3.6	45.1	56.8
11. Sitting elbow height	21.9	3.2	16.6	27.2	20	2.5	15.9	24.2
12. Thigh thickness	13	1.5	10.5	15.5	12.4	1.5	10	14.8
13. Buttock-knee length	52.5	2.9	47.8	57.2	51.1	2.8	46.5	55.8
14. Buttock-popliteal length	43.8	3.1	38.7	48.8	42.8	2.8	38.2	47.3
15. Knee-height	48.5	2.6	44.2	52.8	45.4	2.2	41.7	49.1
16. Popliteal height	38.8	2.2	35.2	42.4	35.9	1.8	32.9	38.8
17. Shoulder breadth (bideloid)	42	2.8	37.4	46.6	40.1	3.3	34.6	45.5
18. Shoulder breadth (biacromial)	37.4	2.2	33.8	41.1	34.1	1.9	31	37.2
19. Hip breadth	35.6	3.3	30.2	41.1	36.2	3.1	31	41.3
20. Chest depth	21.8	2.1	18.4	25.2	25.1	3.3	19.7	30.6
21. Abdominal depth	23.2	3.7	17.2	29.3	26.6	3.9	20.2	33.1
22. Shoulder-elbow length	33.1	1.7	30.4	35.9	31	1.8	28.1	33.9
23. Elbow-fingertip length	45.1	2.4	41.2	49	42.3	2.3	38.5	46
24. Upper limb length	68.1	4.2	61.1	75.1	63.1	4.3	56.1	70.1
25. Shoulder-grip length	58.9	4	52.4	65.5	54.3	3.8	48.1	60.5
26. Head length	17.9	0.7	16.7	19.1	17.7	0.8	16.3	19.1
27. Head breadth	15.5	0.7	14.4	16.7	15.4	0.7	14.2	16.5
28. Hand length	17.4	1.1	15.6	19.2	16.1	1.7	13.3	19
29. Hand breadth	7.7	0.5	6.8	8.6	7.2	0.5	6.3	8
30. Foot length	24.3	1.8	21.4	27.3	22.9	1.2	20.9	25
31. Foot breadth	9.9	0.7	8.8	11.1	9.2	0.6	8.2	10.3
32. Span	163.3	9	148.6	178	150.4	7.4	138.2	162.5
33. Elbow span	82.8	5.2	74.2	91.3	76.6	4.3	69.6	83.6
34. Vertical grip reach (standing)	193.1	9.7	177.1	209	179.2	7.9	166.2	192.2
35. Vertical grip reach (sitting)	117.8	6.5	107	128.5	109.8	6.8	98.5	121.1
36. Forward grip reach	78.8	5.1	70.4	87.2	73.4	4.4	66.1	80.7

4.3 ผลลัพธ์การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเพศของผู้สูงอายุกับสัดส่วนร่างกายทั้งหมด

การศึกษาการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย ปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ผู้วิจัยสนใจ ได้แก่ ปัจจัยเกี่ยวกับเพศ โดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละสัดส่วนร่างกายของชายและหญิงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ One-way ANOVA ผู้วิจัยจะทำการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

เมื่อ μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยขนาดสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุชาย

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยขนาดสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุหญิง

ทำการสรุปผล

ยอมรับ H_0 เมื่อ $P\text{-value} > 0.05$

ยอมรับ H_1 เมื่อ $P\text{-value} < 0.05$

ดังแสดงในตารางที่ 4-7 สรุปได้ว่าขนาดสัดส่วนของร่างกายผู้สูงอายุชายโตกว่าขนาดของร่างกายผู้สูงอายุหญิงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) 33 สัดส่วน มีเพียง 2 สัดส่วนที่ผู้สูงอายุหญิงโตกว่าผู้สูงอายุชายอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ได้แก่ สัดส่วนที่ 20 ความหนาหน้าอก (Chest Depth) และ 21 ความหนาช่องท้อง (Abdominal Depth) และมี 1 สัดส่วน ที่ขนาดสัดส่วนของผู้สูงอายุชายและหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ สัดส่วนที่ 19 ความกว้างสะโพก (Hip Breadth) โดยแสดงการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความแตกต่างของสัดส่วนต่างๆ ของผู้สูงอายุชายและหญิงไทย ด้วยวิธี One-way ANOVA ในภาคผนวก ง ทุกตาราง

ตารางที่ 4-7 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชายและหญิงไทย

สัดส่วนร่างกาย	ค่าสถิติ ทดสอบ F	ค่า Sig. (P)	Mean (cm.)	
			ชาย	หญิง
1. Stature	289.09	0.000*	159.7	148.2
2. Eye height	249.63	0.000*	147.7	137.5
3. Shoulder height	271.55	0.000*	131.1	121
4. Elbow height	225.8	0.000*	101	93
5. Hip height	58.35	0.000*	78	74.9
6. Knuckle height	130.86	0.000*	67.6	62.9
7. Fingertip height	143.79	0.000*	58.1	53.8
8. Sitting height	241.86	0.000*	83.9	77.9
9. Sitting eye height	210.96	0.000*	73.6	67.8
10. Sitting shoulder height	162.68	0.000*	55.4	50.9
11. Sitting elbow height	41.2	0.000*	21.9	20
12. Thigh thickness	19.73	0.000*	13	12.4
13. Buttock-knee length	22.73	0.000*	52.5	51.1
14. Buttock-popliteal length	11.02	0.000*	43.8	42.8
15. Knee-height	163.06	0.000*	48.5	45.4
16. Popliteal height	224.2	0.000*	38.8	35.9
17. Shoulder breadth (bideltoid)	40.57	0.000*	42	40.1
18. Shoulder breadth (biacromial)	256.01	0.000*	37.4	34.1
19. Hip breadth	2.8	0.095	35.6	36.2
20. Chest depth	145.13	0.000*	21.8	25.1
21. Abdominal depth	81.22	0.000*	23.2	26.6
22. Shoulder-elbow length	151.62	0.000*	33.1	31
23. Elbow-fingertip length	148.87	0.000*	45.1	42.3
24. Upper limb length	137.4	0.000*	68.1	63.1
25. Shoulder-grip length	144.44	0.000*	58.9	54.3
26. Head length	8.21	0.000*	17.9	17.7
27. Head breadth	7.01	0.008*	15.5	15.4
28. Hand length	81.09	0.000*	17.4	16.1
29. Hand breadth	93.67	0.000*	7.7	7.2
30. Foot length	82.24	0.000*	24.3	22.9

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

สัดส่วนร่างกาย	ค่าสถิติ ทดสอบ F	ค่า Sig. (P)	Mean (cm.)	
31. Foot breadth	106.55	0.000*	9.9	9.2
32. Span	248.12	0.000*	163.3	150.4
33. Elbow span	170.51	0.000*	82.8	76.6
34. Vertical grip reach (standing)	245.71	0.000*	193.1	179.2
35. Vertical grip reach (sitting)	142.6	0.000*	117.8	109.8
36. Forward grip reach	129.35	0.000*	78.8	73.4

หมายเหตุ: * หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.4 การเปรียบเทียบขนาดร่างกายของผู้สูงอายุไทยที่ได้จากงานวิจัยนี้กับผลการวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

โดยนำผลที่ได้จากการศึกษานี้มาเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยอื่นๆ โดยใช้วิธีการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธีการทดสอบ Z-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.3.1 เปรียบเทียบงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยภายในประเทศ

ทำการเปรียบเทียบการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชายไทย จำนวน 200 คน ที่อายุเฉลี่ย 69.6 (± 5.3) ปี กับขนาดสัดส่วนร่างกายของชายไทยในอุตสาหกรรม (อนันต์, 2003) จำนวน 200 คน ที่อายุเฉลี่ย 27.5 (± 7.86) ปี จำนวน 36 สัดส่วน แสดงดังตารางที่ 4-8 และทำการเปรียบเทียบการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุหญิงไทย จำนวน 200 คน ที่อายุเฉลี่ย 70.2 (± 5.8) ปี กับขนาดสัดส่วนร่างกายของหญิงไทยในอุตสาหกรรม (ศรีวรินทร์, 2003) จำนวน 200 คน ที่อายุเฉลี่ย 31.04 (± 7.80) ปี จำนวน 36 สัดส่วน แสดงดังตารางที่ 4-9 โดยนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัดส่วนต่างๆ ของแต่ละงานวิจัยมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Z-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

เมื่อ μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยขนาดสัดส่วนร่างกายที่ได้จากการศึกษาในงานวิจัยนี้

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยขนาดสัดส่วนร่างกายที่ได้จากการศึกษาในงานวิจัยอื่นที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบ

ทำการสรุปผล

ยอมรับ H_0 เมื่อ $-Z_{\alpha/2} < Z_{\text{คำนวณ}} < Z_{\alpha/2}$ ($-1.96 < Z_{\text{คำนวณ}} < 1.96$)

ยอมรับ H_1 เมื่อ $Z_{\text{คำนวณ}} < -Z_{\alpha/2}$ หรือ $Z_{\text{คำนวณ}} > Z_{\alpha/2}$ ($Z_{\text{คำนวณ}} < -1.96$ หรือ $Z_{\text{คำนวณ}} > 1.96$)

หมายเหตุ: * หมายถึงยอมรับ H_1

ตารางที่ 4-8 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัดส่วนร่างกายจำนวน 36 สัดส่วน
ได้จากการเปรียบเทียบของชายไทยในอุตสาหกรรม กับผู้สูงอายุชายไทย
ของงานวิจัยนี้ และผลการทดสอบแบบ Z-test

รายการสัดส่วน	ผู้สูงอายุชายไทย		ชายไทยในอุตสาหกรรม		ค่า z ที่ได้จากการคำนวณ	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
	จำนวน 200 คน		จำนวน 200 คน			
	MEAN	SD	MEAN	SD		
1. Stature	159.7	7.6	165.9	6.62	-7.80*	-6.2
2. Eye height	147.7	7.5	154.37	8.26	-7.39*	-6.67
3. Shoulder height	131.1	6.8	136.92	6.76	-7.59*	-5.82
4. Elbow height	101	6.1	104.52	7.06	-4.64*	-3.52
5. Hip height	78	4.2	81.41	4.92	-6.48*	-3.41
6. Knuckle height	67.6	4.4	70.8	3.82	-6.97*	-3.2
7. Fingertip height	58.1	3.9	62.53	3.7	-10.36*	-4.43
8. Sitting height	83.9	4.2	87.77	5.03	-7.24*	-3.87
9. Sitting eye height	73.6	4.3	76.49	3.83	-6.35*	-2.89
10. Sitting shoulder height	55.4	3.5	59.36	3.42	-10.14*	-3.96
11. Sitting elbow height	21.9	3.2	22.35	2.21	-1.51	-0.45
12. Thigh thickness	13	1.5	13.64	1.85	-3.28*	-0.64
13. Buttock-knee length	52.5	2.9	53.17	3.48	-1.81	-0.67
14. Buttock-popliteal length	43.8	3.1	45.27	2.88	-4.38*	-1.47
15. Knee-height	48.5	2.6	50.17	2.68	-5.57*	-1.67
16. Popliteal height	38.8	2.2	40.23	3.22	-4.41*	-1.43
17. Shoulder breadth (bideitoid)	42	2.8	43.96	3.15	-5.74*	-1.96
18. Shoulder breadth (biacromial)	37.4	2.2	34.92	1.9	10.83*	2.48
19. Hip breadth	35.6	3.3	34.77	3.07	2.32*	0.83
20. Chest depth	21.8	2.1	20.04	2.19	7.21*	1.76
21. Abdominal depth	23.2	3.7	21.14	3.32	5.24*	2.06
22. Shoulder-elbow length	33.1	1.7	35.25	1.89	-10.45*	-2.15
23. Elbow-fingertip length	45.1	2.4	45.89	3.89	-2.06*	-0.79
24. Upper limb length	68.1	4.2	98.8	6.99	-44.78*	-30.7

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

รายการสัดส่วน	ผู้สูงอายุชายไทย		ชายไทยในอุตสาหกรรม		ค่าที่ได้จาก การคำนวณ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
	จำนวน 200 คน		จำนวน 200 คน			
	MEAN	SD	MEAN	SD		
25. Shoulder-grip length	58.9	4	90.92	6.78	-48.32*	-32.02
26. Head length	17.9	0.7	18.49	0.91	-6.25*	-0.59
27. Head breadth	15.5	0.7	16.01	1.11	-4.64*	-0.51
28. Hand length	17.4	1.1	18.1	1	-5.95*	-0.7
29. Hand breadth	7.7	0.5	8.12	0.59	-6.67*	-0.42
30. Foot length	24.3	1.8	24.72	1.36	-2.40*	-0.42
31. Foot breadth	9.9	0.7	9.76	0.9	1.49	0.14
32. Span	163.3	9	171.13	7.78	-8.36*	-7.83
33. Elbow span	82.8	5.2	87	5.18	-7.15*	-4.2
34. Vertical grip reach (standing)	193.1	9.7	196.66	7.45	-3.74*	-3.56
35. Vertical grip reach (sitting)	117.8	6.5	120.75	5.41	-4.45*	-2.95
36. Forward grip reach	78.8	5.1	94.72	6.73	-22.89*	-15.92

หมายเหตุ: * หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4-8 เป็นผลจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสัดส่วนร่างกายจำนวน 36 สัดส่วน ของผู้สูงอายุชายไทยกับชายไทยในอุตสาหกรรม โดยใช้วิธีการทดสอบทางสถิติแบบ Z-test พบว่าค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกาย 33 สัดส่วน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าเฉลี่ยสัดส่วนร่างกายของคณงานชายไทยในอุตสาหกรรม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุชายไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) 29 สัดส่วน มีเพียง 4 สัดส่วนที่ผู้สูงอายุชายโตกว่าชายในอุตสาหกรรม ได้แก่ สัดส่วนที่ 18 ความกว้างไหล่ (อ้างอิงปุ่มหัวไหล่) (Shoulder breadth biacromial) 19. ความกว้างสะโพก (Hip breadth) 20 ความหนาหน้าอก (Chest depth) และ 21 ความหนาช่องท้อง (Abdominal depth) และมี 3 สัดส่วน มีค่าเฉลี่ยสัดส่วนร่างกายระหว่างผู้สูงอายุกับชายในอุตสาหกรรมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ สัดส่วนที่ 11 ความสูงระดับข้อศอกขณะนั่ง (Sitting elbow height) 13 ความยาวจากกันถึงหัวเข่า (Buttock-knee length) และ 31 ความกว้างของเท้า (Foot breadth)

ตารางที่ 4-9 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัดส่วนร่างกายจำนวน 36 สัดส่วน
 ได้จากการเปรียบเทียบของหญิงในอุตสาหกรรม กับผู้สูงอายุหญิงไทย
 ของงานวิจัยนี้ และผลการทดสอบแบบ Z-test

รายการสัดส่วน	ผู้สูงอายุหญิงไทย		หญิงไทยในอุตสาหกรรม		ค่า z ที่ได้จากการคำนวณ	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
	จำนวน 200 คน		จำนวน 200 คน			
	MEAN	SD	MEAN	SD		
1. Stature	148.2	5.8	156.88	6.39	-12.44*	-8.7
2. Eye height	137.5	5.3	145.22	6.11	-11.74*	-7.7
3. Shoulder height	121	5.2	129.19	5.52	-13.41*	-8.2
4. Elbow height	93	4.4	97.21	6.03	-6.82*	-4.2
5. Hip height	74.9	3.9	79.88	6.63	-7.69*	-5
6. Knuckle height	62.9	4	67.78	5.29	-8.93*	-4.9
7. Fingertip height	53.8	3.4	59.25	2.99	-15.25*	-5.5
8. Sitting height	77.9	3.5	85.89	13.45	-6.58*	-8
9. Sitting eye height	67.8	3.7	73.86	14.09	-4.76*	-6.1
10. Sitting shoulder height	50.9	3.6	56.4	2.61	-16.01*	-5.5
11. Sitting elbow height	20	2.5	23.9	10.74	-4.04*	-3.9
12. Thigh thickness	12.4	1.5	14.11	10.35	-1.86	-1.7
13. Buttock-knee length	51.1	2.8	51.75	3.64	-1.72	-0.6
14. Buttock-popliteal length	42.8	2.8	43.59	2.63	-2.59*	-0.8
15. Knee-height	45.4	2.2	47.23	2.57	-6.65*	-1.8
16. Popliteal height	35.9	1.8	36.24	1.9	-1.61	-0.3
17. Shoulder breadth (bideltoid)	40.1	3.3	41.04	3.12	-2.60*	-0.9
18. Shoulder breadth (biacromial)	34.1	1.9	31.57	2.43	9.99*	2.53
19. Hip breadth	36.2	3.1	35.85	4.31	0.8	0.35
20. Chest depth	25.1	3.3	20.79	3.06	12.07*	4.31
21. Abdominal depth	26.6	3.9	19.8	3.4	16.67*	6.8
22. Shoulder-elbow length	31	1.8	32.39	1.74	-6.96*	-1.4
23. Elbow-fingertip length	42.3	2.3	42.39	3.27	-0.27	-0.1
24. Upper limb length	63.1	4.3	92.46	6.94	-42.88*	-29
25. Shoulder-grip length	54.3	3.8	85.09	7.12	-45.00*	-31
26. Head length	17.7	0.8	17.66	1.16	0.34	0.04
27. Head breadth	15.4	0.7	15.18	0.65	2.90*	0.22
28. Hand length	16.1	1.7	16.56	1.04	-3.04*	-0.5
29. Hand breadth	7.2	0.5	7.59	4.74	-0.93	-0.4
30. Foot length	22.9	1.2	23.05	1.19	-1.11	-0.2

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

รายการสัดส่วน	ผู้สูงอายุหญิงไทย		หญิงไทยในอุตสาหกรรม		ค่า z ที่ได้จากการคำนวณ	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
	จำนวน 200 คน		จำนวน 200 คน			
	MEAN	SD	MEAN	SD		
31. Foot breadth	9.2	0.6	9.02	0.95	1.91	0.18
32. Span	150.4	7.4	156.41	12.59	-4.89*	-6
33. Elbow span	76.6	4.3	80.65	9.34	-4.60*	-4.1
34. Vertical grip reach (standing)	179.2	7.9	184.62	8.7	-5.70*	-5.4
35. Vertical grip reach (sitting)	109.8	6.8	114.16	8.61	-4.84*	-4.4
36. Forward grip reach	73.4	4.4	68	6.68	8.09*	5.4

หมายเหตุ: * หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4-9 เป็นผลจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสัดส่วนร่างกายจำนวน 36 สัดส่วน ของผู้สูงอายุหญิงไทยกับหญิงไทยในอุตสาหกรรม โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติแบบ Z-test พบว่าค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกาย 27 สัดส่วน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าเฉลี่ยสัดส่วนร่างกายของคณงานหญิงไทยในอุตสาหกรรม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุหญิงไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) 22 สัดส่วน มีเพียง 5 สัดส่วนที่ผู้สูงอายุหญิงไทยสูงกว่าคณงานหญิงในอุตสาหกรรม ได้แก่ สัดส่วนที่ 18 ความกว้างไหล่ (อ้างอิงปุ่มหัวไหล่) (Shoulder breadth biacromial) 20 ความหนาหน้าอก (Chest depth) 21 ความหนาช่องท้อง (Abdominal depth) 27 ความกว้างศีรษะ (Head breadth) 36 ระยะเอื้อมด้านหน้า (forward grip reach) และมี 9 สัดส่วนที่ขนาดเฉลี่ยสัดส่วนผู้สูงอายุหญิงไทยกับหญิงไทยในอุตสาหกรรมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ สัดส่วนที่ 12 ความหนาของต้นขา (Thigh thickness) 23 ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ (Elbow- fingertip length) 13 ความยาวจากกันถึงหัวเข่า (Buttock-knee length) 16 ความสูงของข้อพับเข่าขณะนั่ง (Popliteal height) 19 ความกว้างสะโพก (Hip breadth) 26 ความยาวศีรษะ (Head length) 29 ความกว้างของมือ (Hand breadth) 30 ความยาวของเท้า (Foot length) และ 31 ความกว้างของเท้า (Foot breadth)

4.3.2 เปรียบเทียบงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยต่างประเทศ

ทำการเปรียบเทียบการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชายไทย จำนวน 200 คน ที่อายุเฉลี่ย 69.6 (± 5.3) ปี กับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุชายออสเตรเลีย (Kamal and Samuel, 2001) จำนวน 33 คน ที่อายุเฉลี่ย 76 (± 7) ปี จำนวน 21 สัดส่วน ทำการเปรียบเทียบการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุหญิงไทย จำนวน 200 คน ที่อายุเฉลี่ย 70.2 (± 5.8) ปี กับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุหญิงออสเตรเลีย (Kamal and Samuel, 2001) จำนวน 138 คนที่อายุเฉลี่ย 77 (± 8) ปี จำนวน 21 สัดส่วน และเปรียบเทียบกับขนาด

สัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุหญิงโปแลนด์ (Emilia, 1998) จำนวน 106 คน ที่อายุเฉลี่ย 74.9 ปี จำนวน 17 สัดส่วน แสดงดังตารางที่ 4-10, 4-11 และ 4-12 ตามลำดับ โดยนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัดส่วนต่างๆ ของแต่ละงานวิจัยมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Z-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

เมื่อ μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยขนาดสัดส่วนร่างกายที่ได้จากการศึกษาในงานวิจัยนี้

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยขนาดสัดส่วนร่างกายที่ได้จากการศึกษาในงานวิจัยอื่นที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบ

ทำการสรุปผล

ยอมรับ H_0 เมื่อ $-Z_{\alpha/2} < Z_{\text{คำนวณ}} < Z_{\alpha/2}$ ($-1.96 < Z_{\text{คำนวณ}} < 1.96$)

ยอมรับ H_1 เมื่อ $Z_{\text{คำนวณ}} < -Z_{\alpha/2}$ หรือ $Z_{\text{คำนวณ}} > Z_{\alpha/2}$ ($Z_{\text{คำนวณ}} < -1.96$ หรือ $Z_{\text{คำนวณ}} > 1.96$)

หมายเหตุ: * หมายถึงยอมรับ H_1

ตารางที่ 4-10 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัดส่วนร่างกายจำนวน 21 สัดส่วน

(หน่วยเป็นเซนติเมตร) และการเปรียบเทียบของผู้สูงอายุชายออสเตรเลีย

กับผู้สูงอายุชายไทยของงานวิจัยนี้ และผลการทดสอบแบบ Z-test

รายการสัดส่วน	ผู้สูงอายุชายไทย		ผู้สูงอายุชายออสเตรเลีย		ค่า z ที่ได้จากการคำนวณ	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
	จำนวน 200 คน		จำนวน 33 คน			
	MEAN	SD	MEAN	SD		
1. Stature	159.7	7.6	165.8	7.9	-6.92*	-6.1
2. Eye height	147.7	7.5	153.2	7	-6.75*	-5.5
3. Shoulder height	131.1	6.8	138.5	7	-9.44*	-7.4
4. Elbow height	101	6.1	104.3	5	-5.34*	-3.3
5. Sitting height	83.9	4.2	84.3	5.6	-0.69	-0.4
6. Sitting eye height	73.6	4.3	72.9	4.6	1.38	0.7
7. Sitting shoulder height	55.4	3.5	58.7	3.7	-8.05*	-3.3
8. Sitting elbow height	21.9	3.2	23.2	3.5	-3.39*	-1.3
9. Elbow-fingertip length	45.1	2.4	42.2	3	9.21*	2.9
10. Knee-height	48.5	2.6	51.5	3.1	-9.09*	-3

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

รายการสัดส่วน	ผู้สูงอายุชาวไทย		ผู้สูงอายุชาวออสเตรเลีย		ค่าที่ได้จากการคำนวณ	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
	จำนวน 200 คน		จำนวน 33 คน			
	MEAN	SD	MEAN	SD		
11. Popliteal height	38.8	2.2	41.6	2.5	-10.36*	-2.8
12. Thigh thickness	13	1.5	10.3	2.3	11.78*	2.7
13. Chest depth	21.8	2.1	22.4	3.6	-1.71	-0.6
14. Buttock-knee length	52.5	2.9	54.9	3.8	-6.10*	-2.4
15. Buttock-popliteal length	43.8	3.1	45.2	3.8	-3.49*	-1.4
16. Shoulder breadth (bideltoid)	42	2.8	39.4	3	7.86*	2.6
17. Hip breadth	35.6	3.3	33.6	2.8	5.88*	2
18. Upper limb length	68.1	4.2	78.4	7.4	-14.34*	-10
19. Shoulder-grip length	58.9	4	65.2	9	-7.46*	-6.3
20. Hand breadth	7.7	0.5	8.6	0.7	-12.63*	-0.9
21. Hand length	17.4	1.1	18.4	1	-8.49*	-1

หมายเหตุ: * หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4-10 ผลจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสัดส่วนร่างกายจำนวน 21 สัดส่วน ของผู้สูงอายุชาวไทยกับผู้สูงอายุชาวออสเตรเลีย โดยใช้การทดสอบทางสถิติแบบ Z-test พบว่าค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกาย 18 สัดส่วน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และค่าเฉลี่ยสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุชาวออสเตรเลียมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุชาวไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) 14 สัดส่วน มีเพียง 4 สัดส่วนที่ผู้สูงอายุชาวไทยต่ำกว่าผู้สูงอายุชาวออสเตรเลีย ได้แก่ สัดส่วนที่ 9 ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ (Elbow-fingertip length) 12 ความหนาของต้นขา (Thigh thickness) 16 ความกว้างไหล่ (อ้างอิงกล้ามเนื้อ) (Shoulder breadth bideltoid) 17 ความกว้างสะโพก (Hip breadth) และมี 3 สัดส่วนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ สัดส่วนที่ 5 ความสูงขณะนั่ง (Sitting height) 6 ความสูงระดับสายตาขณะนั่ง (Sitting eye height) และ 13 ความหนาหน้าอก (Chest depth)

ตารางที่ 4-11 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัดส่วนร่างกายจำนวน 21 สัดส่วน
(หน่วยเป็นเซนติเมตร) และการเปรียบเทียบของผู้สูงอายุหญิงออสเตรเลีย
กับผู้สูงอายุหญิงไทยของงานวิจัยนี้ และผลการทดสอบแบบ Z-test

รายการสัดส่วน	ผู้สูงอายุหญิงไทย		ผู้สูงอายุหญิงออสเตรเลีย		ค่า z ที่ได้จาก การคำนวณ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
	จำนวน 200 คน		จำนวน 138 คน			
	MEAN	SD	MEAN	SD		
1. Stature	148.2	5.8	152.1	7	-5.25*	-3.9
2. Eye height	137.5	5.3	141.4	6.7	-5.56*	-3.9
3. Shoulder height	121	5.2	127.1	8.4	-7.36*	-6.1
4. Elbow height	93	4.4	95.2	5.9	-3.62*	-2.2
5. Sitting height	77.9	3.5	78.4	4	-1.16	-0.5
6. Sitting eye height	67.8	3.7	67.6	4.2	0.44	0.2
7. Sitting shoulder height	50.9	3.6	53.1	3.5	-5.49*	-2.2
8. Sitting elbow height	20	2.5	21.2	3.4	-3.44*	-1.2
9. Elbow-fingertip length	42.3	2.3	38.5	3.6	10.63*	3.8
10. Knee-height	45.4	2.2	47.5	2.8	-7.18*	-2.1
11. Popliteal height	35.9	1.8	37.9	2.8	-7.19*	-2
12. Thigh thickness	12.4	1.5	9.5	2.1	13.57*	2.9
13. Chest depth	25.1	3.3	23.5	4.7	3.36*	1.6
14. Buttock-knee length	51.1	2.8	53	3.5	-5.17*	-1.9
15. Buttock-popliteal length	42.8	2.8	44	3.6	-3.20*	-1.2
16. Shoulder breadth (bideltoid)	40.1	3.3	35.6	3.2	12.27*	4.5
17. Hip breadth	36.2	3.1	33.8	3.9	5.88*	2.4
18. Upper limb length	63.1	4.3	73.7	7.5	-14.53*	-11
19. Shoulder-grip length	54.3	3.8	64.6	7.7	-14.08*	-10
20. Hand breadth	7.2	0.5	7.9	0.5	-12.37*	-0.7
21. Hand length	16.1	1.7	17	1	-6.03*	-0.9

หมายเหตุ: * หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4-10 ผลจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสัดส่วนร่างกายจำนวน 21 สัดส่วน ของผู้สูงอายุหญิงไทยกับผู้สูงอายุหญิงออสเตรเลีย โดยใช้การทดสอบทางสถิติแบบ Z-test พบว่าค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกาย 19 สัดส่วน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และค่าเฉลี่ยสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุหญิงออสเตรเลียมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุหญิงไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) 14 สัดส่วน มีเพียง 5 สัดส่วนที่ผู้สูงอายุหญิงไทยต่ำกว่าผู้สูงอายุหญิงออสเตรเลีย ได้แก่ สัดส่วนที่ 9 ระยะ

ข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ (Elbow-fingertip length) 12 ความหนาของต้นขา (Thigh thickness) 13 ความหนาหน้าอก (Chest depth) 16 ความกว้างไหล่ (อ้างอิงกล้ามเนื้อ) (Shoulder breadth bideltoid) 17 ความกว้างสะโพก (Hip breadth) และมี 2 สัตส่วน ได้สัดส่วนที่ 5 ความสูงขณะนั่ง (Sitting height) 6 ความสูงระดับสายตาขณะนั่ง (Sitting eye height) ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4-12 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัดส่วนร่างกายจำนวน 17 สัตส่วน (หน่วยเป็นเซนติเมตร) และการเปรียบเทียบของผู้สูงอายุหญิงโปแลนด์ กับผู้สูงอายุหญิงไทยของงานวิจัยนี้ และผลการทดสอบแบบ Z-test

รายการสัดส่วน	ผู้สูงอายุหญิงไทย		ผู้สูงอายุหญิงโปแลนด์		ค่าที่ได้จาก การคำนวณ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
	จำนวน 200 คน		จำนวน 106 คน			
	MEAN	SD	MEAN	SD		
1. Vertical grip reach (standing)	179.2	7.9	178.4	9.3	0.80	0.8
2. Stature	148.2	5.8	152.5	6.9	-5.85*	-4.3
3. Eye height	137.5	5.3	142.7	7.3	-6.97*	-5.2
4. Shoulder height	121	5.2	127.3	5.9	-9.87*	-6.3
5. Elbow height	93	4.4	92.8	5.8	0.33	0.2
6. Knuckle height	62.9	4	67	3.9	-9.19*	-4.1
7. Sitting height	77.9	3.5	79.9	4.5	-4.27*	-2
8. Sitting eye height	67.8	3.7	69.1	5.2	-2.46*	-1.3
9. Sitting shoulder height	50.9	3.6	53.4	3.6	-6.14*	-2.5
10. Sitting elbow height	20	2.5	19.2	4	2.02*	0.8
11. Popliteal height	35.9	1.8	37.8	2.4	-7.68*	-1.9
12. Thigh thickness	12.4	1.5	12.6	1.4	-1.23	-0.2
13. Abdominal depth	26.6	3.9	32.6	4.2	-12.97*	-6
14. Buttock-popliteal length	42.8	2.8	48.2	2.9	-16.67*	-5.4
15. Shoulder breadth (biacromial)	34.1	1.9	44.2	3.3	-31.45*	-10
16. Hip breadth	36.2	3.1	38	4.9	-3.71*	-1.8
17. Forward grip reach	73.4	4.4	69.6	4.3	7.74*	3.8

หมายเหตุ: * หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4-11 ผลจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสัดส่วนร่างกายจำนวน 17 สัตส่วน ของผู้สูงอายุหญิงไทยกับผู้สูงอายุหญิงโปแลนด์ โดยใช้สถิติ Z-test พบว่าค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกาย 14 สัตส่วน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และค่าเฉลี่ยสัดส่วนผู้สูงอายุหญิงโปแลนด์โตกว่าร่างกายผู้สูงอายุหญิงไทย อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p < 0.05$) 12 สัตส่วน มีเพียง 2 สัตส่วนที่ผู้สูงอายุหญิงไทยโตกว่าผู้สูงอายุหญิงโปแลนด์ ได้แก่ สัตส่วนที่ 10 ความสูงระดับข้อศอกขณะนั่ง (Sitting elbow height) และ 17 ระยะเอื้อมด้านหน้า (Forward grip reach) และมี 3 สัตส่วนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญได้สัตส่วนที่ 1 ระยะเอื้อมแขนขึ้นเหนือศีรษะในท่ายืน (Vertical grip reach standing) 5 ความสูงระดับข้อศอกขณะยืน (Elbow height) และ 12 ความหนาของต้นขา (Thigh thickness)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการวัดสัดส่วนร่างกายเบื้องต้นของผู้สูงอายุไทย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดขนาดร่างกายของผู้สูงอายุไทยแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเพศของผู้สูงอายุ กับสัดส่วนร่างกายทั้งหมด และทำการเปรียบเทียบขนาดร่างกายของผู้สูงอายุไทยที่ได้จากการวิจัยนี้กับผลงานการวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยข้อมูลที่ได้จากการวัดนี้จะเป็นประโยชน์ในการกำหนดมาตรฐานร่างกายของผู้สูงอายุไทยในอนาคต และยังเป็นการเผยแพร่ให้แก่ผู้ที่สนใจและเกี่ยวข้องในการออกแบบผลิตภัณฑ์ และอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อลดปัญหาความไม่เหมาะสมในการใช้งานและพอดีกับขนาดสัดส่วนร่างกาย โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ Harpenden Anthropometer เป็นเครื่องมือในการวัดสัดส่วนร่างกายจากอาสาสมัครผู้สูงอายุไทย จำนวน 400 คน และใช้โปรแกรม MINITAB V.13 ในการวิเคราะห์ข้อมูล และได้สรุปผลดังนี้

5.1 ผลสรุปข้อมูลคุณลักษณะทั่วไปของผู้สูงอายุไทย

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทย ที่บ้านพักผู้สูงอายุบางแค บ้านพักผู้สูงอายุบางละมุง และชมรมผู้สูงอายุจำนวน 3 แห่ง ทำการวัดสัดส่วนร่างกายจำนวน 36 สัดส่วน โดยวัดสัดส่วนร่างกายอาสาสมัครผู้สูงอายุชาย 200 คน และหญิง 200 คน ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุและส่วนสูงของอาสาสมัครชาย คือ $69.6 (\pm 5.3)$ ปี และ $159.7 (\pm 7.6)$ ซม. ตามลำดับ และค่าเดียวกันของอาสาสมัครหญิง คือ $70.2 (\pm 5.8)$ ปี และ $148.2 (\pm 5.8)$ ซม. ตามลำดับ ข้อมูลแต่ละสัดส่วนที่ได้จากการวัดแสดงในตารางโดยมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95

5.2 ผลสรุปการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเพศของผู้สูงอายุ กับสัดส่วนร่างกายทั้งหมด

จากการเปรียบเทียบขนาดต่างๆ ระหว่างผู้สูงอายุชายและหญิงทั้ง 36 สัดส่วน สรุปได้ว่าขนาดสัดส่วนของชายโตกว่าขนาดของหญิงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) 33 สัดส่วน มีเพียง 2 สัดส่วนที่หญิงโตกว่าชายได้แก่ สัดส่วนที่ 20 ความหนาหน้าอก (Chest depth) และ 21 ความหนาช่องท้อง (Abdominal depth) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.005$) และมี 1 สัดส่วนที่ขนาดของชายและหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ สัดส่วนที่ 19 ความกว้างสะโพก (Hip breadth)

5.3 สรุปผลจากการเปรียบเทียบขนาดร่างกายของชายไทยที่ได้จากงานวิจัยนี้ กับผลการวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผลจากการเปรียบเทียบขนาดร่างกายของผู้สูงอายุชายและหญิงไทย ที่ได้จากงานวิจัยนี้ กับผลงานวิจัยภายในประเทศ พบว่าค่าเฉลี่ยความสูงในขณะยืนมีแนวโน้มต่ำกว่าเมื่อเทียบกับชายและหญิงไทยในอุตสาหกรรม อายุเฉลี่ย 27.5 (± 7.86) ปี และ 31.4 (± 5.8) ปี ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากเกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดร่างกายของผู้สูงอายุ

ผลจากการเปรียบเทียบขนาดร่างกายของผู้สูงอายุที่ได้จากงานวิจัยนี้ กับผลงานวิจัยต่างประเทศ ได้แก่ ออสเตรเลีย และโปแลนด์ พบว่า ขนาดร่างกายของผู้สูงอายุชายไทย มีขนาดเล็กกว่าผู้สูงอายุชายออสเตรเลียเกือบทุกสัดส่วนร่างกายอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และขนาดร่างกายของผู้สูงอายุหญิงไทยมีขนาดเล็กกว่าผู้สูงอายุหญิงโปแลนด์เกือบทุกสัดส่วนร่างกายอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งความแตกต่างของขนาดสัดส่วนร่างกายนี้เป็นผลมาจาก เชื้อชาติ พันธุกรรม ลักษณะภูมิประเทศ ภาวะโภชนาการ สิ่งแวดล้อมและอื่นๆ เป็นต้น

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยในครั้งนี้มีข้อจำกัดบางประการที่ทำให้ผลการวิจัยไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร ดังนั้นผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางให้แก่ผู้วิจัยท่านอื่นที่สนใจ ดังนี้

1. ควรมีการเก็บตัวอย่างให้มากกว่านี้ เพื่อจะเป็นตัวแทนของประชากรได้ดี
2. ควรมีการสำรวจขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุไทยเป็นระยะ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน มาใช้ให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้สูงอายุไทยในขณะนั้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กิตติ อินทรานนท์ และคนอื่นๆ. สัดส่วนและความสามารถสูงสุดในการทำงานของกลุ่มประชากรอาชีพกสิกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: มปท., 2531.
- ชัยยุทธ ชวลิตนิกุล และคนอื่นๆ. การศึกษาวิจัยขนาดร่างกายของผู้ใช้แรงงาน. กรุงเทพมหานคร: สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทย, 2530.
- ธิดาเตียว มยุรีสุวรรณ. สถิติสำหรับวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.
- นริศ เจริญพร. การยศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2543.
- พระราชบัญญัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ พ.ศ. ๒๕๓๔. [ออนไลน์] 28 กรกฎาคม 2537. [สืบค้นวันที่ 21 สิงหาคม 2549]. จาก http://www.moph.go.th/ops/minister_06/disable%20law.pdf
- ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ความน่าจะเป็นและสถิติ. กรุงเทพมหานคร: พิทักษ์การพิมพ์, 2520.
- มิ่งขวัญ เจริญประยูร. ความน่าจะเป็นและสถิติ Probability and Statistics. กรุงเทพมหานคร : มิตรนราการพิมพ์, 2531.
- ศรีวรินทร์ ชมภูศรี. การวัดสัดส่วนร่างกายเบื้องต้นของหญิงไทยในอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.
- ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. หลักสถิติเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2539.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. รายงานการสำรวจและวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทย ระยะที่ 4, 2543-2544. กรุงเทพมหานคร: สำนักงาน, 2544.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. สถิติผู้สูงอายุในปัจจุบันของประเทศไทย พ.ศ. 2545. [ออนไลน์] 2545. [สืบค้นวันที่ 21 สิงหาคม 2549]. จาก http://service.nso.go.th/nso/data/data23/stat_23toc_1/1.1.6-1.xls

สุทธิ ศรีบุรพา. เออร์گونอมิกส์: วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ด
ยูเคชั่น, 2540.

ภาษาอังกฤษ

Anderson, J. E. **Grant's Atlas of Anatomy**. 8th ed. Maryland: Williams & Wilkins,
1983.

Arunkumar, P. and Winifred, D. "Effect of age on functional anthropometry of older
Mexican American adults: a cross-sectional study." **International Journal of
Industrial Ergonomics**. 32(1), (2003) : 39-49.

Chumlea, W. C., Roche, A. F. and Roger, E. "Replicability for anthropometry in the
elderly." **Human Factors**. 56 (1984) : 329-337.

De Onis, M. and Habicht, JP. "Anthrometric reference data for international use:
recommendations from a World Health Organization Expert Committee."
Am J Clin Nutr. 64 (1996) : 650-658.

Emilia, J. "Anthropometry of Elderly Women in Poland Dimensions for Design."
Industrial Ergonomics. 25 (1999) : 203-213.

Helander, M. **A Guide to the Ergonomics of Manufacturing**. U.K.: Taylor & Francis,
1995.

Kamal, K. and Samuel, T. "Anthropometry for Design for the Elderly." **Occupational
Safety and Ergonomics**. 7(1), (2001) : 15-34.

Montgomery, D. C. **Design and Analysis of experiments**. 5th ed. New York:
John Wiley & Sons, 1997.

NIBH Eds. **Human Body Dimensions Data for Ergonomic Design**. Japan: Japan
Publication Service, 1996.

Pheasant, S. T. **Bodyspace: Anthroponetry, Ergonomics and Design**. London:
Taylor & Francis Ltd, 1988.

Pierre, M. and Shi, Y. "Performance of a 2D image-based anthropometric
measurement and clothing sizing system." **Applied Ergonomics**. 31 (2000) :
445-451.

Pisantanakul, C. and Bunternghit, Y. "Preliminary Anthropometric Study of Thai Male
Students: A Case Study of King Mongkut's Institute of Technology North
Bangkok." Proceedings of the 12th IE-Network National Conference, 2003.

- Roebuck, J. A., Kroemer, K. H. E. and Thomson, W. G. **Engineering Anthropometry Methods**. U.S.A.: John Wiley & Son Inc, 1973.
- Smith, J. L. and Tayyari, F. **Occupational Ergonomics: Principles and Application**. 1st ed. London: Chapman & Hall, 1997.
- Tantasukitwanich, A. and Bunternngchit, Y. "Preliminary Anthropometric Study of Thai Male Industrial Workers." Proceedings of the 13th IE-Network Conference, 2004.

ภาคผนวก ก

แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายตัวอย่างข้อมูลดิบ

บันทึกการวัดสัดส่วนของผู้สูงอายุ

ชื่อ.....นามสกุล.....
 เพศ.....อายุ.....ภูมิลำเนา.....

สัดส่วนร่างกาย	ค่าที่ได้	สัดส่วนร่างกาย	ค่าที่ได้
1. Vertical grip reach (standing)		19. Head length	.....
2. Stature		20. Chest depth	.....
3. Eye height		21. Abdominal depth	.....
4. Shoulder height		22. Buttock-knee length	.....
5. Elbow height		23. Buttock-popliteal length	.....
6. Hip height		24. Head breadth	.....
7. Knuckle height		25. Shoulder breadth(biacromial)	.....
8. Fingertip height		26. Shoulder breadth(bideloid)	.....
9. Vertical grip reach(sitting)		27. Hip breadth	.....
10. Sitting height		28. Forward grip reach	.....
11. Sitting eye height		29. Shoulder-grip length	.....
12. Sitting shoulder height		30. Upper limb length	.....
13. Sitting elbow height		31. Span	.....
14. Shoulder-elbow length		32. Elbow span	.....
15. Elbow-fingertip length		33. Hand breadth	.....
16. Knee height		34. Hand length	.....
17. Popliteal height		35. foot breadth	.....
18. Thigh thickness		36. foot length	.....

ตัวอย่างข้อมูลดิบ

ชื่อ นางอำภา

นามสกุล ชวนรักธรรม

เพศ หญิง

อายุ 60 ปี

ภูมิลำเนา กรุงเทพมหานคร

สัดส่วนร่างกาย	ค่าที่ได้	สัดส่วนร่างกาย	ค่าที่ได้
1. Vertical grip reach(standing)	187.5	19. Head length	17.3
2. Stature	156.9	20. Chest depth	24.1
3. Eye height	145.1	21. Abdominal depth	23.6
4. Shoulder height	124	22. Buttock-knee length	50.1
5. Elbow height	96.2	23. Buttock-popliteal length	41.2
6. Hip height	77.3	24. Head breadth	14.7
7. Knuckle height	67	25. Shoulder breadth(biacromial)	32.4
8. Fingertip height	58	26. Shoulder breadth(bideltoid)	37.4
9. Vertical grip reach(sitting)	106.4	27. Hip breadth	31.1
10. Sitting height	85.9	28. Forward grip reach	64.1
11. Sitting eye height	77.7	29. Shoulder-grip length	52.4
12. Sitting shoulder height	66.4	30. Upper limb length	71.2
13. Sitting elbow height	22.9	31. Span	153.8
14. Shoulder-elbow length	32.7	32. Elbow span	76.6
15. Elbow-fingertip length	42.1	33. Hand breadth	7.1
16. Knee height	46.4	34. Hand length	16.4
17. Popliteal height	34.8	35. foot breadth	9.8
18. Thigh thickness	12.4	36. foot length	24.3

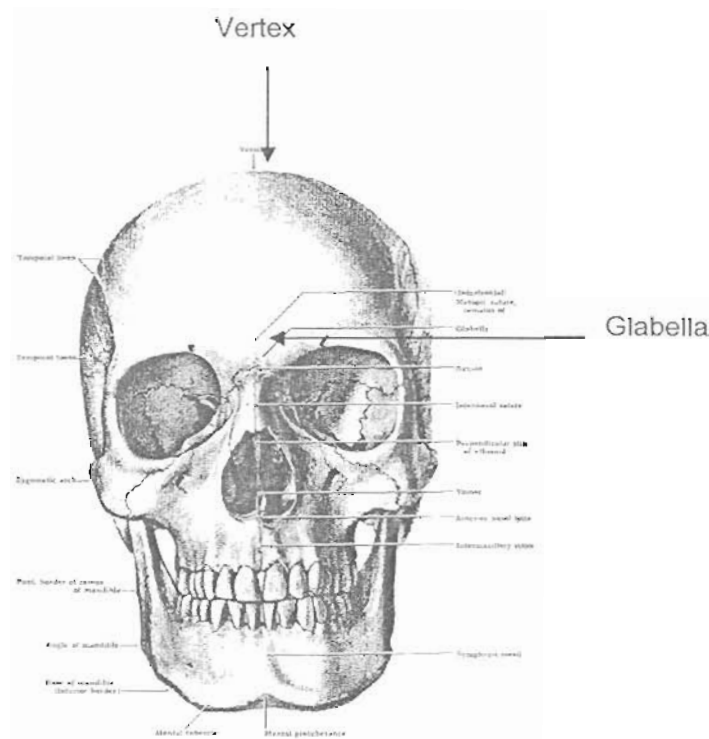
ภาคผนวก ข

ตำแหน่งอ้างอิงของร่างกายในการวัดสัดส่วน

ตำแหน่งอ้างอิงของร่างกายในการวัดสัดส่วน

Vertex หมายถึง จุดที่สูงที่สุดของศีรษะ ตำแหน่งนี้เป็นจุดอ้างอิงการวัดความสูงขณะยืน (Stature) และความสูงขณะนั่ง (Sitting Height)

Glabella หมายถึง กระดูกแบนเรียบที่อยู่ระหว่างคิ้ว ตำแหน่งนี้เป็นจุดอ้างอิงการวัดความยาวของศีรษะ (Head Length)



ภาพที่ ข-1 ตำแหน่งของ Vertex และ Glabella (Anderson, 1983)

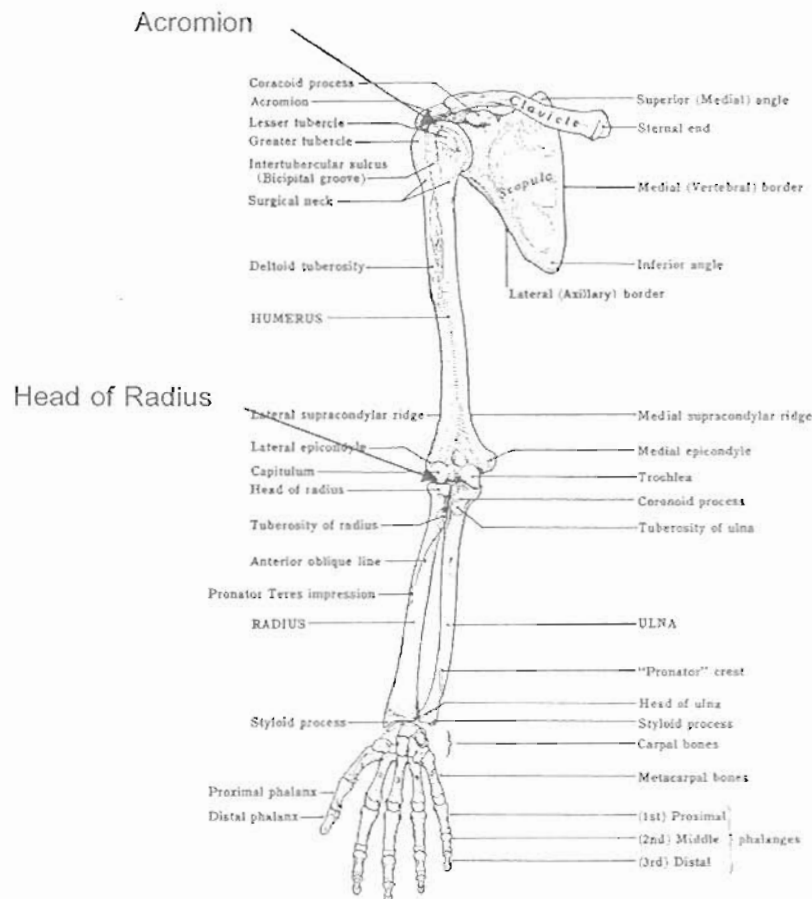
Inner Canthus หมายถึง มุมของหัวตา ตำแหน่งนี้เป็นจุดอ้างอิงการวัดความสูงระดับสายตาขณะยืน (Eye Height Standing) และความสูงขณะนั่ง (Eye Height Sitting)

Acromion หมายถึง จุดที่นูนที่สุดของปุ่มหัวไหล่ ตำแหน่งนี้เป็นจุดอ้างอิงการวัดความสูงไหล่ขณะยืน (Shoulder Height Standing) ความสูงไหล่ขณะนั่ง (Shoulder Height Sitting)

วิธีการกำหนดตำแหน่ง Acromion สามารถกำหนดได้โดยใช้มือจับเข้าทางด้านข้างของส่วนที่กว้างที่สุดของไหล่ (โดยไหล่จะอยู่ระหว่างนิ้วหัวแม่มือและนิ้วกลาง) จากนั้นใช้นิ้วชี้ไล่ตามแนวขึ้นไปทางด้านบนของหัวไหล่ จุดที่นูนที่สุดคือ Acromion

Head of Radius หมายถึง ส่วนบนสุดของกระดูกที่อยู่ทางด้านนอกของแขนส่วนล่าง ตำแหน่งนี้เป็นจุดอ้างอิงการวัดความสูงของข้อศอกขณะยืน (Elbow Height)

ตำแหน่ง Head of Radius สามารถกำหนดได้โดยจับที่รอยปุ่มของข้อศอกทางด้านนอก ลำตัว ซึ่งจะเป็นจุดที่ด้านล่างของกระดูกแขนส่วนบนมาพบกับด้านบนของกระดูกส่วนล่าง โดยจะสามารถสัมผัสตำแหน่ง Head of Radius ได้อย่างชัดเจน

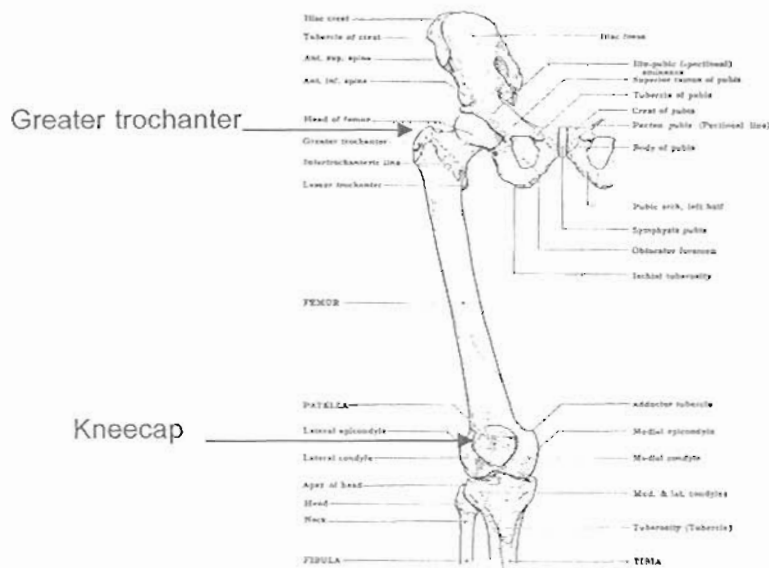


ภาพที่ ข-2 ตำแหน่งของ Acromion และ Head of Radius (Anderson, 1983)

Greater Trochanter หมายถึง กระดูกส่วนที่หนที่สุดของกระดูกโคนขา ตำแหน่งนี้เป็นจุดอ้างอิงการวัดความสูงสะโพก (Hip Height)

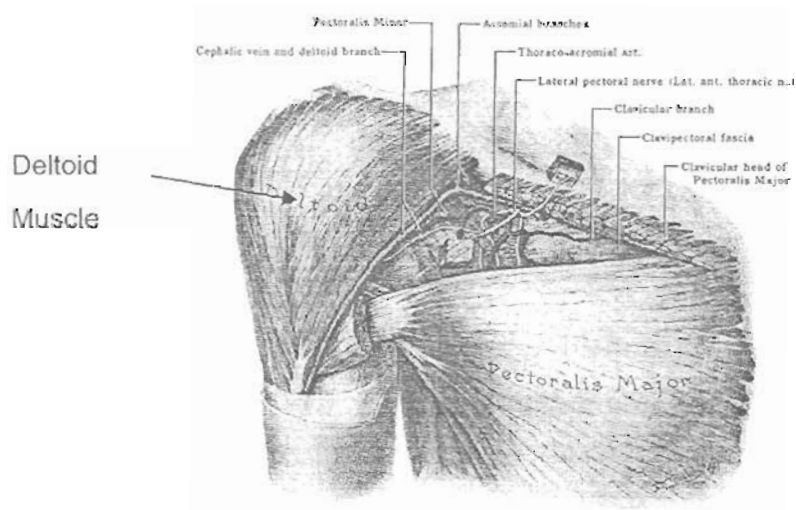
วิธีการกำหนดตำแหน่ง Greater Trochanter สามารถกำหนดได้โดยให้ผู้ที่ถูกวัดแยกขาออกจากกัน จากนั้นให้เอียงตัวไปยังด้านตรงข้ามกับขาข้างที่จะทำการจับตำแหน่งนี้ เมื่อผู้ถูกวัดเอียงตัวแล้วก็ให้ทำการขยับขาข้างที่จะทำการจับตำแหน่ง Greater Trochanter โดยเมื่อมีการขยับขาปุ่มกระดูกโคนขานี้จะขยับตามและปุ่มกระดูกนี้จะนูนออกมาตามการเอียงตัว ทำให้สามารถสัมผัสได้อย่างชัดเจน

Patella หรือ Kneecap หมายถึง กระดูกสะบ้าเข่า ตำแหน่งนี้เป็นจุดอ้างอิงการวัดความสูงจากพื้นถึงเข่าขณะนั่ง (Knee-height)



ภาพที่ ข-3 ตำแหน่งของ Greater trochanter และ Kneecap (Anderson, 1983)

Deltoid Muscle หมายถึง กล้ามเนื้อที่อยู่ตรงส่วนหัวไหล่ ตำแหน่งนี้เป็นจุดอ้างอิงการวัดความกว้างของไหล่ (Shoulder Breadth Bideltoid)



ภาพที่ ข-4 ตำแหน่งของ Deltoid Muscle (Anderson, 1983)

ภาคผนวก ค

รายละเอียดการวัดสัดส่วนร่างกายทั้ง 36 สัดส่วน

รายละเอียดของการวัดสัดส่วนร่างกายทั้งหมด 36 สัดส่วนในงานวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดท่าทางของสัดส่วน ดังแสดงในภาพที่ ค-1 ถึง ค-36

1. ความสูงขณะยืน (Stature) ผู้ถูกวัดยืนตรง แขนเหยียดตรงแนบลำตัว หน้ามองตรง ให้ระนาบ Frankfurt Plane อยู่ในแนวระดับ เท้าทั้งสองชิดติดกัน ทำการวัดความสูงจากพื้นจนถึงจุดสูงสุดของศีรษะ (Vertex)

2. ความสูงระดับสายตาขณะยืน (Eye height standing) ผู้ถูกวัดยืนตัวตรง หน้ามองตรง ให้ได้ระดับตามระนาบ Frankfurt plane เท้าทั้งสองชิดติดกัน แขนเหยียดตรงแนบลำตัว ทำการวัดความสูงจากพื้นถึงระดับมุมของหัวตา (Inner canthus)

3. ความสูงระดับไหล่ขณะยืน (Shoulder height standing) ผู้ถูกวัดยืนตัวตรง แขนเหยียดตรงแนบลำตัว เท้าทั้งสองชิดติดกัน ทำการวัดความสูงจากพื้นถึงจุดที่นูนที่สุดของปุ่มกระดูกหัวไหล่ (Acromion)

4. ความสูงระดับข้อศอกขณะยืน (Elbow height standing) ผู้ถูกวัดยืนตัวตรง เท้าทั้งสองชิดติดกัน แขนเหยียดตรงแนบลำตัว ทำการวัดความสูงจากพื้นถึงระดับปุ่มกระดูกแขนด้านล่างทางด้านนอก (Head of radius)

5. ความสูงสะโพก (Hip height) ผู้ถูกวัดยืนตัวตรง เท้าทั้งสองชิดกัน ทำการวัดความสูงจากพื้นจนถึงปุ่มกระดูกโคนขา (Greater trochanter) ส่วนที่นูนที่สุด

6. ความสูงระดับข้อมือ (Knuckle height) ผู้ถูกวัดยืนตัวตรง เท้าทั้งสองชิดกัน แขนเหยียดตรงแนบลำตัว ทำการวัดความสูงจากพื้นถึงรอยต่อระหว่างกระดูกข้อมือของนิ้วกลางกับกระดูกฝ่ามือ

7. ความสูงระดับนิ้วมือ (Fingertip height) ผู้ถูกวัดยืนตัวตรง เท้าทั้งสองชิดกัน แขนเหยียดตรงแนบลำตัว ทำการวัดความสูงจากพื้นถึงปลายนิ้วกลาง

8. ความสูงขณะนั่ง (Sitting height) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง เท้าทั้งสองชิดกัน หน้ามองตรง ให้ได้ระดับตามระนาบ Frankfurt plane แขนส่วนปลายแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาส่วนบนและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความสูงจากพื้นเก้าอี้ถึงจุดสูงสุดของศีรษะ (Vertex)

9. ความสูงระดับสายตาขณะนั่ง (Sitting eye height) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง หน้ามองตรง ให้ได้ระดับตามระนาบ Frankfurt plane เท้าทั้งสองชิดกัน แขนส่วนบนปล่อย แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาส่วนบนและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความสูงจากพื้นเก้าอี้ถึงระดับมุมของหัวตา (Inner canthus)

10. ความสูงระดับไหล่ขณะนั่ง (Sitting shoulder height) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง เท้าทั้งสองชิดกัน แขนส่วนบนปล่อยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาส่วนบนและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความสูงจากพื้นเก้าอี้ถึงจุดที่นูนที่สุดของปุ่มหัวไหล่ (Acromion)

11. ความสูงระดับข้อศอกขณะนั่ง (Sitting elbow height) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง เท้าทั้งสองชิดกัน แขนส่วนบนปล่อยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาสองขาและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความสูงจากพื้นเก้าอี้ถึงระดับปุ่มข้อศอก

12. ความหนาของต้นขา (Thigh thickness) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรงชิดกำแพง เท้าทั้งสองชิดกัน แขนส่วนบนปล่อยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาสองขาและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความสูงจากพื้นเก้าอี้ถึงส่วนที่หนาที่สุดของต้นขา

13. ความยาวจากกันถึงหัวเข่า (Buttock-knee length) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง แขนส่วนบนปล่อยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาสองขาและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความยาวจากกำแพงถึงจุดที่นูนของหัวเข่า

14. ความยาวจากกันถึงข้อพับเข่า (Buttock-popliteal length) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง เท้าทั้งสองชิดกัน ขาสองขาและส่วนล่างตั้งฉากกัน แขนส่วนบนปล่อยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ทำการวัดความยาวจากกำแพงถึงจุดข้อพับเข่า

15. ความสูงของเข่าขณะนั่ง (Knee height) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง เท้าทั้งสองชิดกัน แขนส่วนบนปล่อยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาสองขาและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความสูงจากพื้นถึงส่วนบนของกระดูกหัวเข่า

16. ความสูงของข้อพับเข่าขณะนั่ง (Popliteal height) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง เท้าทั้งสองชิดกัน แขนส่วนบนปล่อยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาสองขาและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความสูงจากพื้นถึงข้อพับเข่า

17. ความกว้างไหล่ (อ้างอิงกล้ามเนื้อ) (Shoulder breadth bideltoid) ผู้ถูกวัด นั่งหลังตรง แขนส่วนบนปล่อยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาสองขาและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความกว้างจากจุดที่นูนที่สุดของกล้ามเนื้อต้นแขนซ้าย (Deltoid muscle) ถึงจุดที่นูนที่สุดของกล้ามเนื้อต้นแขนขวาในระดับไหล่

18. ความกว้างไหล่ (อ้างอิงปุ่มหัวไหล่) (Shoulder breadth biacromion) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง แขนส่วนบนปล่อยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาสองขาและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความกว้างจากจุดที่นูนที่สุดของปุ่มหัวไหล่ (Acromion) ด้านยาวถึงจุดที่นูนที่สุดของปุ่มหัวไหล่ด้านซ้าย

19. ความกว้างสะโพก (Hip breadth) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง แขนส่วนบนปล่อยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาสองขาและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความกว้างส่วนที่กว้างที่สุดของสะโพก ซึ่งโดยปกติจะยึดด้านนอกสุดของกระดูกเชิงกรานทั้งสองข้าง (Iliac crests)

20. ความหนาหน้าอก (Chest depth) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง หน้ามองตรง เท้าทั้งสองชิดกัน แขนส่วนบนปล่อยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาสองขาและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดระยะจากกำแพงถึงจุดที่นูนที่สุดของหน้าอก

21. ความหนาช่องท้อง (Abdominal depth) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง หน้ามองตรง เท้าทั้งสองชิดกัน ปลอยแขนแนบลำตัว ขาส่วบนและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดระยะจากกำแพงถึงจุดที่นูนที่สุดของท้อง

22. ระยะระดับไหล่ถึงข้อศอก (Shoulder-elbow height) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง เท้าทั้งสองชิดกัน แขนส่วนบนปลอยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาส่วบนและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดระยะจากจุดที่นูนที่สุดของปุ่มหัวไหล่ (Acromina) จนถึงปุ่มข้อศอก

23. ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ (Elbow-fingertip length) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง เท้าทั้งสองชิดกัน แขนส่วนบนปลอยแนบลำตัว แขนส่วนล่างยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาส่วบนและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดระยะจากด้านหลังของข้อศอกถึงปลายนิ้วกลาง

24. ระยะไหล่ถึงปลายนิ้ว (Upper limb length) ผู้ถูกวัดยืนตัวตรง เท้าทั้งสองชิดกัน มือและแขนเหยียดตรงไปด้านหน้า ทำการวัดระยะจากปุ่มหัวไหล่ถึงปลายนิ้วกลาง

25. ระยะไหล่ถึงจุดศูนย์กลางมือขณะกำ (Shoulder-grip length) ผู้ถูกวัด ยืนตัวตรง เท้าทั้งสองชิดกัน กำมือโดยที่แขนและข้อมือเหยียดตรงไปด้านหน้า ทำการวัดความยาวจากปุ่มหัวไหล่ถึงจุดศูนย์กลางของมือขณะกำ

26. ความยาวศีรษะ (Head length) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง หน้ามองตรงให้ได้ระดับตามระนาบ Frankfurt plane เท้าทั้งสองชิดกัน แขนส่วนบนปลอยแนบลำตัว แขนส่วนล่าง ยื่นไปด้านหน้าในแนวตั้งฉากกับแขนส่วนบน ขาส่วบนและส่วนล่างตั้งฉากกัน ทำการวัดความยาวจากส่วนท้ายทอยจนถึงกระดูกที่อยู่ระหว่างคิ้ว (Glabella)

27. ความกว้างศีรษะ (Head breadth) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง หน้ามองตรงให้ได้ระดับตามระนาบ Frankfurt plane วัดระยะศีรษะส่วนที่กว้างที่สุด ซึ่งส่วนที่กว้างที่สุดจะอยู่เหนือใบหูเล็กน้อย

28. ความยาวของมือ (Hand length) ผู้ถูกวัดวางมือแนบกับพื้นโต๊ะโดยหงายมือขึ้น ทำการวัดระยะจากรอยข้อมือจนถึงปลายนิ้วกลาง

29. ความกว้างของมือ (Hand breadth) ผู้ถูกวัดวางมือแนบกับพื้นโต๊ะ ทำการวัดส่วนที่กว้างที่สุดของฝ่ามือ โดยปกติจะยึดกระดูกฝ่ามือด้านนอกของนิ้วก้อยถึงกระดูกฝ่ามือด้านนอกของนิ้วชี้

30. ความยาวของเท้า (Foot length) ผู้ถูกวัดวางเท้าแนบกับพื้น ทำการวัดจากสันเท้าถึงนิ้วที่ยาวที่สุดของเท้า

31. ความกว้างของเท้า (Foot breadth) ผู้ถูกวัดวางเท้าแนบกับพื้น ทำการวัด ส่วนที่กว้างที่สุดของเท้า โดยปกติจะยึดกระดูกฝ่าเท้าด้านนอกของนิ้วโป้งถึงกระดูกฝ่าเท้า ด้านนอกของนิ้วก้อย

32. ระยะกางแขน (Span) ผู้ถูกวัดยืนตัวตรง กางแขนทั้งสองแขนออกทางด้านข้างในแนวระดับ ทำการวัดระยะจากปลายนิ้วกลางของแขนซ้ายซ้ายถึงปลายนิ้วกลางของแขนขวา

33. ระยะกางศอก (Elbow span) ผู้ถูกวัดยืนตัวตรง เท้าทั้งสองชิดกัน พับแขน ส่วนล่างทั้งสองข้างเข้าหาตัวในลักษณะกางศอก โดยที่แขนอยู่ในแนวระดับ ทำการวัดระยะจากข้อศอกด้านซ้ายถึงข้อศอกด้านขวา

34. ระยะเอื้อมแขนขึ้นเหนือศีรษะในท่ายืน (Vertical grip reach standing) ผู้ถูกวัดยืนตัวตรง ให้นามองตรงให้ระนาบ Frankfurt plane อยู่ในแนวระดับ เท้าทั้งสองชิดติดกัน แขนเหยียดตรงเหนือศีรษะในลักษณะกำมือ ทำการวัดความสูงจากพื้นจนถึงจุดศูนย์กลางของมือขณะกำ

หมายเหตุ Pheasant (1986) ได้สรุปว่าระนาบ Frankfurt Plane ถูกกำหนดโดยเส้นๆ หนึ่งที่เกิดจากการลากระหว่างจุด 2 จุด คือ กึ่งกลางรูหูกับขอบตาล่างสุด เมื่อได้ระนาบ Frankfurt Plane เส้นๆ นี้จะอยู่ในแนวระดับ

35. ความสูงของระยะเอื้อมแขนขึ้นเหนือศีรษะในท่านั่ง (Vertical grip reach sitting) ผู้ถูกวัดนั่งหลังตรง เท้าทั้งสองชิดกัน ให้นามองตรงให้ได้ระดับตามระนาบ Frankfurt plane แขนเหยียดตรงเหนือศีรษะในท่ากำมือ ทำการวัดความสูงจากพื้นเก้าอี้ถึงจุดศูนย์กลางของมือในลักษณะกำมือ

37. ระยะเอื้อมด้านหน้า (Forward grip reach) ผู้ถูกวัดยืนตัวตรงหลังชิดกำแพง เท้าทั้งสองชิดกัน กำมือโดยที่แขนและข้อมือเหยียดตรงไปด้านหน้า ทำการวัด ความยาวจากกำแพงถึงจุดศูนย์กลางมือขณะกำมือ



ภาพที่ ค-1 แสดงการวัดความสูงขณะยืน (Stature)



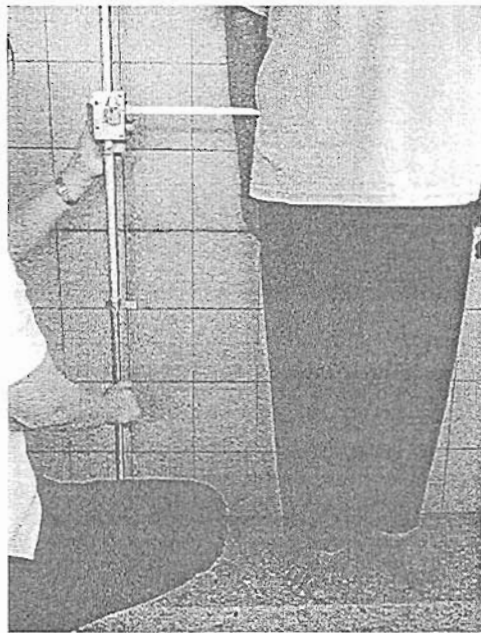
ภาพที่ ค-2 แสดงการวัดความสูงตาขณะยืน (Eye height standing)



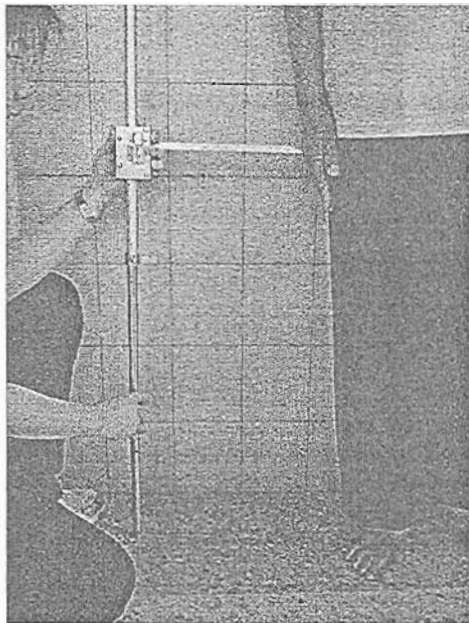
ภาพที่ ค-3 แสดงการวัดความสูงไหล่ขณะยืน (Shoulder height)



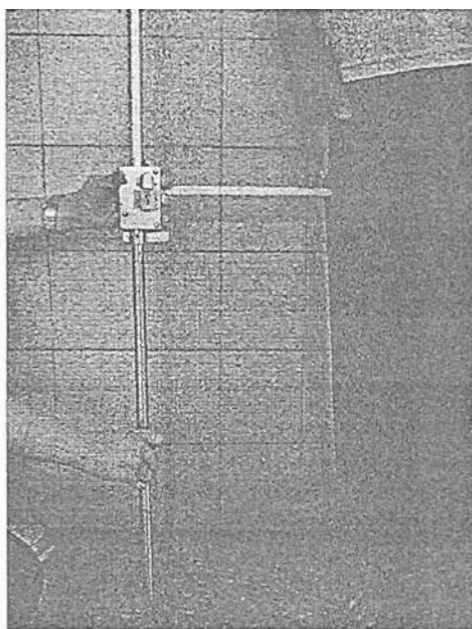
ภาพที่ ค-4 แสดงการวัดส่วนสูงข้อศอกขณะยืน (Elbow height)



ภาพที่ ค-5 แสดงการวัดส่วนสูงสะโพกขณะยืน (Hip height)



ภาพที่ ค-6 แสดงการวัดความสูงของข้อนิ้วมือ (Knuckle height)



ภาพที่ ค-7 แสดงการวัดความสูงปลายนิ้วมือ (Fingertip height)



ภาพที่ ค-8 แสดงการวัดความสูงขณะนั่ง (Sitting height)



ภาพที่ ค-9 แสดงการวัดความสูงระดับสายตาขณะนั่ง (Sitting eye height)



ภาพที่ ค-10 แสดงการวัดความสูงระดับที่นั่งถึงหัวไหล่ (Sitting shoulder height)



ภาพที่ ค-11 แสดงการวัดความสูงระดับที่นั่งถึงระดับศอก (Sitting elbow height)



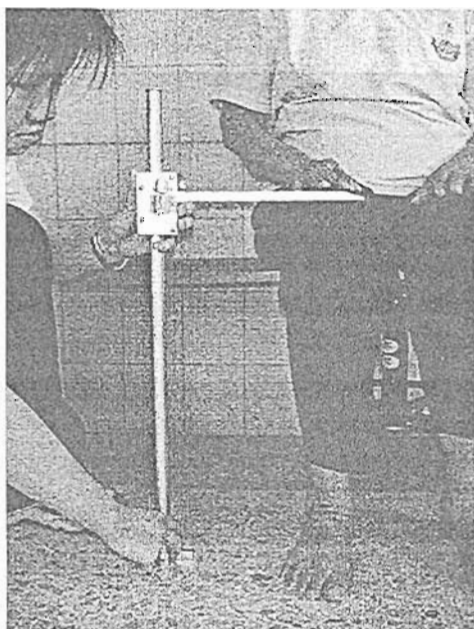
ภาพที่ ค-12 แสดงการวัดระยะจากพื้นที่นั่งถึงตอนบนของส่วนที่หนาสุดของขา (Thigh thickness)



ภาพที่ ค-13 แสดงการวัดความยาวจากกันถึงหัวเข่า (Buttock knee length)



ภาพที่ ค-14 แสดงการวัดความยาวจากกันถึงข้อพับขาด้านใน (Buttock-popliteal length)



ภาพที่ ค-15 แสดงการวัดระยะจากพื้นถึงตอนบนของเข่า (Knee height)



ภาพที่ ค-16 แสดงการวัดระยะจากพื้นถึงข้อพับขาด้านใน (Popliteal height)



ภาพที่ ค-17 แสดงการวัดความกว้างของไหล่ (Shoulder breadth (bideltoid))



ภาพที่ ค-18 แสดงการวัดความกว้างของไหล่ (Shoulder breadth (biacromial))



ภาพที่ ค-19 แสดงการวัดความกว้างของสะโพก (Hip breadth)



ภาพที่ ค-20 แสดงการวัดความหนาของอก (Chest depth)



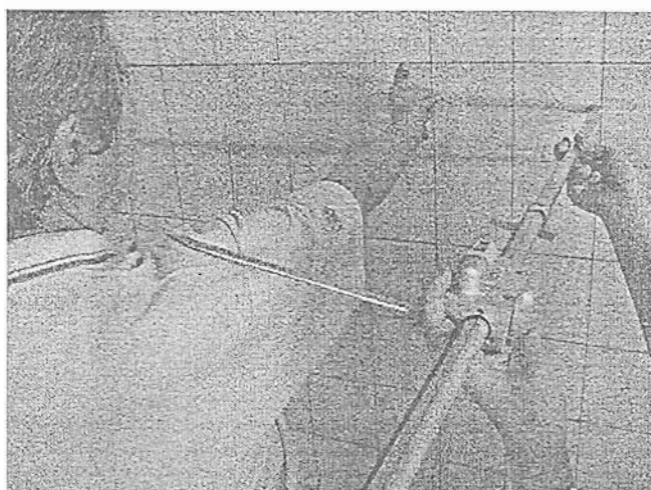
ภาพที่ ค-21 แสดงการวัดความหนาของช่องท้อง (Abdominal depth)



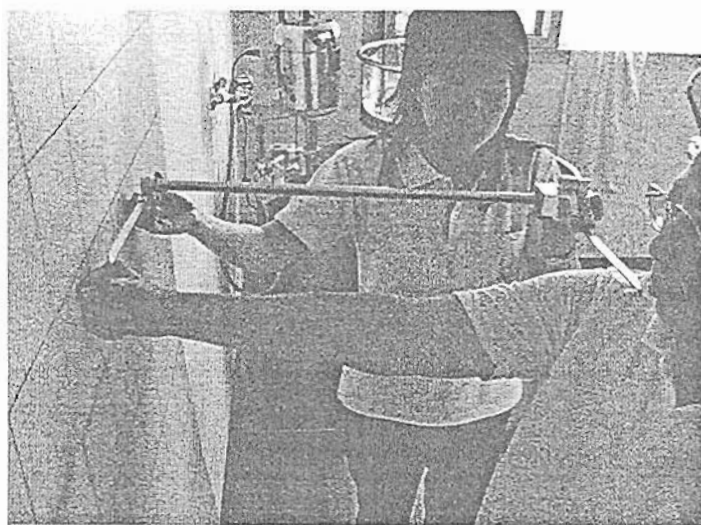
ภาพที่ ค-22 แสดงการวัดระยะระดับหัวไหล่ถึงปลายข้อศอก (Shoulder-elbow length)



ภาพที่ ค-23 แสดงการวัดระยะข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ (Elbow-fingertip length)



ภาพที่ ค-24 แสดงการวัดระยะจากกระดูกไหปลาร้าถึงปลายนิ้ว (Upper limb length)



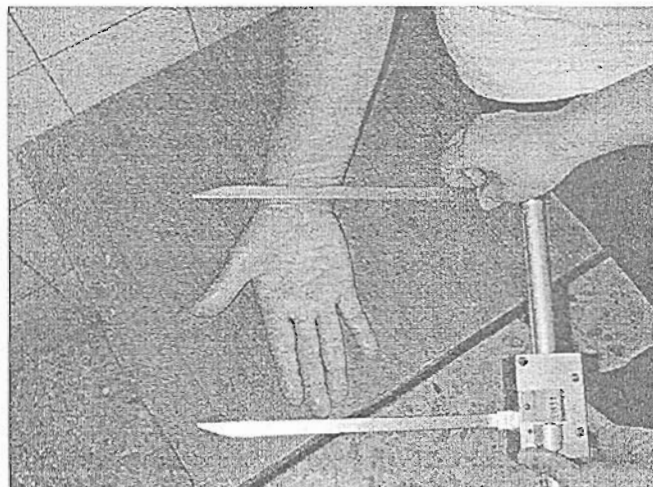
ภาพที่ ค-25 แสดงการวัดระยะไหล่ถึงจุดศูนย์กลางมือขณะกำ (Shoulder grip length)



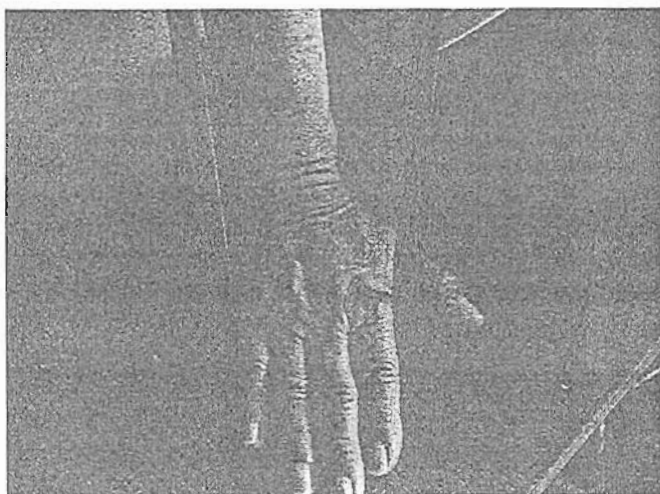
ภาพที่ ค-26 แสดงการวัดความยาวของศีรษะ (Head length)



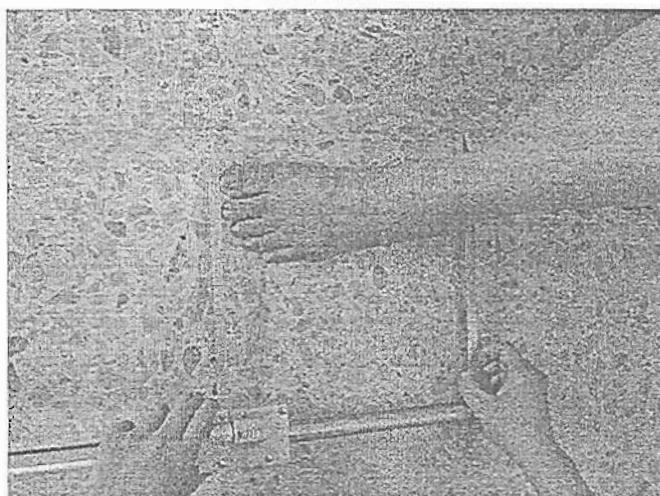
ภาพที่ ค-27 แสดงการวัดความกว้างของศีรษะ (Head breadth)



ภาพที่ ค-28 ความยาวของมือ (Hand length)



ภาพที่ ค-29 ความกว้างของมือ (Hand breadth)



ภาพที่ ค-30 แสดงการวัดความยาวเท้า (Foot length)



ภาพที่ ค-31 แสดงการวัดความกว้างของเท้า (Foot breadth)



ภาพที่ ค-32 ระยะกางแขน (Span)



ภาพที่ ค-33 ระยะกางข้อศอก (Elbow span)



ภาพที่ ค-34 แสดงการวัดระยะเอื้อมแขนขึ้นเหนือศีรษะในทำยืน (Vertical grip reach)



ภาพที่ ค-35 แสดงการวัดความสูง (Vertical grip reach sitting)



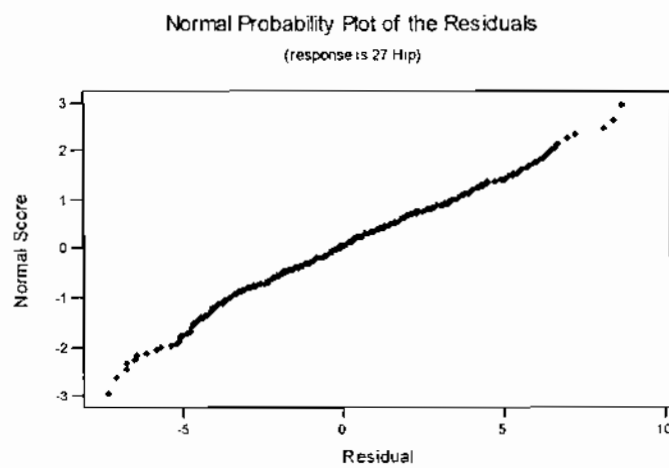
ภาพที่ ค-36 แสดงการวัดระยะเอื้อมแขนไปด้านหน้า (Forward grip reach)

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองทางสถิติ

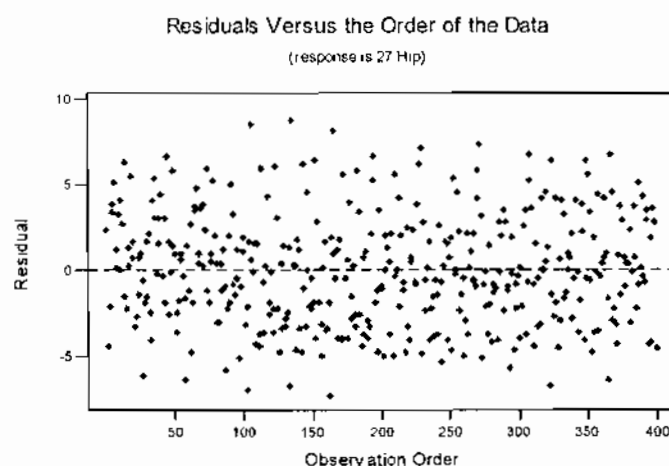
1. การตรวจสอบความพอเพียงของรูปแบบการทดสอบ จะเป็นการตรวจสอบความน่าเชื่อถือ และความถูกต้องเกี่ยวกับข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ โดยตรวจสอบถึงความเป็นไปได้เกี่ยวกับรูปแบบของความผิดพลาด (ε_{ij}) ซึ่งในการพิจารณาเกี่ยวกับการตรวจสอบรูปแบบของความผิดพลาด (ε_{ij}) มีอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

1.1 การตรวจสอบการกระจายว่าข้อมูลมีการแจกแจงเป็นแบบปกติ (Normal Distribution) ดังแสดงในภาพที่ ง-1 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวตามแนวเส้นตรง



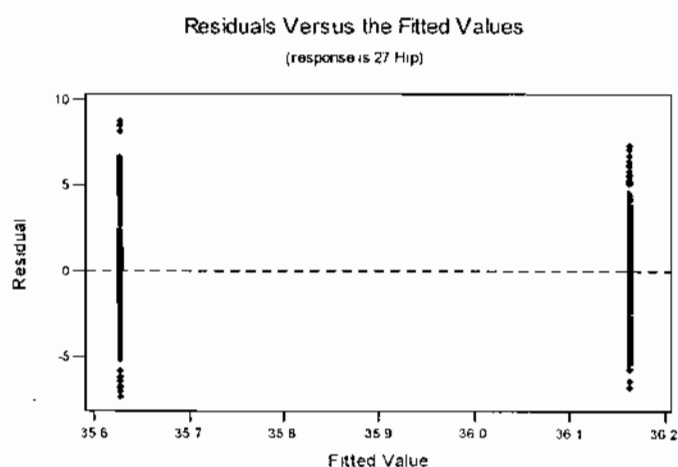
ภาพที่ ง-1 แสดงการกระจายของข้อมูลเป็นการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

1.2 การตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล (Independent) ดังแสดงในภาพที่ ง-2 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลมีความเป็นอิสระต่อกัน



ภาพที่ ง-2 แสดงการกระจายของข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน (Independent)

1.3 การตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน (Variance Stability) ดังแสดงในภาพที่ ง-3 จะเห็นว่า ในแต่ละระดับของปัจจัยมีส่วนตกค้าง (Residual) ที่เบี่ยงเบนออกไปทางด้านบวก (+) และทางด้านลบ (-) ที่สมดุลกัน นั่นคือ มีความเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน



ภาพที่ ง-3 แสดงการกระจายส่วนตกค้างที่สมดุลกันทั้งทางบวก (+) และทางลบ (-)

2. การวิเคราะห์สำหรับการทดสอบทางสถิติแบบ One-way ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดสัดส่วนผู้สูงอายุชาย และหญิงไทย ทั้งหมด 36 สัดส่วน มีรายละเอียดเกี่ยวกับการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม MINITAB V.13 ดังแสดงในตารางที่ ง-1 ถึง ง-36

ตารางที่ ง-1 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 1.Stature

One-way ANOVA: 1.Stature versus Gender

Analysis of Variance for 2.Statur

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	13309.1	13309.1	289.09	0.000
Error	398	18323.3	46.0		
Total	399	31632.3			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	200	159.73	7.63	(-*)
2	200	148.19	5.82	(-*)

Pooled StDev = 6.79

148.0 152.0 156.0 160.0

ตารางที่ ง-2 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 2.Eye height

One-way ANOVA: 2.Eye height versus Gender

Analysis of Variance for 3.Eye he

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	10395.8	10395.8	249.63	0.000
Error	398	16574.6	41.6		
Total	399	26970.5			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	200	147.71	7.46	(-*)
2	200	137.51	5.26	(-*)

Pooled StDev = 6.45

140.0 143.5 147.0

ตารางที่ ง-3 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 3.Shoulder height

One-way ANOVA: 3.Shoulder height versus Gender

Analysis of Variance for 4.Should					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	10029.0	10029.0	271.55	0.000
Error	398	14699.4	36.9		
Total	399	24728.4			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	131.05	6.81
2	200	121.04	5.24

Pooled StDev =	6.08	122.5	126.0	129.5
----------------	------	-------	-------	-------

ตารางที่ ง-4 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 4.Elbow height

One-way ANOVA: 4.Elbow height versus Gender

Analysis of Variance for 5.Elbow					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	6422.4	6422.4	225.81	0.000
Error	398	11319.6	28.4		
Total	399	17742.0			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	101.03	6.14
2	200	93.01	4.38

Pooled StDev =	5.33	93.0	96.0	99.0	102.0
----------------	------	------	------	------	-------

ตารางที่ ง-5 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 5.Hip height

One-way ANOVA: 5.Hip height versus Gender

Analysis of Variance for 6.Hip he					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	947.1	947.1	58.35	0.000
Error	398	6459.6	16.2		
Total	399	7406.7			

Individual 95% CIs For Mean			
Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	77.975	4.179
2	200	74.897	3.872

Pooled StDev =	4.029	74.4	75.6	76.8	78.0
----------------	-------	------	------	------	------

ตารางที่ ง-6 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 6.Knuckle height

One-way ANOVA: 6.Knuckle height versus Gender

Analysis of Variance for 7.Knuckl					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	2285.3	2285.3	130.86	0.000
Error	398	6950.4	17.5		
Total	399	9235.7			

Individual 95% CIs For Mean			
Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	67.636	4.351
2	200	62.855	3.999

Pooled StDev =	4.179	64.0	66.0	68.0
----------------	-------	------	------	------

ตารางที่ ง-7 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 7.Fingertip height

One-way ANOVA: 7.Fingertip height versus Gender

Analysis of Variance for 8.Finger					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	1906.2	1906.2	143.79	0.000
Error	398	5276.1	13.3		
Total	399	7182.3			

Level	N	Mean	StDev
1	200	58.134	3.883
2	200	53.768	3.381

Pooled StDev = 3.641			
----------------------	--	--	--

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

ตารางที่ ง-8 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 8.Sitting height

One-way ANOVA: 8.Sitting height versus Gender

Analysis of Variance for 10.Sitti					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	3575.4	3575.4	241.86	0.000
Error	398	5883.8	14.8		
Total	399	9459.2			

Level	N	Mean	StDev
1	200	83.880	4.158
2	200	77.901	3.504

Pooled StDev = 3.845			
----------------------	--	--	--

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

ตารางที่ ง-9 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 9.Sitting eye height

One-way ANOVA: 9.Sitting eye height versus Gender

Analysis of Variance for 11.Sitti

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	3404.7	3404.7	210.96	0.000
Error	398	6423.5	16.1		
Total	399	9828.2			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	200	73.590	4.328	(---*---)
2	200	67.755	3.681	(---*---)

Pooled StDev = 4.017

68.0 70.0 72.0 74.0

ตารางที่ ง-10 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 10.
Sitting shoulder height

One-way ANOVA: 10.Sitting shoulder height versus Gender

Analysis of Variance for 12.Sitti

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	2017.8	2017.8	162.68	0.000
Error	398	4936.5	12.4		
Total	399	6954.3			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	200	55.441	3.461	(---*---)
2	200	50.949	3.581	(---*---)

Pooled StDev = 3.522

51.0 52.5 54.0 55.5

ตารางที่ ง-11 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 11.

Sitting elbow height

One-way ANOVA: 11.Sitting elbow height versus Gender

Analysis of Variance for 13.Sitti					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	349.69	349.69	41.20	0.000
Error	398	3377.86	8.49		
Total	399	3727.55			

Level	N	Mean	StDev
1	200	21.909	3.241
2	200	20.039	2.543

Pooled StDev =	2.913
----------------	-------

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	21.909	3.241
2	200	20.039	2.543

Pooled StDev =	2.913
----------------	-------

20.00	20.80	21.60	22.40
-------	-------	-------	-------

ตารางที่ ง-12 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 12.

Thigh thickness

One-way ANOVA: 12.Thigh thickness versus Gender

Analysis of Variance for 18.Thigh					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	43.89	43.89	19.73	0.000
Error	398	885.17	2.22		
Total	399	929.06			

Level	N	Mean	StDev
1	200	13.028	1.523
2	200	12.365	1.459

Pooled StDev =	1.491
----------------	-------

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	13.028	1.523
2	200	12.365	1.459

Pooled StDev =	1.491
----------------	-------

12.30	12.60	12.90	13.20
-------	-------	-------	-------

ตารางที่ ง-15 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 15.Knee-height

One-way ANOVA: 15.Knee-height versus Gender

Analysis of Variance for 16.Knee-					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	954.81	954.81	163.06	0.000
Error	398	2330.59	5.86		
Total	399	3285.40			

Individual 95% CIs For Mean			
Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	48.492	2.605
2	200	45.402	2.220

Pooled StDev =	2.420	45.6	46.8	48.0	49.2
----------------	-------	------	------	------	------

ตารางที่ ง-16 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 16.Popliteal height

One-way ANOVA: 16.Popliteal height versus Gender

Analysis of Variance for 17.Popli					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	890.43	890.43	224.20	0.000
Error	398	1580.66	3.97		
Total	399	2471.08			

Individual 95% CIs For Mean			
Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	38.836	2.198
2	200	35.852	1.764

Pooled StDev =	1.993	36.0	37.0	38.0	39.0
----------------	-------	------	------	------	------

ตารางที่ ง-17 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 17.

Shoulder breadth (bideftoid)

One-way ANOVA: 17.Shoulder breadth (bideftoid) versus Gender

Analysis of Variance for 26.Shoulder breadth (bideftoid)

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	380.64	380.64	40.57	0.000
Error	398	3734.40	9.38		
Total	399	4115.04			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	200	42.018	2.811
2	200	40.067	3.296

Pooled StDev = 3.063

40.00 40.80 41.60 42.40

ตารางที่ ง-18 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 18.

Shoulder breadth (biacromia)

One-way ANOVA: 18.Shoulder breadth (biacromia) versus Gender

Analysis of Variance for 25.Shoulder breadth (biacromia)

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	1084.38	1084.38	256.01	0.000
Error	398	1685.81	4.24		
Total	399	2770.19			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	200	37.434	2.215
2	200	34.141	1.888

Pooled StDev = 2.058

34.8 36.0 37.2

ตารางที่ ง-19 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 19.Hip breadth

One-way ANOVA: 19.Hip breadth versus Gender

Analysis of Variance for 27.Hip					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	28.9	28.9	2.80	0.095
Error	398	4111.6	10.3		
Total	399	4140.6			

				Individual 95% CIs For Mean	
				Based on Pooled StDev	
Level	N	Mean	StDev	+-----+-----+-----+-----+	
1	200	35.627	3.314	{-----*-----}	
2	200	36.165	3.111	{-----*-----}	
				+-----+-----+-----+-----+	
Pooled StDev =		3.214		35.20	35.60 36.00 36.40

ตารางที่ ง-20 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 20.Chest depth

One-way ANOVA: 20.Chest depth versus Gender

Analysis of Variance for 20.Chest					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	1105.23	1105.23	145.13	0.000
Error	398	3031.03	7.62		
Total	399	4136.26			

				Individual 95% CIs For Mean	
				Based on Pooled StDev	
Level	N	Mean	StDev	+-----+-----+-----+-----+	
1	200	21.787	2.067	{---*---}	
2	200	25.111	3.310	{--*--}	
				+-----+-----+-----+-----+	
Pooled StDev =		2.760		21.6	22.8 24.0 25.2

ตารางที่ ง-21 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 21.Abdominal depth

One-way ANOVA: 21.Abdominal depth versus Gender

Analysis of Variance for 21.Abdom

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	1170.7	1170.7	81.22	0.000
Error	398	5736.5	14.4		
Total	399	6907.2			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	200	23.221	3.673
2	200	26.642	3.916

Pooled StDev = 3.796

ตารางที่ ง-22 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 22.
Shoulder-elbow length

One-way ANOVA: 22.Shoulder-elbow length versus Gender

Analysis of Variance for 14.Shoul

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	450.71	450.71	151.62	0.000
Error	398	1183.14	2.97		
Total	399	1633.86			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	200	33.147	1.692
2	200	31.074	1.756

Pooled StDev = 1.724

ตารางที่ ง-23 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 23.

Elbow-fingertip length

One-way ANOVA: 23.Elbow-fingertip length versus Gender

Analysis of Variance for 15.Elbow					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	810.83	810.83	148.87	0.000
Error	398	2167.67	5.45		
Total	399	2978.50			

Individual 95% CIs For Mean			
Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	45.115	2.384
2	200	42.268	2.283

Pooled StDev =	2.334	42.0	43.0	44.0	45.0
----------------	-------	------	------	------	------

ตารางที่ ง-24 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 24.

Upper limb length

One-way ANOVA: 24.Upper limb length versus Gender

Analysis of Variance for 28.Upper					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	2484.0	2484.0	137.40	0.000
Error	398	7195.4	18.1		
Total	399	9679.4			

Individual 95% CIs For Mean			
Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	68.092	4.239
2	200	63.108	4.265

Pooled StDev =	4.252	64.0	66.0	68.0
----------------	-------	------	------	------

ตารางที่ ง-25 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 25.

Shoulder-grip length

One-way ANOVA: 25.Shoulder-grip length versus Gender

Analysis of Variance for 29.Shoulder-grip length

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	2172.0	2172.0	144.44	0.000
Error	398	5984.8	15.0		
Total	399	8156.8			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
1	200	58.935	3.976	(---*---)
2	200	54.275	3.777	(---*---)

Pooled StDev = 3.878

54.4 56.0 57.6 59.2

ตารางที่ ง-26 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 26.Head length

One-way ANOVA: 26.Head length versus Gender

Analysis of Variance for 19.Head length

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	5.108	5.108	8.21	0.004
Error	398	247.455	0.622		
Total	399	252.562			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
1	200	17.901	0.732	(---*---)
2	200	17.675	0.841	(---*---)

Pooled StDev = 0.789

17.70 17.85 18.00

ตารางที่ ง-27 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 27.Head breadth

One-way ANOVA: 27.Head breadth versus Gender

Analysis of Variance for 24.Head

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	3.367	3.367	7.01	0.008
Error	398	191.147	0.480		
Total	399	194.514			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	200	15.546	0.678	-----+-----+-----+-----
2	200	15.362	0.708	(-----*-----)
				(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----
Pooled StDev =		0.693		15.36 15.48 15.60

ตารางที่ ง-28 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 28.Hand length

One-way ANOVA: 28.Hand length versus Gender

Analysis of Variance for 34.Hand

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	169.26	169.26	81.09	0.000
Error	398	830.79	2.09		
Total	399	1000.05			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	200	17.427	1.102	-----+-----+-----+-----
2	200	16.125	1.721	(-----*-----)
				(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----
Pooled StDev =		1.445		16.00 16.50 17.00 17.50

ตารางที่ ง-29 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 29.Hand breadth

One-way ANOVA: 29.Hand breadth versus Gender

Analysis of Variance for 33.Hand					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	25.452	25.452	93.67	0.000
Error	398	108.146	0.272		
Total	399	133.598			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	7.7000	0.5248
2	200	7.1955	0.5178

Pooled StDev =	0.5213	7.20	7.40	7.60	7.80
----------------	--------	------	------	------	------

ตารางที่ ง-30 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 30.Foot length

One-way ANOVA: 30.Foot length versus Gender

Analysis of Variance for 36.Foot					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	198.67	198.67	82.24	0.000
Error	398	961.50	2.42		
Total	399	1160.17			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	24.337	1.811
2	200	22.928	1.245

Pooled StDev =	1.554	23.00	23.50	24.00	24.50
----------------	-------	-------	-------	-------	-------

ตารางที่ ง-31 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 31.Foot breadth

One-way ANOVA: 31.Foot breadth versus Gender

Analysis of Variance for 31.Foot

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	48.790	48.790	106.55	0.000
Error	398	182.244	0.458		
Total	399	231.034			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	200	9.943	0.711	(---*---)
2	200	9.245	0.640	(---*---)
Pooled StDev = 0.677				9.25 9.50 9.75 10.00

ตารางที่ ง-32 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 32.Span

One-way ANOVA: 32.Span versus Gender

Analysis of Variance for 32.Span

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	16715.9	16715.9	248.12	0.000
Error	398	26813.7	67.4		
Total	399	43529.6			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	200	163.30	8.97	(---*---)
2	200	150.37	7.37	(---*---)
Pooled StDev = 8.21				150.0 155.0 160.0 165.0

ตารางที่ ง-33 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 33.Elbow span

One-way ANOVA: 33.Elbow span versus Gender

Analysis of Variance for 32.Elbow

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	3852.7	3852.7	170.51	0.000
Error	398	8993.1	22.6		
Total	399	12845.8			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	200	82.772	5.206
2	200	76.565	4.253

Pooled StDev = 4.753

77.5 80.0 82.5

ตารางที่ ง-34 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 34.
Vertical grip reach (standing)

One-way ANOVA: 34.Vertical grip reach (standing) versus Gender

Analysis of Variance for 1.Vertic

Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	19193.3	19193.3	245.71	0.000
Error	398	31089.6	78.1		
Total	399	50282.9			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	200	193.09	9.69
2	200	179.23	7.89

Pooled StDev = 8.84

180.0 185.0 190.0 195.0

ตารางที่ ง-35 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 35.

Vertical grip reach (sitting)

One-way ANOVA: 35.Vertical grip reach (sitting) versus Gender

Analysis of Variance for 9.Vertic					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	6372.0	6372.0	142.60	0.000
Error	398	17784.8	44.7		
Total	399	24156.8			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	117.77	6.52
2	200	109.79	6.85

Pooled StDev =	6.68	111.0	114.0	117.0
----------------	------	-------	-------	-------

ตารางที่ ง-36 แสดงการวิเคราะห์ One-way ANOVA เปรียบเทียบสัดส่วนที่ 36.

Forward grip reach

One-way ANOVA: 36.Forward grip reach versus Gender

Analysis of Variance for 30.Forwa					
Source	DF	SS	MS	F	P
Gender	1	2946.9	2946.9	129.35	0.000
Error	398	9067.3	22.8		
Total	399	12014.2			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	200	78.803	5.092
2	200	73.375	4.431

Pooled StDev =	4.773	74.0	76.0	78.0
----------------	-------	------	------	------

ภาคผนวก จ

ประวัติความเป็นมาในการวัดขนาดของคนไทย

ประวัติความเป็นมาในการวัดขนาดของคนไทย

ชัยยุทธ ขวาลิตนิธิกุล และคนอื่นๆ (2530) ได้วัดขนาดร่างกายผู้ใช้แรงงานไทย 21 สัดส่วน จำนวน 2,198 ตัวอย่าง (ชาย 1,478 ตัวอย่าง หญิง 711 ตัวอย่าง) เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องจักร เครื่องมือ งานและบริเวณงาน โดยเสนอค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ 5 และ 95 ได้ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของชาย 165.4 ซม. หญิง 154 ซม. ซึ่งสูงกว่าที่เคยมีการศึกษาเอาไว้ การศึกษาขนาดร่างกายเปรียบเทียบกับแต่ละภาค พบว่ามีความแตกต่างกัน ผลการเปรียบเทียบขนาดร่างกายสัดส่วนต่างๆ ระหว่างผู้ใช้แรงงานชายไทยและกลุ่มตัวอย่างในประเทศ พบว่า เมื่อเทียบขนาดร่างกายกับประเทศในแถบเอเชียด้วยกันคือ อินโดนีเซีย และศรีลังกา ชายไทย จะมีส่วนสูงและขนาดรูปร่างทั่วไปใหญ่กว่า แต่เมื่อเทียบกับชายอิหร่าน ซึ่งมีเผ่าพันธุ์แตกต่างกันชายไทยจะมีขนาดร่างกายเล็กกว่าในทุกสัดส่วน สำหรับการเปรียบเทียบขนาดรูปร่างผู้ใช้แรงงานหญิงไทยกับหญิงอินโดนีเซีย และศรีลังกา พบว่าหญิงไทยมีส่วนสูงและขนาดรูปร่างใหญ่กว่า

กิตติ อินทรานนท์ และคนอื่นๆ (2531) ได้สำรวจสัดส่วนร่างกายและความสามารถสูงสุดในการทำงานของประชากรในกลุ่มอาชีพกสิกรรมและอุตสาหกรรม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ เพื่อเป็นหลักเกณฑ์ในการออกแบบ กำหนดขนาด และปรับระยะต่างๆ ของเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยสุ่มตัวอย่างชาย 250 คน และหญิง 250 คนอายุระหว่าง 17-25 ปี ผลปรากฏว่า สัดส่วนร่างกายของผู้เข้าทดสอบมีขนาดเล็กกว่าที่สรุปจากผลงานวิจัยอื่นๆ เช่น สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม สำรวจสำรวจและวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทย ระยะที่ 1 (2524-2528)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม สำรวจสำรวจและวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทย ระยะที่ 2 (2529-2533)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม สำรวจและวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทย ระยะที่ 3 (2536-2537) ได้ทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายเด็กหญิงไทยอายุ 1-16 ปี 128 สัดส่วน จำนวน 3,821 คน เด็กชายไทย อายุ 1-16 ปี 116 สัดส่วน จำนวน 3,202 คน หญิงไทย อายุ 17-49 ปี 131 สัดส่วน จำนวน 5,845 คน และชายไทย อายุ 17-49 ปี 144 สัดส่วนจำนวน 4,151 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อมูลโครงสร้างร่างกายคนไทยที่ถูกต้องใกล้เคียงกับสภาวะปัจจุบัน เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการกำหนดมาตรฐานขนาดและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับร่างกาย และเพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับผลการสำรวจในระยะที่ผ่านมา

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สํารวจและวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกาย
 คนไทย ระยะที่ 3 (2543-2544) ได้ทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายเด็กหญิงไทยอายุ 1-16 ปี
 128 สัดส่วน จำนวน 3,821 คน เด็กชายไทย อายุ 1-16 ปี 121 สัดส่วน จำนวน 2,233 คน
 หญิงไทย อายุ 17-49 ปี 142 สัดส่วน จำนวน 4,525 คน และชายไทย อายุ 17-49 ปี
 144 สัดส่วน จำนวน 4,301 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อมูลโครงสร้างร่างกาย คนไทย
 ที่ถูกต้องใกล้เคียงกับสภาวะปัจจุบัน เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการกำหนดมาตรฐานขนาด และ
 ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับร่างกาย และเพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับ
 ผลการสำรวจในระยะที่ผ่านมา

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายวุฒิชัย ชนินทร์ประเสริฐ
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การวัดสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุไทย
 สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2521 ที่จังหวัดชลบุรี

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปี พ.ศ. 2543