ผลกระทบของท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตู
ที่มีผลต่อการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ

นางสาววรกานต์ ทึงทา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2562

EFFECTS OF POSTURE ASSUMED DURING USING DOOR KNOB ON WRIST TORQUE EXERTION OF ELDERLY

Worakan Tuengta

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering In Industrial Systems And Environmental Engineering

Suranaree University of Technology

Academic 2019

ผลกระทบของท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตูที่มีผลต่อ
การออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

____

(อ. ดร.นรา สมัตถภาพงศ์)
ประธานกรรมการ

____

(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

____

(รศ. ดร.นิวิท เจริญใจ)
กรรมการ

____

(ผศ. ดร.จงกล ศรีธร)
กรรมการ

____

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนาความเป็นสากล

____

(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

วรกานต์ ทึงทา : ผลกระทบของท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตูที่มีผลต่อการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ (EFFECTS OF POSTURE ASSUMED DURING USING DOOR KNOB ON WRIST TORQUE EXERTION OF ELDERLY) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล, 138 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ ข้อมูลงานวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การวิจัยเชิงสำรวจประกอบไปด้วยการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ และการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ทดสอบ ส่วนที่ 2 การวิจัยเชิงการทดลองเป็นการวัดความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ โดยมีตัวแปรอิสระประกอบด้วย 1) ลักษณะท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตู มี 2 ระดับคือ ท่ายืนและท่านั่ง 2) ระดับความสูงของอุปกรณ์ มี 2 ระดับคือ 1,000 และ1,200 มิลลิเมตร 3) มือ มี 2 ระดับคือ มือซ้ายและมือขวา และ 4) ทิศทางในการออกแรง มี 2 ระดับคือ หมุนทวนเข็มนาฬิกาและหมุนตามเข็มนาฬิกา ส่วนตัวแปรตามคือค่าแรงบิดข้อมือ ผู้สูงอายุที่เข้าร่วมในการทดสอบครั้งนี้มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปอาศัยอยู่ในจังหวัดนครราชสีมา จำนวนทั้งหมด 110 คน แบ่งเป็นเพศชาย 22 คน และเพศหญิง 88 คน

ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุพบว่า ในการออกแรงในท่ายืนของผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงนั้น ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือขวาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรและความสามารถในการออกแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือซ้ายที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ส่วนการออกแรงในท่านั่งของผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงนั้นพบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือซ้ายที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรและมีค่าน้อยที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือซ้ายที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร นอกจากนี้ ยังพบว่าเพศชายมีความสามารถในการออกแรงบิดมากกว่าเพศหญิง การออกแรงในลักษณะท่ายืนทำให้สามารถออกแรงบิดได้มากกว่าลักษณะท่านั่ง มือขวาออกแรงบิดได้มากกว่ามือซ้าย และการออกแรงบิดในทิศตามเข็มนาฬิกาสามารถออกแรงบิดได้ดีกว่าทิศทวนเข็มนาฬิกา

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนักศึกษา ____________

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ____________

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

WORAKAN TUENGTA : EFFECTS OF POSTURE ASSUMED DURING USING DOOR KNOB ON WRIST TORQUE EXERTION OF ELDERLY. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PORNSIRI JONGKOL, Ph.D., 138 PP.

WRIST TORQUE EXERTION CAPABILITY/ELDERLY/DOOR KNOB

The objectives of this research were to measure wrist torque exertion capability of elderly and to study factors affecting wrist torque exertion of elderly. The research was divided into two parts. Part 1 was survey research consisted of collecting personal data of subjects and measuring body dimensions of subjects. Part 2 was experimental research conducted to measure wrist torque exertion capability of subjects. Independent variables were 1) posture (standing and seated), 2) height of exertion (1,000 and 1,200 cm), 3) hand side (right and left hands), and 4) exertion direction (clockwise and counterclockwise).

Dependent variable was wrist torque exerted on door knob. Subjects were 110 elderly who were 60 years old and over and lived in Nakhon Ratchasima province (22 males and 88 females). Results showed that posture, height of exertion, hand side, and exertion direction affected wrist torque exertion. For standing posture, average wrist torque was greatest when exerted at 1,000 cm using right hand, whereas average wrist torque was lowest when exerted at 1,200 cm using left hand. For seated posture, average wrist torque was greatest when exerted at 1,000 cm using left hand, whereas average wrist torque was lowest when exerted at 1,200 cm using left hand. Furthermore, it was found that males exerted greater force than females. Torques exerted in standing posture were greater than those in seated posture. Right hand

provided greater torque than left hand, and also torques exerted in clockwise direction were greater than those in counterclockwise direction.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Industrial Engineering

Academic Year 2019

Student's Signature ______________

Advisor's Signature ______________

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องผลกระทบของท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตูที่มีผลต่อการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ บรรลุวัตถุประสงค์ไปได้ด้วยดีเนื่องจากความกรุณาและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล ผู้ซึ่งสละเวลาให้คำแนะนำ และติดตามความคืบหน้าของนักศึกษาสม่ำเสมอตลอดจนแก้ไขปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.นิวิท เจริญใจ ท่านอาจารย์ ดร.นราสมัตถภาพงศ์ และท่านผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.จงกล ศรีธร ที่ให้คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัยในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณจำนง ผายสระน้อย วิศวกรประจำศูนย์เครื่องมือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในความกรุณาที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ทำให้การดำเนินงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้สูงอายุในอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา ทุกท่านที่ให้ ความกรุณาเสียสละเวลาเพื่อเข้าร่วมการทดสอบในครั้งนี้และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่มอบโอกาสทางการศึกษา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวที่คอยสนับสนุนทางการศึกษา และให้กำลังใจเสมอมา ทำให้การดำเนินงานผ่านไปได้ด้วยดี

วรกานต์ ทึงทา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ข
กิตติกรรมประกาศ ง
สารบัญ จ
สารบัญตาราง ซ
สารบัญรูป ฎ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 โครงสร้างมือ (Hand Structure) 3
2.2 การเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Joint Movement) 4
2.3 ข้อมูลสัดส่วนร่างกาย 8
2.4 กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. 2548 8
2.5 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 9

3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 17
3.1 การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) 17
3.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ 17
3.1.2 การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ 17
3.2 การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) 20
3.2.1 การออกแบบการทดลอง 20

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.2 การทดลอง 20

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 22

3.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ 24

3.3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม 24

3.3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ ตามช่วงอายุ 30

3.3.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ เพศชายตามช่วงอายุ 40

3.3.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ เพศหญิงตามช่วงอายุ 46

4 ผลการวิจัย 53

4.1 การวิจัยเชิงสำรวจ 53

4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ 53

4.1.2 การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ 58

4.2 ผลการวิจัยเชิงการทดลอง 61

4.2.1 ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ 61

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของ ผู้สูงอายุ 72

4.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน 77

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ โดยรวม 77

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ ตามช่วงอายุ 85

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ เพศชายตามช่วงอายุ 94

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิง ตามช่วงอายุ 102

4.4 การอภิปรายผล 110

4.5 การนำเสนอตำแหน่งลูกบิดประตู 111

5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 114

5.1 สรุปผลการศึกษา 114

5.2 ข้อเสนอแนะ 116

รายการอ้างอิง 117

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน แบบฟอร์มการวัดสัดส่วน และตารางบันทึกผล 119

ภาคผนวก ข. ตารางแสดงค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 50 และ 95 ของสัดส่วนร่างกาย และสัดส่วนมือ 125

ภาคผนวก ค. กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคาร สำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ.๒๕๔๕ 129

ภาคผนวก ง. ภาพแสดงตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกายและสัดส่วนมือ 131

ประวัติผู้เขียน 138

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 การวัดสัดส่วนร่างกายในท่ายืนและท่านั่ง 17
3.2 การวัดสัดส่วนมือ 19
3.3 ตารางบันทึกข้อมูลแรงบิดข้อมือ 22
3.4 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม 27
3.5 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ 34
3.6 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ 43
3.7 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ 49
4.1 จำนวนผู้สูงอายุจำแนกตามโรคประจำตัว 56
4.2 จำนวนผู้สูงอายุจำแนกตามอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย 56
4.3 จำนวนผู้สูงอายุจำแนกตามการออกกำลังกาย 57
4.4 จำนวนผู้สูงอายุจำแนกตามความถี่ในการใช้งานลูกบิดประตู 57
4.5 สัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุท่ายืน 58
4.6 สัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุท่านั่ง 60
4.7 สัดส่วนมือของผู้สูงอายุ 61
4.8 ค่าเฉลี่ยแรงบิด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้สูงอายุโดยรวม 62
4.9 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 และ95 ของผู้สูงอายุโดยรวม 63
4.10 ค่าเฉลี่ยแรงบิด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้สูงอายุช่วงอายุ 60-69 ปี 65
4.11 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 และ95 ของผู้สูงอายุช่วงอายุ 60-69 ปี 66
4.12 ค่าเฉลี่ยแรงบิด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้สูงอายุช่วงอายุ 70-79 ปี 68
4.13 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 และ95 ของผู้สูงอายุช่วงอายุ 70-79 ปี 69
4.14 ค่าเฉลี่ยแรงบิด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้สูงอายุช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป 71

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.15 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 และ95 ของผู้สูงอายุช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป 72
4.16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม 79
4.17 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับเพศ 81
4.18 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับท่าทาง การใช้งานลูกบิดประตู 81
4.19 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับระดับความสูง 81
4.20 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือ 82
4.21 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรง 82
4.22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ 87
4.23 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับช่วงอายุ 90
4.24 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับเพศ 90
4.25 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับท่าทาง การใช้งานลูกบิดประตู 91
4.26 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับระดับความสูง 91
4.27 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือ 92
4.28 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรง 92
4.29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ 96
4.30 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับช่วงอายุ 98
4.31 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับท่าทาง การใช้งานลูกบิดประตู 98
4.32 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับระดับความสูง 98
4.33 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือ 99
4.34 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรง 99
4.35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุหญิงตามช่วงอายุ 103
4.36 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับช่วงอายุ 105

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.37 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู 105
4.38 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับระดับความสูง 106
4.39 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือ 106
4.40 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรง 106

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 กระดูกมือ 3
2.2 การเหยียดและการงอ 5
2.3 การหุบเข้าและการกางออก 5
2.4 การหมุนข้อศอก 6
2.5 การคว่ำและการหงายแขนท่อนล่าง 6
2.6 กล้ามเนื้อต้นแขน 7
2.7 กล้ามเนื้อปลายแขน 7
3.1 เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกาย 19
3.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก 19
3.3 สายวัด 20
3.4 ลักษณะการวัดสัดส่วนมือ 20
3.5 ลักษณะการออกแรงบิด 21
3.6 เครื่องทดสอบแรงบิดมือ 22
3.7 โต๊ะปรับระดับความสูง 23
3.8 ลูกบิดประตู 23
3.9 รถเข็นนั่ง 24
4.1 จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามเพศและช่วงอายุ 53
4.2 จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามมือข้างที่ถนัด 54
4.3 จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามระดับการศึกษา 54
4.4 จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามการประกอบอาชีพ 55
4.5 ความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือโดยรวมของผู้สูงอายุจำแนกตามเพศ 73
4.6 ความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามท่าทางการใช้งาน 74
4.7 ความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามท่าทางการใช้งาน 75
4.8 ความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ 76
4.9 ความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ 77

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.10 แผนภาพการกระจายตัวแบบปกติของการวิเคราะห์ความแปรปรวน
ค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม 78
4.11 แผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ของการวิเคราะห์
ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม 78
4.12 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างเพศกับท่าทาง 83
4.13 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างเพศกับระดับความสูง 83
4.14 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูง 84
4.15 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างระดับความสูงกับข้างของมือ 84
4.16 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานกับทิศทางการออกแรง 85
4.17 แผนภาพการกระจายตัวแบบปกติของการวิเคราะห์ความแปรปรวน
ค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ 86
4.18 แผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ของการวิเคราะห์
ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ 86
4.19 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุกับเพศ 92
4.20 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู 93
4.21 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างระดับความสูงกับข้างของมือ 93
4.22 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างมือกับทิศทางการออกแรง 94
4.23 แผนภาพการกระจายตัวแบบปกติของการวิเคราะห์ความแปรปรวน
ค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ 95
4.24 แผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ของการวิเคราะห์
ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ 95
4.25 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู 100
4.26 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุกับข้างของมือ 100
4.27 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูง 101
4.28 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างมือกับทิศทางการออกแรง 101

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.29 แผนภาพการกระจายตัวแบบปกติของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ 102
4.30 แผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ 102
4.31 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู 107
4.32 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูง 108
4.33 พล็อตอันตรกิริยาระหว่าระดับความสูงกับข้างของมือ 108
4.34 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างข้างของมือกับทิศทางการออกแรง 109
4.35 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับทิศทางการออกแรง 109
4.36 ระดับความสูงของลูกบิดประตู 112
4.37 การเปรียบเทียบลักษณะการออกแรงบิดข้อมือในท่ายืน 112
4.38 การเปรียบเทียบลักษณะการออกแรงบิดข้อมือในท่านั่ง 113

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การดำเนินกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองเป็นสิ่งบ่งชี้ระดับความสามารถในการช่วยเหลือตนเองของผู้สูงอายุ ในการดำเนินกิจวัตรประจำวันบางอย่าง ผู้สูงอายุต้องออกแรงจากมือ และข้อมือในการใช้อุปกรณ์ เช่น การปิด-เปิดก๊อกน้ำ การใช้ลูกบิดประตู เป็นต้น หากผู้สูงอายุมีข้อจำกัดในการออกแรงอาจทำให้ไม่สามารถใช้อุปกรณ์ได้หรืออาจทำให้เกิดการบาดเจ็บบริเวณข้อมือได้ (Czaja, 1983) ในการออกแบบการใช้งานอุปกรณ์จึงจำเป็นต้องทราบคุณลักษณะของผู้สูงอายุซึ่งเป็นผู้ใช้งาน เช่น ความสามารถในการออกแรง เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้และเกิดความปลอดภัยจากการใช้งาน

เพื่อส่งเสริมการใช้ชีวิตของผู้สูงอายุอย่างมีคุณภาพประเทศไทยได้มีการจัดทำแผนผู้สูงอายุแห่งชาติฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2545-2564) เป็นแผนยุทธศาสตร์หลักในการดำเนินงานด้านผู้สูงอายุแบ่งยุทธศาสตร์ออกเป็น 5 ยุทธศาสตร์ในยุทธศาสตร์ที่ 2 ได้กล่าวถึงการส่งเสริมและพัฒนาผู้สูงอายุมีทั้งหมด 6 มาตรการ ซึ่งจากมาตรการที่ 6 กรมโยธาธิการและผังเมืองได้กำหนดให้หน่วยงานภาครัฐและเอกชนจัดทำสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้พิการและคนชรา ได้จัดทำกฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ.2548 มีทั้งหมด 9 หมวด โดยหมวดที่ 6 ได้มีการกล่าวถึงลักษณะการออกแบบประตูที่เหมาะสมต่อการใช้งานสำหรับผู้สูงอายุ อุปกรณ์เปิด-ปิดประตูต้องเป็นชนิดก้านบิดหรือแกนผลักอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตรแต่ไม่เกิน 1,200 มิลลิเมตร (กระทรวงมหาดไทย, 2548)

ในปัจจุบันลูกบิดประตูแบบกลม แบบทรงกระบอก และประตูแบบบานผลัก ยังเป็นที่นิยมใช้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในที่พักอาศัย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการออกแรงบิดสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและติดตั้งลูกบิดประตูที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ ซึ่งจะทำให้ผู้สูงอายุมีความปลอดภัยในการดำเนินชีวิตประจำวัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อวัดและวิเคราะห์แรงบิดข้อมือที่ใช้ในการบิดลูกบิดประตู ของผู้สูงอายุไทย

1.2.2 เพื่อศึกษาผลกระทบของท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตู และความสูงของลูกบิดประตูที่มีผลต่อการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุไทย

1.2.3 เพื่อนำเสนอตำแหน่งของลูกบิดประตู ที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุไทย

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตู และความสูงของลูกบิดประตู ที่มีผลต่อการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุไทย ผู้สูงอายุที่ใช้ในการทดสอบจัดกลุ่มตามช่วงอายุ แบ่งเป็น 3 ช่วงอายุ คือ 60-69 ปี, 70-79 ปี และ 80 ปีขึ้นไป ไม่เคยได้รับบาดเจ็บของกล้ามเนื้อบริเวณมือ แขน และไม่มีปัญหาสุขภาพที่ส่งผลต่อการออกแรงบิด ซึ่งทำการทดสอบโดยใช้ทั้งมือขวาและมือซ้าย ในลักษณะท่านั่งและท่ายืน และเป็นผู้ที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการนำเสนอตำแหน่งของลูกบิดประตู ที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุไทย

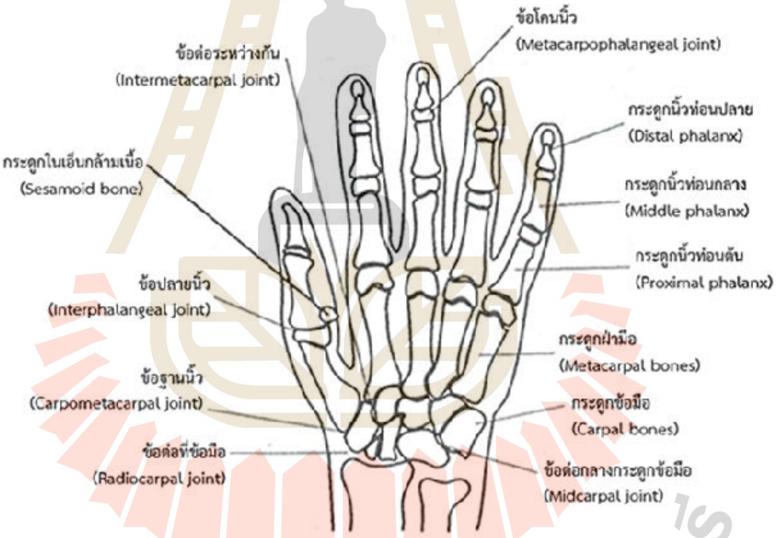
1.4.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ ไปปรับใช้ในงานบริการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้สูงอายุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างมือ (Hand Structure)

ในร่างกายของมนุษย์มีโครงสร้างมือที่ประกอบไปด้วยกระดูก 28 ชิ้นแบ่งออกเป็น กระดูกบริเวณข้อมือจำนวน 8 ชิ้นแต่ละชิ้นจะยึดติดอยู่กับกระดูก กระดูกนิ้วจำนวน 12 ชิ้น กับ 2 ชิ้นในหัวแม่มือ กระดูกบริเวณฝ่ามือมี 5 ชิ้นแต่ละชิ้นเรียงต่อกับกระดูกนิ้ว และกระดูกเม็ดงาติดกับบริเวณนิ้วหัวแม่มือจำนวน 1 ชิ้น ดังภาพที่ 2.1



รูปที่ 2.1 กระดูกมือ (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

2.1.1 กระดูกนิ้วมือ (Finger Bones)

2.1.1 กระดูกนิ้วมือ (Finger Bones) เป็นกระดูกชนิดสั้นมีทั้งหมด 28 ชิ้น ประกอบไปด้วยข้างละ 14 ชิ้น ซึ่งกระดูกนิ้วมือมีรูปร่างที่สำคัญดังนี้

1. กระดูกนิ้วมือแต่ละชิ้นมีส่วนหัว (Head) ส่วนกลาง (Body) และส่วนของฐาน (Base) ซึ่งจะใหญ่กว่าส่วนหัว
2. กระดูกนิ้วแต่ละชิ้นจะต่อกันเป็นข้อซึ่งกันและกัน กระดูกนิ้วก้อยสั้นที่สุด นิ้วนางมักจะยาวกว่านิ้วชี้เล็กน้อย นิ้วกลางยาวที่สุด และนิ้วหัวแม่มือจะสั้นและกว้างที่สุด ซึ่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กระดูกนิ้วมือแต่ละชิ้นเรียกว่า Phalanx แต่ละ Phalanx มี 3 ชิ้น โดยชิ้นแรกหรือท่อนต้นเรียกว่า Proximal phalange ชิ้นกลางหรือท่อนกลางเรียกว่า Middle phalange และชิ้นปลายหรือท่อนปลายเรียกว่า Distal phalange ยกเว้นนิ้วหัวแม่มือจะมีแค่ 2 ชิ้น คือ Proximal และ Distal phalange

2.1.2 กระดูกฝ่ามือ (Metacarpal Bones) เป็นกระดูกชนิดสั้นมีทั้งหมด 10 ชิ้น ประกอบไปด้วยข้างละ 5 ชิ้น ในแต่ละชิ้นเรียงต่อกับกระดูกนิ้ว โดยเรียงตามลำดับจากด้านข้าง (Lateral) ชิ้นที่ต่อกับนิ้วก้อยเป็นชิ้นที่ 5 จะสามารถคลำได้ตลอดที่ด้านหลังมือ และชิ้นที่ต่อกันกับหัวแม่มือเป็นชิ้นที่ 1 ซึ่งกระดูกฝ่ามือมีรูปร่างดังนี้

- ส่วนหัว (Head) มีลักษณะ เรียบมนกลม ต่อกับกระดูกนิ้วมือ
- ส่วนกลาง (Body) มีลักษณะเรียว
- ส่วนฐาน (Base) มีลักษณะเป็นเบ้าสวมกับกระดูกข้อมือ

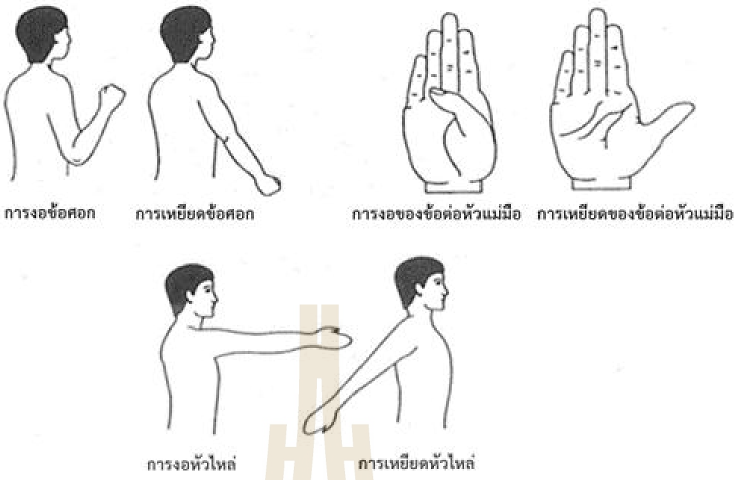
2.1.3 กระดูกข้อมือ (Carpal Bones) เป็นกระดูกชนิดสั้นเป็นเหลี่ยมชิ้นเล็ก ๆ มีทั้งหมด 16 ชิ้น ประกอบด้วยข้างละ 8 ชิ้น แต่ละชิ้นจะยึดติดกันและกันด้วยเอ็น ซึ่งกระดูกข้อมือมีรูปร่างที่สำคัญดังนี้

- แถวใน (Proximal) จะอยู่ใกล้กับลำตัว ซึ่งประกอบด้วยกระดูก Scaphoid, Lunate, Triquetrum และ Pisiform

- แถวปลายล่าง (Distal low) จะอยู่ห่างจากลำตัว ประกอบไปด้วยกระดูก Trapezium, Trapezoid, Capitate และ Hamate ซึ่ง Hamate อยู่ตรงกับทางด้านนิ้วก้อย และ Distal low จะต่อเป็นข้อกับกระดูกข้อมือ โดย Trapezium จะอยู่ตรงกับกระดูกหัวแม่มือ (ธวัชชานนท์ สิปปภากุล, 2548)

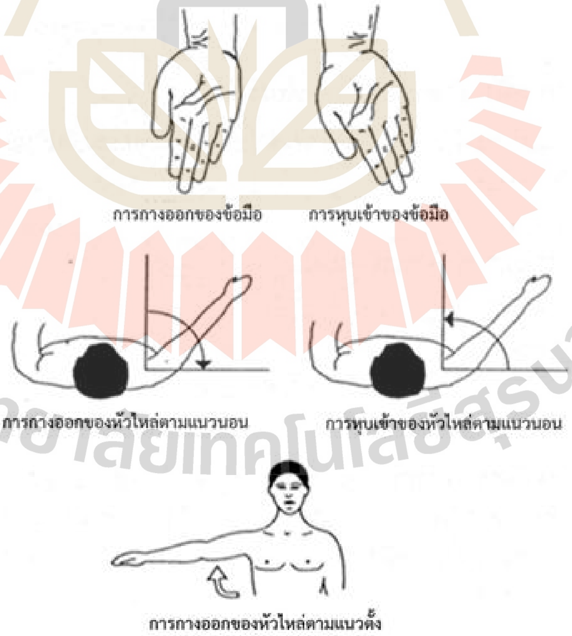
2.2 การเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Joint Movement) มี 4 แบบ ดังนี้

การเหยียด (Extension) การงอ (Flexion) การหุบเข้า (Adduction) การกางออก (Abduction) การหมุน (Rotation) การหมุนรูปกรวย (Circumduction) การหงาย (Supination) และการพลิกคว่ำ (Pronation) เป็นการเคลื่อนไหวอย่างอิสระของข้อต่อแยก (Diarthrotic Joints) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 2.2 การเหยียดและการงอ (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

2.2.1 การเหยียดและการงอ การเหยียดจะเป็นการเคลื่อนไหวที่ทำมุมระหว่างกระดูก 2 ชิ้นเพิ่มขึ้น และการงอเป็นการเคลื่อนไหวที่ก่อให้เกิดมุมระหว่างกระดูก 2 ชิ้นใด ๆ ลดลง รูปที่ 2.2

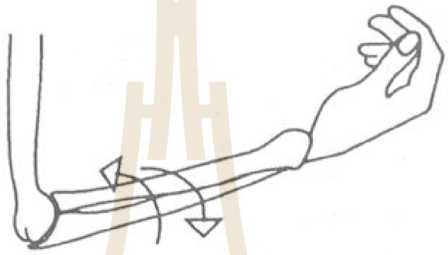


รูปที่ 2.3 การหุบเข้าและการกางออก (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

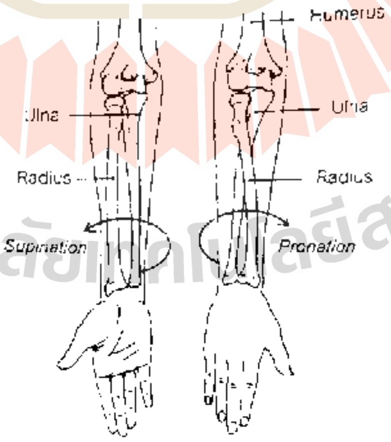
2.2.2 การหุบเข้าและการกางออก การหุบเข้าจะเป็นการเคลื่อนไหวเข้าหาแกนกลางของร่างกาย และการกางออกเป็นการเคลื่อนไหวในแนวราบให้ห่างออกไปจากแกนกลางของร่างกาย (นั่นคือ ห่างออกไปจากระนาบแบ่งครึ่งซ้าย-ขวา) รูปที่ 2.3

2.2.3 การหมุนรูปกรวย เป็นการเคลื่อนไหวที่รวมเอากิจกรรมการงอ การกางออก การเหยียด และการหุบเข้าตามลำดับ การเคลื่อนไหวสามารถดูได้เป็นรูปกรวย



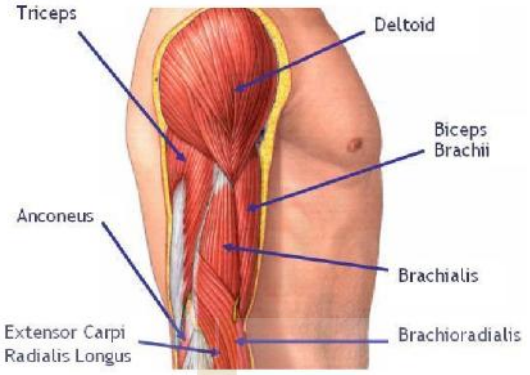
รูปที่ 2.4 การหมุนข้อศอก (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

2.2.4 การหมุน เป็นการเคลื่อนไหวรอบกระดูกตามยาว เช่น การหมุนของกระดูกต้นแขน (Humerus) รูปที่ 2.4 แสดงการหมุนของข้อศอกซึ่งกระดูกแขนท่อนนอก (Radius) หมุนรอบกระดูกแขนท่อนใน (Ulna)

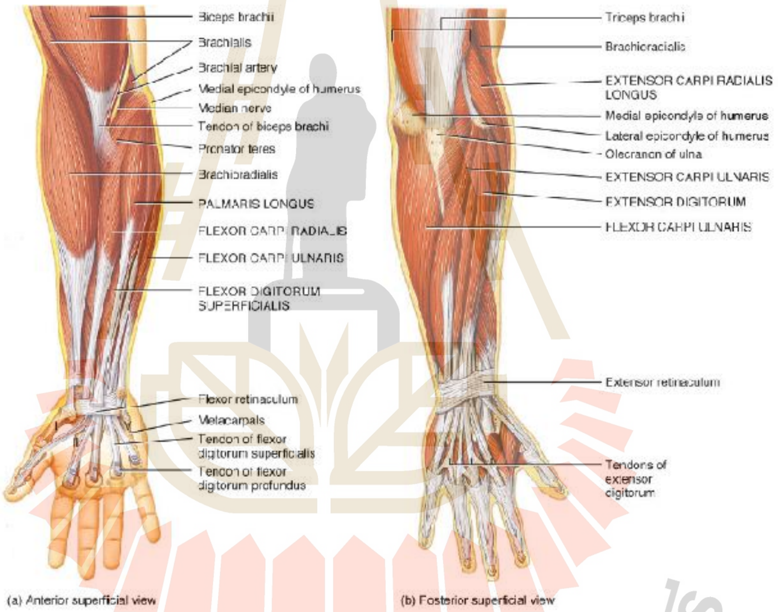


รูปที่ 2.5 การคว่ำและการหงายแขนท่อนล่าง (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.6 กล้ามเนื้อต้นแขน (กู้เกียรติ ทุดปอ, 2563)



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 2.7 กล้ามเนื้อปลายแขน (กู้เกียรติ ทุดปอ, 2563)

2.2.5 การหงายและการคว่ำ การหงาย (Supination) เป็นเคลื่อนไหวของแขนท่อนล่างในลักษณะที่หมุนเอาด้านในออกข้างนอกหรือการหมุนออกจากลำตัว (Outward Rotation) ทำให้ฝ่ามือหงายขึ้นโดยการทำงานของกล้ามเนื้อต้นแขน (Muscles of the Arm) ประกอบด้วยกล้ามเนื้อไบเซปส์ เบรคิไอ (Biceps brachii muscle) ซึ่งทำหน้าที่งอข้อศอก และหงายมือ ส่วนการคว่ำ (Pronation) ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่ตรงกันข้ามกับ Supination ด้วยการหมุนเอาด้านนอกเข้าด้านในหรือการหมุนเข้าหาลำตัว (Inward Rotation) ทำให้ฝ่ามือคว่ำลง โดยการกล้ามเนื้อปลายหน้า

แขน (Muscles of the Forearm : Anterior Group) ประกอบด้วย กล้ามเนื้อโพรเนเตอร์ เทเรส (Pronator Teres Muscle) ที่มีหน้าที่คว่ำมือ แสดงดังรูปที่ 2.5 การคว่ำและการหงายแขนท่อนล่าง

2.3 ข้อมูลสัดส่วนร่างกาย

การวัดสัดส่วนร่างกายมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลทางสถิติ (Static Measurement) และข้อมูล พลวัต (Dynamic Measurement) ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 ประเภทนี้มีความสำคัญสำหรับการออกแบบการปรับปรุงสถานที่ทำงาน เครื่องมือและผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับผู้ใช้หรือผู้ใช้เป็นเป้าหมายของการ ออกแบบ (User Centered Design) โดยการวัดสัดส่วนร่างกายเพื่อให้ได้ข้อมูลพลวัตเป็นการวัดขณะที่ร่างกายกำลังทำงานหรือเคลื่อนไหวอยู่ ส่วนการวัดสัดส่วนร่างกายเพื่อข้อมูลทางสถิติเป็นการวัดเมื่อร่างกายหยุดนิ่งรวมถึงร่างกายภายนอกหรือโครงสร้างของร่างกายและขนาดของโครงกระดูก การวัดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์โดยทั่วไปสามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

2.3.1 วิธีโดยตรง

ประกอบไปด้วย มิติเส้นตรง (Linear Dimension) และมิติเส้นรอบวง (Circumferential Dimension) ซึ่งมิติเส้นตรง คือ ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างจุดสองจุดบนร่างกายและมิติเส้นรอบวง คือ การวัดระยะทางตามพื้นผิวของร่างกายแล้วมาบรรจบที่จุดเริ่มต้นเดียวกัน วิธีโดยตรงเป็นการวัดในแนวเส้นตรง และเส้นโค้ง โดยใช้เครื่องมือวัด ก่อนทำการวัดจะต้องมีการทำเครื่องหมายจุดต่าง ๆ ลงบนร่างกายที่ต้องการวัดเรียกว่า จุดกำหนด (Landmark) ความยาวของอวัยวะร่างกาย (Body Link) คือ จุดเริ่มต้นกับจุดสิ้นสุดของอวัยวะร่างกายส่วนนั้น

2.3.2 วิธีภาพถ่าย

เป็นวิธีที่สามารถทำได้อย่างรวดเร็วด้วยการใช้เทคโนโลยีซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย มีทั้งแบบ Non-Stereo Photogrammetric หรือ Stereo Photogrammetric Methods ซึ่งวิธีภาพถ่ายเป็นการใช้เทคนิคการถ่ายภาพเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลของสัดส่วนร่างกายทั้งในแนวตรง เส้นโค้ง และแนวลึกที่ เป็นความสูงต่ำ (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

2.4 กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. 2548

ตามประกาศราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 122 ตอนที่ 52(ก) ลงวันที่ 2 กรกฎาคม 2548 เกี่ยวกับกฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. 2548 ในหมวดที่ 6 ประตู กล่าวคือ

ข้อ 18 ประตูของอาคารตามข้อ 3 ต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

(1) ประตูต้องเปิดปิดได้ง่าย

(2) หากมีธรณีประตูความสูงจะต้องไม่เกินกว่า 20 มิลลิเมตร และขอบทั้งสองด้านมีความลาดเอียงไม่เกิน 45 องศา เพื่อให้เก้าอี้ล้อหรือผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา ที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดินสามารถข้ามได้อย่างสะดวก

(3) ช่องของประตูจะต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร

(4) กรณีที่ประตูเป็นแบบบานปิดผลักเข้า-ออก เมื่อเปิดออกสู่ทางเดินหรือระเบียงจะต้องมีพื้นที่ว่างกว้างไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร

(5) กรณีที่ประตูเป็นแบบบานเลื่อนหรือแบบบานเปิดให้มีมือจับที่มีขนาดเท่ากับราวจับตามข้อ 8(7) (ข) ในแนวดิ่งทั้งด้านในและด้านนอกของประตูซึ่งมีปลายด้านบนสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตร และปลายด้านล่างไม่เกิน 800 มิลลิเมตร ในกรณีที่ประตูเป็นบานเปิดออกให้มีราวจับตามแนวนอนด้านในประตู และกรณีที่ประตูเป็นบานเปิดเข้าให้มีราวจับตามแนวนอนด้านนอกประตูราวจับดังกล่าวให้สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 800 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 900 มิลลิเมตร ยาวไปตามความกว้างของประตู

(6) กรณีที่ประตูเป็นกระจกหรือลูกฟักเป็นกระจก ให้ติดเครื่องหมายหรือแถบสีที่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน

(7) อุปกรณ์เปิด-ปิดของประตูต้องเป็นชนิดก้านบิดหรือแกนผลัก อยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 1,200 มิลลิเมตร และต้องไม่ติดตั้งอุปกรณ์ที่บังคับให้บานประตูปิดได้เองเพราะอาจจะทำให้ประตูหนีบหรือกระแทกผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา

2.5 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผลการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของท่าทาง และความสูงของลูกบิดประตูที่มีผลต่อการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุพบว่า ไตรรัตน์ จารุทัศน์ และคณะ (2548) ศึกษาการออกแบบที่พักอาศัยและสิ่งแวดล้อมสำหรับผู้สูงอายุ โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 404 คน มีการเก็บข้อมูลเป็น 4 ส่วน คือ ข้อมูลพื้นฐานของผู้สูงอายุ ข้อมูลเกี่ยวกับที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อม การสำรวจการใช้อุปกรณ์ และการสำรวจสัดส่วนสรีระของผู้สูงอายุ และได้ทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายทั้งหมดจำนวน 71 จุด จากการสำรวจการใช้อุปกรณ์ทั้งหมด 14 ชนิด ได้แก่ ราวจับ สวิตช์ไฟฟ้า ปลั๊กไฟฟ้า โถสุขภัณฑ์ การใช้สี ก๊อกน้ำ ทางลาด บันได ลูกบิดประตู มือจับประตู กลอนประตู พื้น รั้ว และเก้าอี้ ซึ่งผลการสำรวจรูปแบบของลูกบิดประตูที่ผู้สูงอายุเลือกใช้มากที่สุด คือ ลูกบิดประตูแบบมีร่อง จำนวน 309 คน คิดเป็นร้อยละ 76.5

และยังพบว่าความถนัดของผู้สูงอายุในการใช้อุปกรณ์เปิด-ปิดประตู ระหว่างลูกบิดประตูกับมือจับประตู พบว่าผู้สูงอายุเลือกใช้ลูกบิดประตูมากกว่ามือจับประตู

Bordett et al. (1988) ศึกษาการใช้แรงบิดในการใช้งานก๊อกน้ำในรูปทรงต่าง ๆ ของผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีอายุระหว่าง 65-90 ปี จำนวน 23 คน การทดสอบแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ ท่านั่ง จำนวน 11 คน และท่ายืน 12 คน ซึ่งผู้เข้าร่วมการทดสอบมีบางรายเป็นโรคข้อกระดูกอักเสบในมือ ทดสอบโดยใช้เครื่องวัดแรงบิดแบบสถิตย์ที่ติดตั้งอยู่บนแผ่นเหล็ก ขนาด 203.2 มิลลิเมตรx203.2 มิลลิเมตร และหนา 6.4 มิลลิเมตร ที่ถูกยึดติดไว้บนโต๊ะสูงจากพื้น 0.76 เมตร และห่างจากขอบด้านหน้า 0.53 ม. ก๊อกน้ำที่ใช้ในการทดสอบมีทั้งหมด 7 รูปทรง ดังนี้ 1) Tripoint 2) Lever & Lip 3) Cross 4) Small Paddle 5) Lever 6) Multipoint และ7) Large Paddle เมื่อติดตั้งก๊อกน้ำในรูปทรงต่างๆ เข้ากับตัวเครื่องวัดแรงบิดจะได้ความสูงจากพื้นถึงมือจับเท่ากับ 0.95±0.006 เมตร จากนั้นทำการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบทั้งในท่านั่ง และท่ายืน ทดสอบหมุนก๊อกทั้งตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา และใช้ทั้งมือซ้ายและมือขวา พบว่าแรงบิดในลักษณะท่ายืนมากกว่าแรงบิดในลักษณะท่านั่ง และค่าแรงบิดสำหรับปิดตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับ 2.18 นิวตันเมตรจากผู้ทดสอบจำนวน 17 คน และแรงบิดสำหรับปิดทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับ 2.02 นิวตันเมตรจากผู้ทดสอบจำนวน 6 คน ซึ่งเมื่อนำทั้งสองค่าดังกล่าวมาหาค่าเฉลี่ยจะได้เท่ากับ 2.1 นิวตันเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.09 นิวตันเมตร

Wong and Moskovitz (2010) ศึกษาการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าไฮดรอลิคที่มีมือจับลูกบิดประตู (Baseline Hydraulic Dynamometer : BHD) และประเมินความถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับ Cybex 6000 (Cybex International, Inc., Medway, MA) ผู้ทดสอบทั้งหมด 18 คน เป็นเพศชาย 10 คน และเพศหญิง 8 คน เป็นผู้ที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง มีจำนวน 17 คน ที่ถนัดมือขวา และมี 1 คน ถนัดมือซ้าย ผู้ทดสอบจะต้องทำการทดสอบในลักษณะการคว่ำมือและหงายมือ ทดสอบโดยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าไฮดรอลิคที่มีมือจับลูกบิดประตู(BHD) และ Cybex 6000 โดยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าไฮดรอลิคที่มีมือจับลูกบิดประตู มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 ซม. (ความลึก 5.8 ซม.) ที่ติดตั้งอย่างปลอดภัยบนโต๊ะในแพลตฟอร์ม ผู้ทดสอบจะต้องนั่งจับลูกบิดประตู ในตำแหน่งที่หัวไหล่ และข้อศอกอยู่ในตำแหน่ง 45 องศา ปลายแขนอยู่ในตำแหน่งที่เป็นกลางและถูกรัดไว้กับแท่นด้วยสายรัด และการทดสอบด้วย Cybex 6000 ที่ติดตั้งด้ามจับ (ความยาว 12.5 ซม., เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.7 ซม.) ผู้ทดสอบทดสอบในท่านั่ง หัวไหล่ และข้อศอกอยู่ในตำแหน่ง 45 องศา ข้อมืออยู่ในตำแหน่งที่เป็นกลางโดยมีค่าความเบี่ยงเบนของตำแหน่งประมาณ 0° ปลายแขนถูกรัดไว้กับแท่นด้วยสายรัด ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS 16 ผลการศึกษาพบว่าเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าไฮดรอลิกพื้นฐานพร้อมที่จับลูกบิดประตู (BHD)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ใช้งานได้ดีกว่า มีความน่าเชื่อถือในการใช้งานระหว่างกัน และแสดงความถูกต้องปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับการทดสอบความแข็งแรงของ Cybex 6000 นอกจากนี้ยังพบว่าการออกแรงแบบคว่ำมือมีค่าเฉลี่ยมากกว่าการหงายมือ

Rohles et al. (1983) ศึกษาการวัดความแข็งแรงของข้อมือในผู้สูงอายุ ผู้ทดสอบทั้งหมด 200 คน แบ่งเป็นเพศชาย 100 คน และเพศหญิง 100 คนช่วงอายุระหว่าง 62-92 ปี วิธีการทดสอบให้ผู้ทดสอบแต่ละคนออกแรงบิดข้อมือกับฝาปิดภาชนะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 27-123 มิลลิเมตร มีทั้งหมดแปดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยจะออกแรงทั้งหมด 4 ครั้งในการหมุนทิศตามเข็มนาฬิกาสองครั้งและทิศทวนเข็มนาฬิกาอีกสองครั้งอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบคือ เครื่องทดสอบแรงบิด (TORQ Meter Snap-on Tool Corp, Model 6-FU) ผลการทดสอบพบว่าค่าแรงบิดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.92 ± 7.94 นิวตันเมตรซึ่งค่าแรงบิดเฉลี่ยของเพศชายมีค่ามากกว่าค่าแรงบิดเฉลี่ยของเพศหญิงทั้งในทิศตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา และในทุก ๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฝาปิด ค่าแรงบิดเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นตามเส้นผ่านศูนย์กลางที่มากขึ้นไปด้วย

Timm et al. (1992) ศึกษาเปรียบเทียบความแข็งแรงระว่างการคว่ำมือ และการหงายมือ เพื่อทดสอบความแตกต่างของตำแหน่งข้อมือ ผู้ทดสอบทั้งหมด 20 คน เพศชาย 10 คน และเพศหญิง 10 คน ช่วงอายุ 24-45 ปีมี 18 คน ที่ถนัดมือขวา ผู้ทดสอบไม่มีประวัติอาการบาดเจ็บบริเวณแขน ทดสอบแรงบิดโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบสองเซลล์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบแรงบิดประกอบด้วย ด้ามจับทรงกระบอกแนวตั้ง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม.) ลูกบิดประตู (เส้นผ่าศูนย์กลาง 57 มม.) และไขควง (เส้นผ่าศูนย์กลาง 29 มม. x ยาว 104 มม.) แรงบิดที่วัดได้มีหน่วยเป็น กิโลกรัม-เซนติเมตร (kg-cm) ทำการทดสอบในท่านั่ง ไหล่ และแขนอยู่ด้านข้างลำตัว ข้อศอกงอ 90 องศา และให้จับอุปกรณ์ด้วยท่าที่สะดวกสบาย จากนั้นทำการทดสอบโดยการจับแบบคว่ำมือ และหงายมือ ทำการทดสอบซ้ำสามซ้ำ และแต่ละครั้งมีการหยุดพักเป็นเวลา 15 วินาที ผลการทดสอบพบว่าลูกบิดประตูให้ค่าแรงบิดสูงที่สุดทั้งในการคว่ำมือ และหงายมือ และความแข็งแรงในการคว่ำมือเป็น 90% ของความแข็งแรงในหงายมือ เมื่อวัดด้วยด้ามจับทรงกระบอก และแรงบิดในการคว่ำมือของการวัดด้วยไขควง และลูกบิดประตูเป็น 78% ของแรงบิดในการหงายมือ และยังพบความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างความแข็งแรงในการคว่ำมือ และหงายมือ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างด้ามจับทรงกระบอก และลูกบิดประตู ($p = 0.018$ การคว่ำมือ ; $p = 0.0004$ การหงายมือ) และความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างไขควง กับลูกบิดประตู ($p = 0.008$ การคว่ำมือ ; $p = 0.004$ การหงายมือ) และยังพบว่าระดับแรงบิดที่สูงขึ้นอาจเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของตำแหน่งข้อมือ และความแข็งแรงของด้ามจับ

Axelsson et al. (2018) ทดสอบวัดแรงบิดปลายแขน แรงจับ และแรงยกด้วยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า ผู้ทดสอบทั้งหมด 499 คน เพศชาย 262 คน และเพศหญิง 237 คน อายุ 15-85 ปี (เฉลี่ย 44 ปี) ไม่มีภาวะสุขภาพ หรือประวัติการบาดเจ็บมาก่อน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของแขน และขา ทำการทดสอบในท่ายืน ไหล่ชิด และทำการบันทึกค่าสูงสุด การทดสอบแรงบิดปลายแขนถูกวัดด้วยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าพร้อมกับที่จับ ผลการทดสอบพบว่า เพศ ความสูง น้ำหนัก และอายุ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการวัดความแข็งแรงทั้งหมด ซึ่งเพศ และความสูงนั้นมีความสัมพันธ์อย่างมากกับทั้งความแข็งแรงในการยก และแรงบิดปลายแขน น้ำหนักมีความสัมพันธ์กับการทดสอบความแข็งแรงทั้งหมด โดยรวมในการทดสอบมือขวามีความแข็งแรงมากที่สุด และยังพบว่าแรงบิด และแรงยก ด้วยแขนในตำแหน่งของการคว่ำมือ มีผู้ทดสอบที่ถนัดมือซ้ายเป็นเพศชายจำนวน 16 คน (6.1%) และเพศหญิงจำนวน 21 คน (8.9%) จากผู้ทดสอบทั้งหมด 499 คน ในการทดสอบถือว่ากลุ่มผู้ถนัดซ้ายกลุ่มนี้มีจำนวนน้อยเกินไป จึงไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างการควบคุมของมือ และการวัดความแข็งแรง

Axelsson and Karrholm (2017) ศึกษาตรวจสอบการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือใหม่โดยเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ BTE II ผู้ทดสอบทั้งหมด 30 คน เป็นเพศชาย 10 คน และเพศหญิง 20 คน อายุเฉลี่ย 47 ปี (ช่วงอายุ 29-60 ปี) ผู้ทดสอบทั้งหมดไม่เคยได้รับบาดเจ็บที่แขน หรือเกิดสภาวะสุขภาพที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของแขน ผู้ทดสอบทุกคนจะต้องทำการทดสอบทั้งแรงบิดปลายแขนในท่ายืนและท่านั่ง และทดสอบความแข็งแรงในการยก ในการทดสอบท่ายืน ให้ยืนตัวตรง ข้อศอกงอ 90 องศา และเมื่อทำการทดสอบในท่านั่งแขนส่วนบนถูกยึดไว้กับร่างกายด้วยสายรัดและเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าจะถูกจับยึดกับโต๊ะ ผลการทดสอบสำหรับการวัดแรงบิดปลายแขนที่มีทั้ง Baseline และ BTE II แสดงให้เห็นว่า ICCs อยู่ระหว่าง 0.88 ถึง 0.96 การเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ Baseline กับอุปกรณ์ BTE นั้นให้ค่า ICCs ที่ต่ำกว่า 0.74 ถึง 0.88 แต่ก็ยังมีความสำคัญ และเกณฑ์ดี ค่า ICCs สำหรับแรงบิดที่บันทึกในตำแหน่งยืนและที่นั่งอยู่ที่ 0.89 ถึง 0.96

Kobayashi et al. (2008) ศึกษาพัฒนาระบบการเปิดประตูโดยหุ่นยนต์กู้ภัย “UMRS-2007” ได้มีการพัฒนาหุ่นยนต์ดังกล่าวให้มีการจัดการเพื่อไปยังตำแหน่งลูกบิดประตู ตำแหน่งมือจับ และการหมุนลูกบิด ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ลูกบิดประตูที่เหมาะสมในการใช้งานคือ แบบทรงกระบอก และแบบคันโยก จะต้องมีช่วงความสูงจากพื้นถึงลูกบิดประตูเท่ากับ 80-110 เซนติเมตร ลูกบิดจะต้องหมุนได้ทั้งซ้ายและขวา นอกจากนี้ด้านใดด้านหนึ่งของประตูจะต้องมีลักษณะการดึงออกจากอีกด้านหนึ่ง ดังนั้นความต้องการขั้นพื้นฐานของระบบการเปิดประตูต้องมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้ 1) ขนาดความกว้างของประตูเท่ากับ 800 มิลลิเมตร และความหนา 40-50 มิลลิเมตร 2) แรงสูงสุดที่ใช้ในการเปิดประตูเท่ากับ 100 นิวตัน 3) ทิศทางในการเปิดประตูต้องเปิดได้ทั้งด้านขวาและ

ด้านซ้าย 4) มุมที่ใช้ในการเปิดประตูอยู่ที่มุมขวาสุด 5) ลูกบิดประตูที่เป็นลักษณะเป็นทรงกระบอกต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 48-56 มิลลิเมตร หรือเป็นลักษณะของคันโยก 6) แรงที่ใช้ในการบิดลูกบิดประตูต้องมีอย่างน้อย 0.8 นิวตันเมตร 7) ความสูงจากพื้นถึงลูกบิดอย่างน้อย 800-1,050 มิลลิเมตร

Crawford et al. (2002) ศึกษาผลกระทบของรูปร่าง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความสูงของฝาที่มีต่อการออกแรงบิดข้อมือ ผู้เข้าร่วมทดสอบแบ่งเป็น 3 ช่วงอายุคือ วัยรุ่นอายุระหว่าง 20-39 ปีแบ่งเป็นเพศชาย 10 คนและหญิง 10 คน วัยผู้สูงอายุเพศหญิง 10 คนอายุระหว่าง 60-72 ปี และเพศชาย 10 คนอายุระหว่าง 69-81 ปี อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบคือ ฝาปิดภาชนะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 50 และ 80 มิลลิเมตรมีรูปร่างทรงสี่เหลี่ยมและทรงกลม ทดสอบที่ระดับความสูง 10 20 และ 30 มิลลิเมตร ซึ่งจะทดสอบแรงบิดโดยใช้อุปกรณ์วัดแรงบิด AFG 1000 N (Mecmesin, Slinfold, West Sussex, UK) ทดสอบในท่ายืนแล้วออดแรงบิดฝาภาชนะในทิศทวนเข็มนาฬิกา(เพื่อเปิดขวด) แล้วบันทึกค่าแรงสูงสุดลำดับการทดสอบเป็นแบบสุ่ม ผลการทดสอบพบว่าวัยรุ่นเพศชายออกแรงบิดได้มากกว่าวัยรุ่นเพศหญิง ในขณะเดียวกันวัยผู้สูงอายุเพศชายออกแรงได้มากกว่าวัยผู้สูงอายุเพศหญิง วัยรุ่นเพศชายออกแรงได้มากกว่าวัยผู้สูงอายุเพศชาย และวัยรุ่นเพศหญิงออกแรงได้มากกว่าวัยผู้สูงอายุเพศหญิง รูปร่างฝาปิดภาชนะทรงสี่เหลี่ยมทำให้ออกแรงบิดได้มากกว่าทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 และ 50 มิลลิเมตรทำให้ออกแรงได้เพิ่มขึ้น และยังพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นของแรงบิดกับฝาภาชนะทดสอบระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรและความสูง 10 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตรและความสูง 30 มิลลิเมตร

Imrhan and Loo (1986) ศึกษาผลกระทบชนิดของพื้นผิวฝาปิดภาชนะ(หยาบหรือเรียบ) และเส้นผ่านศูนย์กลางที่มีต่อการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ มีผู้ทดสอบ ทั้งหมด 46 คนอายุระหว่าง 60-97 ปี ฝาปิดภาชนะที่ใช้ทดสอบมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 31 55 74 และ 113 มิลลิเมตร มีฝาที่เป็นโลหะ 2 ฝาและพลาสติก 6 ฝา และความสูงของฝา 14 และ 24 มิลลิเมตร ทดสอบโดยเครื่องวัดแรงบิด Owens-Illinois ถูกวางไว้บนโต๊ะสูง 33 เซนติเมตร ใช้เฉพาะมือขวาการออกแรงบิดทิศทวนเข็มนาฬิกา(เพื่อเปิด) และมีผู้ทดสอบจำนวน 4 คนจะทดสอบในท่านั่ง ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดที่มากที่สุดคือ 4.20 4.15 3.28 และ 1.50 นิวตันเมตรของเส้นผ่านศูนย์กลาง 74 113 55 และ 31 มิลลิเมตรตามลำดับ ฝาปิดภาชนะผิวหยาบออกแรงบิดได้มากกว่าผิวเรียบ ผู้สูงอายุเมื่ออายุมากขึ้นค่าแรงบิดก็จะน้อยลงด้วย และยังพบว่าขนาดของมือที่มีขนาดใหญ่กว่าจะสามารถจับฝาภาชนะได้ดีกว่าและออกแรงบิดได้มากขึ้น

Matsuoka et al. (2006) ศึกษาการวิเคราะห์ความสมมาตรของแรงบิดปลายแขนภายใต้แรงต้านการหมุนของแขน ผู้เข้าร่วมการทดสอบเป็นผู้ที่ถนัดมือขวา จำนวน 51 คน อายุระหว่าง 22 ถึง 45 ปี เพศชาย 24 คน และเพศหญิง 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยด้ามจับที่ถูก

ติดตั้งบนกรอบอะคริลิก และเชื่อมต่อกับเซลล์แรงบิด และตำแหน่งของด้ามจับของการทดสอบ คือ 1) การหมุนในตำแหน่งที่เป็นกลาง 2) การหมุนในตำแหน่งคว่ำมือ 60° และ 3) การหมุนในตำแหน่งหงายมือ 60° ในระหว่างการทดสอบปลายแขนจะอยู่ในช่องรองรับเพื่อป้องกันการหมุนของแขน และจำกัดการเคลื่อนไหวของไหล่ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการหมุนของปลายแขน ทำการทดสอบในท่านั่งโดยไหล่อยู่ในระดับ 45° ของการงอไปข้างหน้า และข้อศอกอยู่ในระดับ 45° ของการงอ ทำการทดสอบทั้งมือซ้าย และมือขวา จากผลการทดสอบพบว่าค่าแรงบิดเฉลี่ยอยู่ที่ 11.9 ± 3.7 N·m สำหรับมือขวา และ 10.4 ± 3.3 N·m สำหรับมือซ้ายในเพศชาย และ 6.0 ± 1.4 N·m สำหรับมือขวา และ 5.0 ± 1.2 N·m สำหรับมือซ้ายในเพศหญิง และยังพบว่าแนวโน้มของความแข็งแรงของแรงบิดขึ้นอยู่กับ ตำแหน่งของปลายแขน และทิศทางของการหมุน

Morse et al. (2006) ศึกษาผลของเพศ ทิศทาง การออกแรง ความเร็วเชิงมุม และมุมข้อมือต่อแรงจับยึด และแรงบิดข้อมือภายใต้สภาวะไอโซไคเนติก (Isokinetic) ผู้ทดสอบทั้งหมด 20 คน เพศชาย 10 คน และเพศหญิง 10 คน ไม่มีประวัติการบาดเจ็บที่แขนขวาและมือขวามาก่อน ความเร็วเชิงมุมที่ใช้ในการทดสอบ (15, 30, 45, 60, 75, และ 90o/s) และทิศทางการออกแรงข้อมือ (การงอและการยืดออก) อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าไอโซไคเนติกประกอบด้วยด้ามจับทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ซม. ในการทดสอบแขนจะถูกมัดเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าการทดลองแต่ละครั้งจะมีการเคลื่อนไหว คือ การงอแขน หรือการยืดแขนออก การทดสอบแต่ละครั้งจะใช้เวลาพัก 2 นาที หรือมากกว่านั้น ผลการทดสอบพบว่าการออกแรงจับยึดในเพศชายเฉลี่ยเท่ากับ 311 นิวตัน (SD=80) ในขณะที่เพศหญิงเท่ากับ 192 N (SD=47) และความเร็วเชิงมุมที่ 15° มีนัยสำคัญน้อยกว่ามุม 75° และ 90° มุมข้อมือต่อแรงจับยึดมีอิทธิพลต่อเพศ และทิศทางทางการออกแรงข้อมือ แรงจับยึดมีค่าลดลงเมื่อมุมของข้อมือเปลี่ยนจากงอไปเป็นการยืดออก และยังพบว่าแรงจับยึดสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 279±96 N, เพศชาย 343±96 N, เพศหญิง 215±96 N, การงอข้อมือ 275±100 N และการยืดออก 283±100 N เกิดขึ้นที่ตำแหน่งของการงอข้อมือ 70° ค่าแรงบิดโดยเฉลี่ยในเพศชาย (8.62±4.87 Nm) มีค่ามากกว่าเพศหญิง (5.20±1.92 Nm) แรงบิดข้อมือเฉลี่ยของการงอ (8.21±4.83 Nm) มีนัยสำคัญมากกว่าการยืดออก (5.61±2.54 Nm) และพบว่าแรงบิดข้อมือมีอิทธิพลต่อเพศ

Richards et al. (1996) ศึกษาตรวจสอบผลกระทบความแข็งแรงในการจับยึดด้ามจับต่อตำแหน่งของข้อมือ ผู้ทดสอบเป็นเพศชาย 51 คน และเพศหญิง 55 คน อายุระหว่าง 18 - 84 ปี ทำการทดสอบท่านั่งใช้มือขวาและมือซ้ายในตำแหน่งคว่ำมือ หงายมือ และตำแหน่งปกติ ผู้ทดสอบทำการบีบด้ามจับให้แรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทำการทดสอบซ้ำ 3 ซ้ำ กำหนดให้เวลาพัก 2 นาทีต่อการทดสอบมือแต่ละข้าง ผลการทดสอบเพศชายมีความแข็งแรงมากกว่าเพศหญิง (F (1,104) =

339.05, P<0.0001) การจับด้วยมือขวามีความแข็งแรงมากกว่าการจับด้วยมือซ้าย (F(1,104) = 44.26, P<0.0001) อาจเป็นเพราะว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ถนัดมือขวา การเปลี่ยนตำแหน่งของข้อมือส่งผลให้ความแข็งแรงในการจับยึดด้ามจับเปลี่ยนแปลงไป (F (2, 208) = 103.20, P<0.0001) ความแข็งแรงในการจับยึดด้ามจับในแต่ละตำแหน่งมีความแตกต่างอย่างมาก (หงายมือกับคว่ำมือ: t[105] = 11.27, P<0.0001; คว่ำมือกับตำแหน่งปกติ: t[105] = 2.62, P<0.011; หงายมือกับตำแหน่งปกติ: t[105] = 11.63, P<0.0001) สำหรับในเพศชายและเพศหญิงพบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงในการจับยึดด้ามจับในการหงายมือมีค่ามากที่สุด และความแข็งแรงในการจับยึดด้ามจับในการคว่ำมือมีค่าน้อยที่สุด ยังพบว่าเพศกับตำแหน่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (F (2, 208) = 9.47, P<0.0001) มือกับตำแหน่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (F (2, 208) = 3.46, P<0.04) ความแข็งแรงในการจับยึดด้ามจับในแต่ละตำแหน่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งเพศและมือ เพศ มือ และตำแหน่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (F<1) ในทั้งเพศชายและเพศหญิงพบความแตกต่างของความแข็งแรงระหว่างการหงายมือและตำแหน่งปกติน้อย (เพศชาย 2 ปอนด์; เพศหญิง 1 ปอนด์)

Kramer et al. (1994) ศึกษาตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแรงบิดการคว่ำมือ และหงายมือ แรงบิดที่วัดได้มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร (Nm) ผู้ทดสอบทั้งหมด 43 คน เพศชาย 21 คนและเพศหญิง 22 คน ไม่มีอาการบาดเจ็บบริเวณ ปลายแขน ข้อมือ และมือ ทำการทดสอบโดยใช้เครื่อง BTE work simulator (WS20) และ Cybex dynamometer (340) ทดสอบโดยใช้แขนทั้งสองข้าง และทำการทดสอบซ้ำจำนวนสองซ้ำ ในระหว่างการทดสอบข้อศอกงอ 90 องศา แขนขนานกับพื้น เท้าราบกับพื้นระยะเวลาในการทดสอบ 3 วินาที/ครั้ง ลำดับการทดสอบ: คว่ำมือ - หงายมือ - พัก 30 วินาที การทดสอบเครื่อง BTE ทดสอบในท่ายืน การทดสอบเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า Cybex ผู้ทดสอบในท่านั่ง จากผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของเพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิง ในการออกแรงแบบคว่ำมือของเพศชายพบว่ามือข้างที่ไม่ถนัดมีค่าเฉลี่ยแรงบิดมากกว่ามือข้างที่ถนัด และการออกแรงแบบหงายมือพบว่ามือข้างที่ถนัดมีค่าเฉลี่ยแรงบิดมากกว่ามือข้างที่ไม่ถนัด ส่วนของเพศหญิงออกแรงแบบคว่ำมือและหงายมือ พบว่ามือข้างที่ถนัดมีค่าเฉลี่ยแรงบิดมากกว่ามือข้างที่ไม่ถนัด

Mital and Kumar (1998) อธิบายถึงปัจจัยในการวัดความแข็งแรงแบบไอโซเมตริก (Isometric) ประกอบด้วย 1.ระยะเวลาที่ใช้ในการออกแรงซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการออกแรงสูงสุดอยู่ที่ 4-6 วินาที แล้วจึงบันทึกค่าแรงบิดในช่วงวินาทีที่ 3 2.อุปกรณ์ที่ใช้วัดความแข็งแรง 3.ช่วงเวลาในการพักเพื่อลดความเมื่อยล้า ควรพักอย่างน้อย 30 วินาที หรือถ้ามีการทดสอบมากกว่า 15 ครั้ง ควรพักอย่างน้อยเป็นเวลา 2 นาที 4.ตำแหน่งของร่างกายและทิศทางในการออกแรง เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อความแข็งแรงควรระบุตำแหน่งของร่างกายและ 5.การบันทึกเงื่อนไขของการทดสอบ ซึ่งในการวัดความแข็งแรงของแขนแบบไอโซเมตริก ตำแหน่งปลายแขนจะต้องงอทำมุม 90 องศา

โดยต้องตั้งฉากกับลำตัวและแขนส่วนบนแนบลำตัว และข้อมือตรง นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงมีด้วยกัน 7 ปัจจัย คือ 1.อายุ 2.เพศ 3.ท่าทาง 4.ระยะห่าง 5.ตำแหน่งของแขนและทิศทางในการหมุนข้อมือ 6.ความเร็วในการออกแรง 7.ระยะเวลาในการออกแรง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) และการวิจัยโดยทำการทดลอง (Experimental Research)

3.1 การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

3.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ

การสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ ประกอบด้วย เพศ อายุ มือข้างที่ถนัด ระดับการศึกษา การประกอบการอาชีพ โรคประจำตัว อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย การใช้ยารักษาโรค การออกกำลังกาย และความถี่ของการใช้งานลูกบิดประตู

3.1.2 การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ

การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ทดสอบในท่ายืนจำนวน 33 รายการ และผู้ถูกทดสอบในท่านั่งจำนวน 23 รายการ ดังตารางที่ 3.1 และวัดสัดส่วนมือจำนวน 13 รายการ ดังตารางที่ 3.2 โดยใช้หลักการและรายละเอียดจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มสัดส่วนความสูงในระยะต่าง ๆ ของร่างกายของผู้ถูกทดสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดสัดส่วนมีดังต่อไปนี้ 1) เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometer) (รูปที่ 3.1) เครื่องชั่งน้ำหนัก (รูปที่ 3.2) และสายวัด (รูปที่ 3.3)

ตารางที่ 3.1 การวัดสัดส่วนร่างกายในท่ายืนและท่านั่ง

ลำดับ	สัดส่วนร่างกายท่ายืน	ลำดับ	สัดส่วนร่างกายท่านั่ง
1	เส้นรอบศีรษะ	1	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงศีรษะ
2	เส้นรอบคอ	2	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงตา
3	เส้นรอบอก	3	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มคอด้านหลัง
4	เส้นรอบใต้อก	4	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มไหล่
5	เส้นรอบเอว	5	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงเอว
6	เส้นรอบหน้าท้อง	6	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงข้อศอก (ขณะงอ)
7	เส้นรอบตะโพก	7	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงต้นขา
8	เส้นรอบต้นขา	8	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า

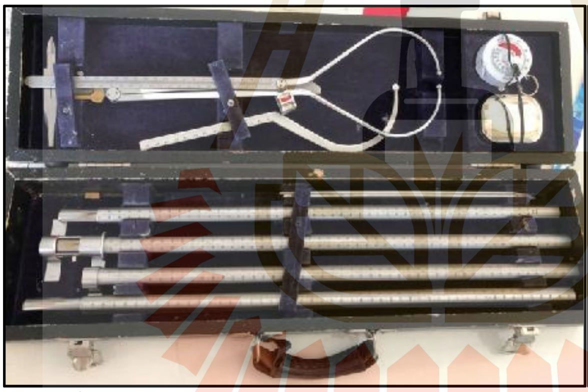
ตารางที่ 3.1 การวัดสัดส่วนร่างกายในท่ายืนและท่านั่ง (ต่อ)

ลำดับ	สัดส่วนร่างกายท่ายืน	ลำดับ	สัดส่วนร่างกายท่านั่ง
9	เส้นรอบน่องที่ใหญ่ที่สุด	9	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนล่าง (ขณะนั่ง)
10	เส้นรอบวงในแขนใน	10	ระยะห่างจากปุ่มไหล่ถึงข้อศอก (ขณะงอ)
11	เส้นรอบต้นแขน	11	ความกว้างไหล่ (ขณะนั่ง)
12	เส้นรอบข้อศอก	12	ความกว้างข้อศอกขวาถึงซ้าย (กางข้อศอกในแนวระดับ)
13	เส้นรอบแขนล่างส่วนที่ใหญ่ที่สุด	13	ความกว้างข้อศอก (ขณะนั่ง)
14	เส้นรอบข้อมือ	14	ความกว้างตะโพก (ขณะนั่ง)
15	ความกว้างของอก	15	ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงปลายนิ้ว
16	ความกว้างของเอว	16	ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงข้อนิ้ว
17	ความกว้างของหน้าท้อง	17	ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงจุดกึ่งกลางกำปั้น
18	ความกว้างของตะโพก	18	ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงปลายนิ้ว (ขณะนั่ง)
19	ความกว้างของต้นขา	19	ความหนาของหน้าท้อง (ขณะนั่ง)
20	ความหนาของอก	20	ระยะห่างจากหน้าท้องถึงหัวเข่า
21	ความหนาของเอว	21	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงหัวเข่า
22	ความหนาของหน้าท้อง	22	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงข้อพักที่หัวเข่า
23	ความหนาของตะโพก	23	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงระดับน่องตอนบน
24	ความหนาของต้นขา		
;25	ความสูง		
26	ความสูงตา		
27	ความสูงปุ่มไหล่		
28	ความสูงรักแร้ (ด้านหลัง)		
29	ความสูงเอว (ด้านหลัง)		
30	ความสูงข้อศอก (ขณะงอ)		
31	ความสูงใต้เป้า		
32	ความสูงปุ่มเข่าด้านใน		
33	น้ำหนัก		

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.2 การวัดสัดส่วนมือ

ลำดับ	สัดส่วนมือ
1	ความยาวรอบฝ่ามือ
2	ความยาวนิ้วหัวแม่มือ
3	ความยาวนิ้วชี้
4	ความยาวนิ้วกลาง
5	ความยาวนิ้วนาง
6	ความยาวนิ้วก้อย
7	ระยะจากปลายนิ้วชี้ถึงกึ่งกลางโคนฝ่ามือ
8	ความยาวฝ่ามือ
9	ระยะจากปลายนิ้วชี้ถึงง่ามนิ้วหัวแม่มือ
10	ความกว้างฝ่ามือ
11	ความกว้างมือ
12	ความหนาฝ่ามือ
13	ความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางกำมือ

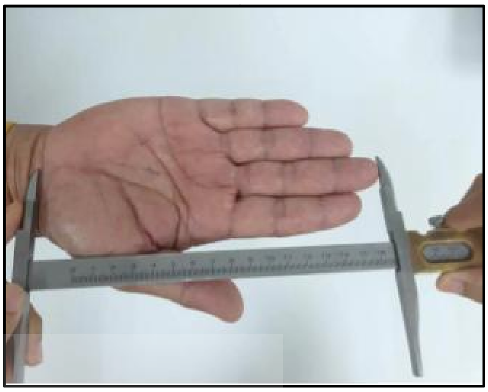


รูปที่ 3.1 เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกาย

รูปที่ 3.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.3 สายวัด



รูปที่ 3.4 ลักษณะการวัดสัดส่วนมือ

3.2 การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research)

การวิจัยเชิงการทดลองเป็นการวัดความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ ดังนี้

3.2.1 การออกแบบการทดลอง

การทดลองวัดความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือเป็นการทดลองแบบแฟคทอเรียล โดยมีตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร และตัวแปรตาม 1 ตัวแปร ดังนี้

1) ลักษณะท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตู มี 2 ระดับ คือ ท่ายืน และท่านั่ง

2) ระดับความสูงของอุปกรณ์ มี 2 ระดับ คือ 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร โดยวัดจากพื้นถึงกึ่งกลางของอุปกรณ์ (กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา กำหนดให้อุปกรณ์เปิด-ปิดประตูต้องเป็นชนิดก้านบิดหรือแกนผลัก อยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 1,200 มิลลิเมตร)

3) ข้างของมือ มี 2 ระดับ คือ มือซ้าย และ มือขวา

4) ทิศทางในการออกแรง มี 2 ระดับ คือ หมุนทวนเข็มนาฬิกา และ หมุนตามเข็มนาฬิกา

ตัวแปรตาม มี 1 ตัวแปร คือ ค่าแรงบิดข้อมือ มีหน่วยเป็น นิวตัน.เมตร (N.m)

3.2.2 การทดลอง

1) ผู้ถูกทดสอบแต่ละคนออกแรงบิดที่ลูกบิดประตูทรงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 53 มิลลิเมตร โดยออกแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร ในทิศทวนเข็มนาฬิกาและตามเข็มนาฬิกา โดยใช้ทั้งมือซ้ายและขวา และในท่านั่งและยืน โดยรวมจำนวนเงื่อนไขการทดสอบเท่ากับ 2x2x2x2 = 16 เงื่อนไข เงื่อนไขละ 3 ซ้ำ ทั้งนี้เงื่อนไขการทดสอบเป็นไปโดยการสุ่ม และในงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบโดยจะออกแรงบิดในทิศทวนเข็มนาฬิกาและตาม

เข็มนาฬิกา เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดของแขนมีทั้งหมด 7 ปัจจัย คือ 1.อายุ 2.เพศ 3.ท่าทาง 4.ระยะห่าง 5.ตำแหน่งของแขนและทิศทางในการหมุนข้อมือ 6.ความเร็วในการออกแรง 7.ระยะเวลาในการออกแรง (Mital and Kumar, 1998)

2) ผู้ทดสอบในท่ายืนก่อนการทดสอบปรับระดับความสูงของลูกบิดประตูให้อยู่ในระดับข้อศอก(ขณะงอ)ทำมุม 90 องศากับลำตัวเพื่อระบุตำแหน่งการยืนแล้วจึงปรับระดับความสูงในการทดสอบตามที่กำหนดไว้ ส่วนการทดสอบในท่านั่งก่อนทำการทดสอบนั่งหลังตรงเหยียดแขนไปข้างหน้าให้ตึงเพื่อระบุตำแหน่งการนั่งแล้วจึงปรับระดับความสูงในการทดสอบตามที่กำหนดไว้ และการจับลูกบิดประตูเพื่อออกแรงบิดกำหนดให้จับบริเวณด้านข้างของลูกบิดประตู

3) ในการวัดค่าความสามารถในการออกแรงบิด ผู้ถูกทดสอบเริ่มต้นออกแรงบิดและเพิ่มแรงให้อยู่ในระดับมากที่สุดภายใน 2 วินาที จากนั้นคงค่าแรงบิดมากที่สุดไว้อีก 3 วินาที รวมเป็นเวลา 5 วินาที เวลาพักคั่นระหว่างการทดสอบแต่ละเงื่อนไขเท่ากับ 2 นาที (Mital and Kumar, 1998) เพื่อลดความเมื่อยล้าของมือ ซึ่งจะใช้เวลาในการทดสอบทั้งหมดโดยประมาณ 2 ชั่วโมงต่อผู้ทดสอบ 1 คน

4) บันทึกค่าแรงบิดข้อมือสูงสุดที่ได้จากการทดสอบลงในตารางบันทึกผลแสดงดังตารางที่ 3.3

(ก) ท่ายืน (ข) ท่านั่ง

รูปที่ 3.5 ลักษณะการออกแรงบิด (ก) ท่ายืน และ (ข) ท่านั่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.3 ตารางบันทึกข้อมูลแรงบิดข้อมือ

ตัวแปรในการทดสอบ	ระดับความสูง (มม.)	ท่ายืน				ท่านั่ง			
		มือซ้าย		มือขวา		มือซ้าย		มือขวา	
		ทวนเข็มนาฬิกา	ตามเข็มนาฬิกา	ทวนเข็มนาฬิกา	ตามเข็มนาฬิกา	ทวนเข็มนาฬิกา	ตามเข็มนาฬิกา	ทวนเข็มนาฬิกา	ตามเข็มนาฬิกา
แรงบิด (Nm)	1,000								
ค่าเฉลี่ย (Nm)									
แรงบิด (Nm)	1,200								
ค่าเฉลี่ย (Nm)									

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) เครื่องวัดแรงบิด

เครื่องวัดแรงบิดที่ใช้ในการทดลองผลิตโดยบริษัท GUNT รุ่น WP 500 ก่อนดำเนินการทดสอบได้มีการสอบเทียบเครื่องวัดแรงบิดตามวิธีการที่ได้กำหนดไว้ในคู่มือการใช้งาน (Instruction manual) นอกจากนี้ก่อนทำการทดลองทุกครั้งได้ตรวจสอบการวัดค่าแรงบิด โดยเปิดสวิตช์เครื่องตั้งค่าที่อ่านได้ให้เป็นศูนย์ และเมื่อไม่มีการสวมอุปกรณ์ใด ๆ เครื่องมือวัดอ่านค่าแรงบิดได้เป็นศูนย์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.6 เครื่องทดสอบแรงบิดมือ

2) โต๊ะปรับระดับความสูง

โต๊ะปรับระดับความสูงถูกออกแบบให้สามารถปรับระดับความสูงได้ ในการทดลองกำหนดให้ทดสอบที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.7 โต๊ะปรับระดับความสูง

3) ลูกบิดประตู

ลูกบิดประตูที่ใช้ในการทดสอบ มีลักษณะเป็นทรงกลมและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 53 มิลลิเมตร แสดงดังรูป 3.8 ก่อนทำการทดสอบทุกครั้งจะทำการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อทำความสะอาดคราบเหงื่อและสิ่งสกปรกอื่น ๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.8 ลูกบิดประตู

4) รถเข็นนั่ง

ในการทดสอบนี้จะใช้รถเข็นนั่งเพื่อทดสอบวัดแรงบิดในท่านั่ง โดยทดสอบที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.9 รถเข็นนั่ง

3.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ

3.3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม

การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และการทดสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยให้ผู้ถูกทดสอบเป็นบล็อค (Block) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อค่าแรงบิดข้อมือมี 5 ปัจจัย ได้แก่ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรงบิด แบบจำลองเชิงเส้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นดังสมการที่ 3.1

สมการ 3.1 แบบจำลองเชิงเส้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม

$$
\begin{aligned}
y_{ijklmn} = {} & \mu + \tau_i + \alpha_j + \beta_k + \gamma_l + \delta_m + (\tau\alpha)_{ij} + (\tau\beta)_{ik} + (\tau\gamma)_{il} + (\tau\delta)_{im} \\
& + (\alpha\beta)_{jk} + (\alpha\gamma)_{jl} + (\alpha\delta)_{jm} + (\beta\gamma)_{kl} + (\beta\delta)_{km} + (\gamma\delta)_{lm} \\
& + (\tau\alpha\beta)_{ijk} + (\tau\alpha\gamma)_{ijl} + (\tau\alpha\delta)_{ijm} + (\tau\beta\gamma)_{ikl} + (\tau\beta\delta)_{ikm} + (\tau\gamma\delta)_{ilm} \\
& + (\alpha\beta\gamma)_{jkl} + (\alpha\beta\delta)_{jkm} + (\alpha\gamma\delta)_{jlm} + (\beta\gamma\delta)_{klm} + (\tau\alpha\beta\gamma)_{ijkl} \\
& + (\tau\alpha\beta\delta)_{ijkm} + (\tau\alpha\gamma\delta)_{ijlm} + (\tau\beta\gamma\delta)_{iklm} + (\alpha\beta\gamma\delta)_{jklm} \\
& + (\tau\alpha\beta\gamma\delta)_{ijklm} + \epsilon_{ijklmn}
\end{aligned}
$$

เมื่อ μ คือ ค่าเฉลี่ย

τ_i คือ ผลกระทบของเพศ เมื่อ i=1 คือ เพศชาย และ i=2 คือ เพศหญิง

α_j คือ ผลกระทบของท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู เมื่อ j=1 คือท่ายืน และ

j=2 คือ ท่านั่ง

β_k คือ ผลกระทบของระดับความสูง เมื่อ k=1 คือ 1,000 มิลลิเมตร และ k=2 คือ 1,200 มิลลิเมตร

γ_l คือ ผลกระทบของข้างของมือ เมื่อ m=1 คือ มือซ้าย และ m=2 คือ มือขวา

δ_m คือ ผลกระทบของทิศทางการออกแรง เมื่อ n=1 คือ ทวนเข็มนาฬิกา และ n=2 คือ ตามเข็มนาฬิกา

$(\tau\alpha)_{ij}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ และท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู

$(\tau\beta)_{ik}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ และระดับความสูง

$(\tau\gamma)_{il}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ และข้างของมือ

$(\tau\delta)_{im}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\beta)_{jk}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และระดับความสูง ลูกบิดประตู

$(\alpha\gamma)_{jl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และข้างของมือ

$(\alpha\delta)_{jm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และทิศทางการออกแรง

$(\beta\gamma)_{kl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง และข้างของมือ

$(\beta\delta)_{km}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\gamma\delta)_{lm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\beta)_{ijk}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และระดับความสูง

$(\tau\alpha\gamma)_{ijl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และข้างของมือ

$(\tau\alpha\delta)_{ijm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูและทิศทางการออกแรง

$(\tau\beta\gamma)_{ikl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\tau\beta\delta)_{ikm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\tau\gamma\delta)_{iln}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\beta\gamma)_{jkl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\alpha\beta\delta)_{jkm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\gamma\delta)_{jlm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\beta\gamma\delta)_{klm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\beta\gamma)_{ijkl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\tau\alpha\beta\delta)_{ijkm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\gamma\delta)_{ijlm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\beta\gamma\delta)_{iklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\beta\gamma\delta)_{jklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\beta\gamma\delta)_{ijklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

ϵ_{ijkmnl} คือ ความผิดปกติแบบสุ่ม NID $(0, \sigma^2)$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.4 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม

สมมติฐานที่		**สมมติฐานการทดลอง**
1	H_0	เพศไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
2	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
3	H_0	ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
4	H_0	ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
5	H_0	ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
6	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
7	H_0	เพศ*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
8	H_0	เพศ*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
9	H_0	เพศ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
10	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
11	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
12	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
13	H_0	ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.4 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
14	H_0	ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
15	H_0	ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
16	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
17	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
18	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
19	H_0	เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
20	H_0	เพศ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
21	H_0	เพศ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
22	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
23	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.4 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
24	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
25	H_0	ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
26	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
27	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
28	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
29	H_0	เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
30	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.4 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
31	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

หมายเหตุ: * หมายถึง อันตรกิริยา

3.3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน และการทดสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยให้ผู้ถูกทดสอบเป็นบล็อค (Block) มีการพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อค่าแรงบิดข้อมือ 6 ปัจจัย ได้แก่ ช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรงบิด แบบจำลองเชิงเส้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นดังสมการที่ 3.2

สมการ 3.2 แบบจำลองเชิงเส้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ

$$
\begin{aligned}
y_{xijklmn} = {} & \mu + \sigma_x + \tau_i + \alpha_j + \beta_k + \gamma_l + \delta_m + (\sigma\tau)_{xi} + (\sigma\alpha)_{xj} + (\sigma\beta)_{xk} + (\sigma\gamma)_{xl} \\
& + (\sigma\delta)_{xm} + (\tau\alpha)_{ij} + (\tau\beta)_{ik} + (\tau\gamma)_{il} + (\tau\delta)_{im} + (\alpha\beta)_{jk} + (\alpha\gamma)_{jl} \\
& + (\alpha\delta)_{jm} + (\beta\gamma)_{kl} + (\beta\delta)_{km} + (\gamma\delta)_{lm} + (\sigma\tau\alpha)_{xij} + (\sigma\tau\beta)_{xik} \\
& + (\sigma\tau\gamma)_{xil} + (\sigma\tau\delta)_{xim} + (\sigma\alpha\beta)_{xjk} + (\sigma\alpha\gamma)_{xjl} + (\sigma\alpha\delta)_{xjm} \\
& + (\sigma\beta\gamma)_{xkl} + (\sigma\beta\delta)_{xkm} + (\sigma\gamma\delta)_{xlm} + (\tau\alpha\beta)_{ijk} + (\tau\alpha\gamma)_{ijl} \\
& + (\tau\alpha\delta)_{ijm} + (\tau\beta\gamma)_{ikl} + (\tau\beta\delta)_{ikm} + (\tau\gamma\delta)_{ilm} + (\alpha\beta\gamma)_{jkl} \\
& + (\alpha\beta\delta)_{jkm} + (\alpha\gamma\delta)_{jlm} + (\beta\gamma\delta)_{klm} + (\sigma\tau\alpha\beta)_{xijk} + (\sigma\tau\alpha\gamma)_{xijl} \\
& + (\sigma\tau\alpha\delta)_{xijm} + (\sigma\tau\beta\gamma)_{xikl} + (\sigma\tau\beta\delta)_{xikm} + (\sigma\tau\gamma\delta)_{xilm} \\
& + (\sigma\alpha\beta\gamma)_{xjkl} + (\sigma\alpha\beta\delta)_{xjkm} + (\sigma\alpha\gamma\delta)_{xjlm} + (\sigma\beta\gamma\delta)_{xklm} \\
& + (\tau\alpha\beta\gamma)_{ijkl} + (\tau\alpha\beta\delta)_{ijkm} + (\tau\alpha\gamma\delta)_{ijlm} + (\tau\beta\gamma\delta)_{iklm} \\
& + (\alpha\beta\gamma\delta)_{jklm} + (\sigma\tau\alpha\beta\gamma)_{xijkl} + (\sigma\tau\alpha\beta\delta)_{xijkm} + (\sigma\tau\alpha\gamma\delta)_{xijlm} \\
& + (\sigma\tau\beta\gamma\delta)_{xiklm} + (\sigma\alpha\beta\gamma\delta)_{xjklm} + (\tau\alpha\beta\gamma\delta)_{ijklm} + (\sigma\tau\alpha\beta\gamma\delta)_{xijklm} \\
& + \epsilon_{xijklmn}
\end{aligned}
$$

เมื่อ	μ	คือ	ค่าเฉลี่ย
	σ_x	คือ	ผลกระทบของช่วงอายุ เมื่อ x=1 คือ60-69ปี x=2 คือ70-79ปี และ x=3 คือ80 ปีขึ้นไป
	τ_i	คือ	ผลกระทบของเพศ เมื่อ i=1 คือ เพศชาย และ i=2 คือ เพศหญิง
	α_j	คือ	ผลกระทบของท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู เมื่อ j=1 คือ ท่ายืน และ
	j=2	คือ	ท่านั่ง
	β_k	คือ	ผลกระทบของระดับความสูง เมื่อ k=1 คือ 1,000 มิลลิเมตร และ
	k=2	คือ	1,200 มิลลิเมตร
	γ_l	คือ	ผลกระทบของข้างของมือ เมื่อ m=1 คือ มือซ้าย และ m=2 คือ มือขวา
	δ_m	คือ	ผลกระทบของทิศทางการออกแรง เมื่อ n=1 คือ ทวนเข็มนาฬิกา และ
	n=2	คือ	ตามเข็มนาฬิกา
	$(\sigma\tau)_{xi}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และเพศ
	$(\sigma\alpha)_{xj}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู
	$(\sigma\beta)_{xk}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และระดับความสูง
	$(\sigma\gamma)_{xl}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และข้างของมือ
	$(\sigma\delta)_{xm}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และทิศทางการออกแรง
	$(\tau\alpha)_{ij}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างเพศ และท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู
	$(\tau\beta)_{ik}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างเพศ และระดับความสูง
	$(\tau\gamma)_{il}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างเพศ และข้างของมือ
	$(\tau\delta)_{im}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างเพศ และทิศทางการออกแรง
	$(\alpha\beta)_{jk}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และระดับความสูง
	$(\alpha\gamma)_{jl}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และข้างของมือ
	$(\alpha\delta)_{jm}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และทิศทางการออกแรง
	$(\beta\gamma)_{kl}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง และข้างของมือ
	$(\beta\delta)_{km}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง และทิศทางการออกแรง
	$(\gamma\delta)_{lm}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างข้างของมือ และทิศทางการออกแรง
	$(\sigma\tau\alpha)_{xij}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ และท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู
	$(\sigma\tau\beta)_{xik}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ และระดับความสูง
	$(\sigma\tau\gamma)_{xil}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ และข้างของมือ
	$(\sigma\tau\delta)_{xim}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ และทิศทางการออกแรง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$(\sigma\alpha\beta)_{xjk}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และระดับความสูง

$(\sigma\alpha\gamma)_{xjl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และข้างของมือ

$(\sigma\alpha\delta)_{xjm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\beta\gamma)_{xkl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\sigma\beta\delta)_{xkm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\gamma\delta)_{xlm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\beta)_{ijk}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และระดับความสูง

$(\tau\alpha\gamma)_{ijl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และข้างของมือ

$(\tau\alpha\delta)_{ijm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูและทิศทางการออกแรง

$(\tau\beta\gamma)_{ikl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\tau\beta\delta)_{ikm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\tau\gamma\delta)_{ilm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\beta\gamma)_{jkl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\alpha\beta\delta)_{jkm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\gamma\delta)_{jlm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\beta\gamma\delta)_{klm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\tau\alpha\beta)_{xijk}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และระดับความสูง

$(\sigma\tau\alpha\gamma)_{xijl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และข้างของมือ

$(\sigma\tau\alpha\delta)_{xijm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\tau\beta\gamma)_{xikl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ ระดับความสูง และข้างของมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$(\sigma\tau\beta\delta)_{xikm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\tau\gamma\delta)_{xilm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\alpha\beta\gamma)_{xjkl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\sigma\alpha\beta\delta)_{xjkm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\alpha\gamma\delta)_{xjlm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\beta\gamma\delta)_{xklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\beta\gamma)_{ijkl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\tau\alpha\beta\delta)_{ijkm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\gamma\delta)_{ijlm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\beta\gamma\delta)_{iklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\beta\gamma\delta)_{jklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\tau\alpha\beta\gamma)_{xijkl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\sigma\tau\alpha\beta\delta)_{xijkm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\tau\alpha\gamma\delta)_{xijlm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\tau\beta\gamma\delta)_{xiklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\alpha\beta\gamma\delta)_{xjklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$(\tau\alpha\beta\gamma\delta)_{ijklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างเพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\sigma\tau\alpha\beta\gamma\delta)_{xijklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$\epsilon_{xijklmn}$ คือ ความผิดปกติแบบสุ่ม NID (0, σ^2)

ตารางที่ 3.5 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
1	H_0	ช่วงอายุไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
2	H_0	เพศไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
3	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
4	H_0	ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
5	H_0	ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
6	H_0	ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
7	H_0	ช่วงอายุ*เพศไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
8	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
9	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
10	H_0	ช่วงอายุ*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
11	H_0	ช่วงอายุ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.5 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
12	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
13	H_0	เพศ*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
14	H_0	เพศ*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
15	H_0	เพศ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
16	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
17	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
18	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
19	H_0	ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
20	H_0	ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
21	H_0	ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
22	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
23	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
24	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

ตารางที่ 3.5 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
25	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
26	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
27	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
28	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
29	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
30	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
31	H_0	ช่วงอายุ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
32	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
33	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.5 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
34	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
35	H_0	เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
36	H_0	เพศ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
37	H_0	เพศ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
38	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
39	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
40	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
41	H_0	ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
42	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.5 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่	**สมมติฐานการทดลอง**	
43	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
44	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
45	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
46	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
47	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
48	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
49	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
50	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

ตารางที่ 3.5 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
51	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
52	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
53	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
54	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
55	H_0	เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
56	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
57	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*มือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*มือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.5 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
58	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
59	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
60	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
61	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
62	H_0	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
63	H_0	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

หมายเหตุ: * หมายถึง อันตรกิริยา

3.3.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน และการทดสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยให้ผู้ถูกทดสอบเป็นบล็อค (Block) มีการพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อค่าแรงบิดข้อมือ 5 ปัจจัย ได้แก่ ช่วงอายุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรงบิด แบบจำลองเชิงเส้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นดังสมการที่ 3.3

สมการ 3.3 แบบจำลองเชิงเส้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ

$$\begin{aligned} y_{ijklmn} = {} & \mu + \tau_i + \alpha_j + \beta_k + \gamma_l + \delta_m + +(\tau\alpha)_{ij} + (\tau\beta)_{ik} + (\tau\gamma)_{il} + (\tau\delta)_{im} \\ & + (\alpha\beta)_{jk} + (\alpha\gamma)_{jl} + (\alpha\delta)_{jm} + (\beta\gamma)_{kl} + (\beta\delta)_{km} + (\gamma\delta)_{lm} \\ & + (\tau\alpha\beta)_{ijk} + (\tau\alpha\gamma)_{ijl} + (\tau\alpha\delta)_{ijm} + (\tau\beta\gamma)_{ikl} + (\tau\beta\delta)_{ikm} + (\tau\gamma\delta)_{ilm} \\ & + (\alpha\beta\gamma)_{jkl} + (\alpha\beta\delta)_{jkm} + (\alpha\gamma\delta)_{jlm} + (\beta\gamma\delta)_{klm} + (\tau\alpha\beta\gamma)_{ijkl} \\ & + (\tau\alpha\beta\delta)_{ijkm} + (\tau\alpha\gamma\delta)_{ijlm} + (\tau\beta\gamma\delta)_{iklm} + (\alpha\beta\gamma\delta)_{jklm} \\ & + (\tau\alpha\beta\gamma\delta)_{ijklm} + \epsilon_{ijklmn} \end{aligned}$$

เมื่อ μ คือ ค่าเฉลี่ย

τ_i คือ ผลกระทบของช่วงอายุ เมื่อ x=1 คือ60-69ปี x=2 คือ70-79ปี และ x=3 คือ80 ปีขึ้นไป

α_j คือ ผลกระทบของท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู เมื่อ j=1 คือ ท่ายืน และ

j=2 คือ ท่านั่ง

β_k คือ ผลกระทบของระดับความสูง เมื่อ k=1 คือ 1,000 มิลลิเมตร และ k=2 คือ 1,200 มิลลิเมตร

γ_l คือ ผลกระทบของข้างของมือ เมื่อ m=1 คือ มือซ้าย และ m=2 คือ มือขวา

δ_m คือ ผลกระทบของทิศทางการออกแรง เมื่อ n=1 คือ ทวนเข็มนาฬิกา และ n=2 คือ ตามเข็มนาฬิกา

$(\tau\alpha)_{ij}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู

$(\tau\beta)_{ik}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และระดับความสูง

$(\tau\gamma)_{il}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และข้างของมือ

$(\tau\delta)_{im}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\beta)_{jk}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และระดับความสูง

$(\alpha\gamma)_{jl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และข้างของมือ

$(\alpha\delta)_{jm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และทิศทางการออกแรง

$(\beta\gamma)_{kl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง และข้างของมือ

$(\beta\delta)_{km}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\gamma\delta)_{lm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\beta)_{ijk}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และระดับความสูง

$(\tau\alpha\gamma)_{ijl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และข้างของมือ

$(\tau\alpha\delta)_{ijm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และทิศทางการออกแรง

$(\tau\beta\gamma)_{ikl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\tau\beta\delta)_{ikm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\tau\gamma\delta)_{iln}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\beta\gamma)_{jkl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\alpha\beta\delta)_{jkm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\gamma\delta)_{jlm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\beta\gamma\delta)_{klm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\beta\gamma)_{ijkl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\tau\alpha\beta\delta)_{ijkm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\gamma\delta)_{ijlm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\beta\gamma\delta)_{iklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\beta\gamma\delta)_{jklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$(\tau\alpha\beta\gamma\delta)_{ijklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

ϵ_{ijkmnl} คือ ความผิดปกติแบบสุ่ม NID $(0, \sigma^2)$

ตารางที่ 3.6 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
1	H_0	ช่วงอายุ ไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
2	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
3	H_0	ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
4	H_0	ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
5	H_0	ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
6	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
7	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
8	H_0	ช่วงอายุ*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
9	H_0	ช่วงอายุ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
10	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
11	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

ตารางที่ 3.6 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
12	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
13	H_0	ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
14	H_0	ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
15	H_0	ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
16	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
17	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
18	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
19	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
20	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
21	H_0	ช่วงอายุ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

ตารางที่ 3.6 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
22	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
23	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
24	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
25	H_0	ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
26	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
27	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
28	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.6 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
29	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
30	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
31	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

หมายเหตุ: * หมายถึง อันตรกิริยา

3.3.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน และการทดสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยให้ผู้ถูกทดสอบเป็นบล็อค (Block) มีการพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อค่าแรงบิดข้อมือ 5 ปัจจัย ได้แก่ ช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรงบิด แบบจำลองเชิงเส้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นดังสมการที่ 3.4

สมการ 3.4 แบบจำลองเชิงเส้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ

$$\begin{aligned} y_{ijklmn} = {} & \mu + \tau_i + \alpha_j + \beta_k + \gamma_l + \delta_m + +(\tau\alpha)_{ij} + (\tau\beta)_{ik} + (\tau\gamma)_{il} + (\tau\delta)_{im} \\ & + (\alpha\beta)_{jk} + (\alpha\gamma)_{jl} + (\alpha\delta)_{jm} + (\beta\gamma)_{kl} + (\beta\delta)_{km} + (\gamma\delta)_{lm} \\ & + (\tau\alpha\beta)_{ijk} + (\tau\alpha\gamma)_{ijl} + (\tau\alpha\delta)_{ijm} + (\tau\beta\gamma)_{ikl} + (\tau\beta\delta)_{ikm} + (\tau\gamma\delta)_{ilm} \\ & + (\alpha\beta\gamma)_{jkl} + (\alpha\beta\delta)_{jkm} + (\alpha\gamma\delta)_{jlm} + (\beta\gamma\delta)_{klm} + (\tau\alpha\beta\gamma)_{ijkl} \\ & + (\tau\alpha\beta\delta)_{ijkm} + (\tau\alpha\gamma\delta)_{ijlm} + (\tau\beta\gamma\delta)_{iklm} + (\alpha\beta\gamma\delta)_{jklm} \\ & + (\tau\alpha\beta\gamma\delta)_{ijklm} + \epsilon_{ijklmn} \end{aligned}$$

เมื่อ μ	คือ	ค่าเฉลี่ย
τ_i	คือ	ผลกระทบของช่วงอายุ เมื่อ x=1 คือ60-69ปี x=2 คือ70-79ปี และ x=3 คือ 80ปีขึ้นไป
α_j	คือ	ผลกระทบของท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู เมื่อ j=1 คือ ท่ายืน และ j=2 คือ ท่านั่ง
β_k	คือ	ผลกระทบของระดับความสูง เมื่อ k=1 คือ 1,000 มิลลิเมตร และ k=2 คือ 1,200 มิลลิเมตร
γ_l	คือ	ผลกระทบของข้างของมือ เมื่อ m=1 คือ มือซ้าย และ m=2 คือ มือขวา
δ_m	คือ	ผลกระทบของทิศทางการออกแรง เมื่อ n=1 คือ ทวนเข็มนาฬิกา และ n=2 คือ ตามเข็มนาฬิกา
$(\tau\alpha)_{ij}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู
$(\tau\beta)_{ik}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และระดับความสูง
$(\tau\gamma)_{il}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และข้างของมือ
$(\tau\delta)_{im}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ และทิศทางการออกแรง
$(\alpha\beta)_{jk}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และระดับความสูง
$(\alpha\gamma)_{jl}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และข้างของมือ
$(\alpha\delta)_{jm}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และทิศทางการออกแรง
$(\beta\gamma)_{kl}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง และข้างของมือ
$(\beta\delta)_{km}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง และทิศทางการออกแรง
$(\gamma\delta)_{lm}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างข้างของมือ และทิศทางการออกแรง
$(\tau\alpha\beta)_{ijk}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และระดับความสูง
$(\tau\alpha\gamma)_{ijl}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และข้างของมือ
$(\tau\alpha\delta)_{ijm}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู และทิศทางการออกแรง
$(\tau\beta\gamma)_{ikl}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ระดับความสูง และข้างของมือ
$(\tau\beta\delta)_{ikm}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง
$(\tau\gamma\delta)_{iln}$	คือ	อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\beta\gamma)_{jkl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\alpha\beta\delta)_{jkm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\gamma\delta)_{jlm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\beta\gamma\delta)_{klm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\beta\gamma)_{ijkl}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และข้างของมือ

$(\tau\alpha\beta\delta)_{ijkm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\gamma\delta)_{ijlm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\beta\gamma\delta)_{iklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\alpha\beta\gamma\delta)_{jklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

$(\tau\alpha\beta\gamma\delta)_{ijklm}$ คือ อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรง

ϵ_{ijkmnl} คือ ความผิดปกติแบบสุ่ม NID $(0, \sigma^2)$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.7 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
1	H_0	ช่วงอายุไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
2	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
3	H_0	ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
4	H_0	ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
5	H_0	ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
6	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
7	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
8	H_0	ช่วงอายุ*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
9	H_0	ช่วงอายุ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
10	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
11	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.7 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
12	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
13	H_0	ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
14	H_0	ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
15	H_0	ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
16	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
17	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
18	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
19	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
20	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
21	H_0	ช่วงอายุ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.7 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่		สมมติฐานการทดลอง
22	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
23	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
24	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
25	H_0	ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
26	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
27	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
28	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.7 สมมติฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ (ต่อ)

สมมติฐานที่	สมมติฐานการทดลอง	
29	H_0	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
30	H_0	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
31	H_0	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงไม่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ
	H_1	ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ

หมายเหตุ: * หมายถึง อันตรกิริยา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในบทนี้เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ และผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้ถูกทดสอบ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังต่อไปนี้

4.1 การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

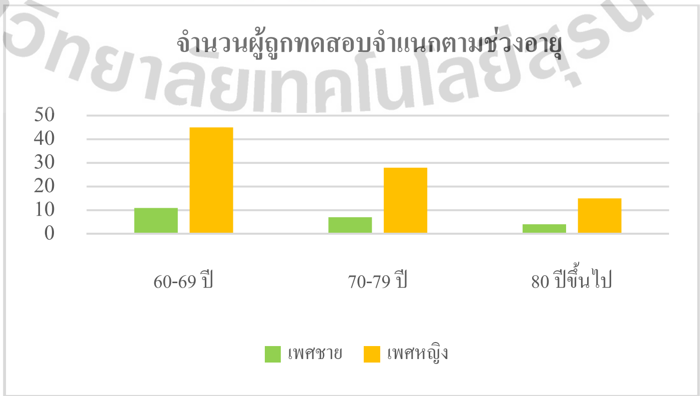
4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ

ผลสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ ประกอบด้วย เพศ อายุ มือข้างที่ถนัด ระดับการศึกษา การประกอบการอาชีพ โรคประจำตัว อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย การใช้ยารักษาโรค การออกกำลังกาย และความถี่ของการใช้งานลูกบิดประตู ผลปรากฏดังนี้

1) จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามเพศและช่วงอายุ

ผลการสำรวจจำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามช่วงอายุที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 4.1 พบว่าผู้สูงอายุจำนวน 110 คน ซึ่งแบ่งเป็นเพศชาย 22 คน (ร้อยละ 20) และเพศหญิง 88 คน (ร้อยละ 80) โดยผู้ถูกทดสอบที่อยู่ในช่วงอายุ 60-69 ปี มีจำนวน 56 คน (ร้อยละ 50.9) เป็นเพศชาย 11 คน และเพศหญิง 45 คน ผู้ถูกทดสอบที่อยู่ในช่วงอายุ 70-79 ปี มีจำนวน 35 คน (ร้อยละ 31.8) เป็นเพศชาย 7 คน และเพศหญิง 28 คน ผู้ถูกทดสอบที่อยู่ในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป มีจำนวน 19 คน (ร้อยละ 17.3) เป็นเพศชาย 4 คน และเพศหญิง 15 คน

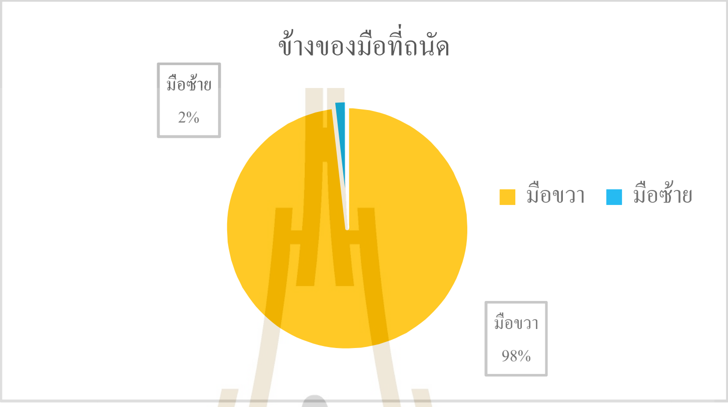
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.1 จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามเพศและช่วงอายุ

2) มือข้างที่ถนัด

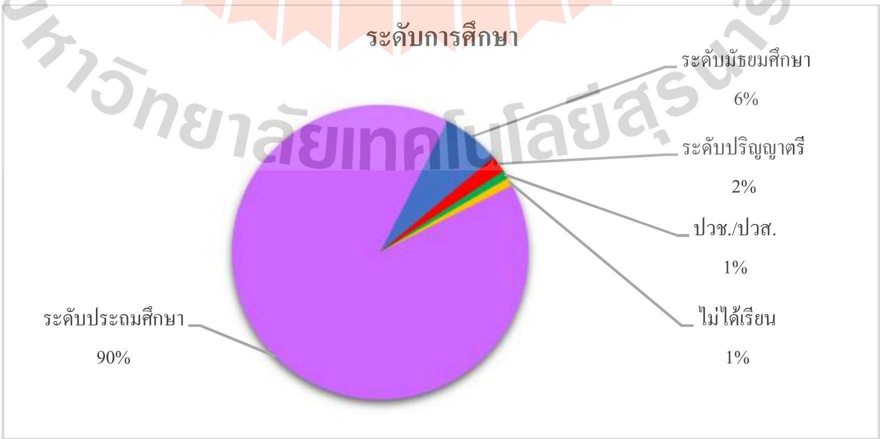
ผลการสำรวจมือข้างที่ถนัดของผู้ถูกทดสอบ ดังรูปที่ 4.2 พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่ถนัดมือขวาจำนวน 108 คน (ร้อยละ 98.2) และถนัดมือซ้าย 2 คน (ร้อยละ 1.8)



รูปที่ 4.2 จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามมือข้างที่ถนัด

3) ระดับการศึกษา

ผลการสำรวจระดับการศึกษาของผู้ถูกทดสอบ ดังรูปที่ 4.3 พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษาจำนวน 99 คน (ร้อยละ 90) รองลงมาคือระดับมัธยมศึกษาจำนวน 7 คน (ร้อยละ 6) ระดับปริญญาตรีจำนวน 2 คน (ร้อยละ 2) ระดับปวช./ปวส.จำนวน 1 คน (ร้อยละ 1) และมีผู้สูงอายุที่ไม่ได้รับการศึกษาจำนวน 1 คน (ร้อยละ 1)

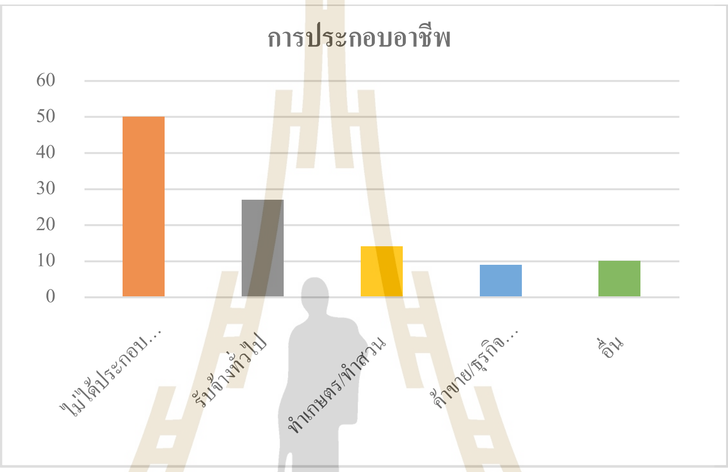


รูปที่ 4.3 จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามระดับการศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4) การประกอบอาชีพ

ผลการสำรวจการประกอบอาชีพของผู้ถูกทดสอบ ดังรูปที่ 4.4 พบว่ามีผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่ได้ประกอบอาชีพมีจำนวน 50 คน (ร้อยละ 45) รองลงมาคือรับจ้างทั่วไปจำนวน 27 คน (ร้อยละ 25) ทำเกษตร/ทำสวนจำนวน 14 คน (ร้อยละ 13) ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัวจำนวน 9 คน (ร้อยละ 8) และมีผู้สูงอายุที่ประกอบอาชีพอื่น ๆ อีกจำนวน 10 คน (ร้อยละ 9)



รูปที่ 4.4 จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามการประกอบอาชีพ

5) โรคประจำตัว

ผลการสำรวจโรคประจำตัวของผู้ถูกทดสอบ ดังตารางที่ 4.1 พบว่าผู้สูงอายุที่ไม่ได้มีโรคประจำตัวมีจำนวน 28 คน (ร้อยละ 25.5) และผู้ที่มีโรคประจำตัวมีจำนวน 82 คน (ร้อยละ 74.5) ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูงจำนวน 59 คน (ร้อยละ 53.6) โรคเบาหวานจำนวน 23 คน (ร้อยละ 20.9) โรคไขมันในเลือดสูงจำนวน 12 คน (ร้อยละ 10.9) โรคกระดูก/ข้อเสื่อมจำนวน 8 คน (ร้อยละ 7.3) โรคไตจำนวน 5 คน (ร้อยละ 4.5) โรคหัวใจจำนวน 4 คน (ร้อยละ 3.6) และโรคอื่น ๆ อีกจำนวน 22 คน (ร้อยละ 20)

ตารางที่ 4.1 จำนวนผู้สูงอายุจำแนกตามโรคประจำตัว

โรคประจำตัว	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่มีโรคประจำตัว	**28**	**25.5**
มีโรคประจำตัว	**82**	**74.5**
โรคความดันโลหิตสูง	59	53.6
โรคเบาหวาน	23	20.9
โรคไขมันในเลือดสูง	12	10.9
โรคกระดูก/ข้อเสื่อม	8	7.3
โรคไต	5	4.5
โรคหัวใจ	4	3.6
โรคอื่น ๆ	22	20.0

6) อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย

ผลการสำรวจอาการปวดเมื่อยตามร่างกายของผู้ถูกทดสอบ ดังตารางที่ 4.2 พบว่า ผู้สูงอายุที่ไม่มีอาการปวดตามร่างกายมีจำนวน 42 คน (ร้อยละ 38.2) และผู้ที่มีอาการปวดตามร่างกายมีจำนวน 68 คน (ร้อยละ 61.8) ได้แก่ บริเวณข้อเข่าจำนวน 46 คน (ร้อยละ 41.8) ข้อตะโพกจำนวน 15 คน (ร้อยละ 13.6) ข้อไหล่จำนวน 12 คน (ร้อยละ 10.9) หลังจำนวน 11 คน (ร้อยละ 10) และบริเวณอื่น ๆ อีกจำนวน 10 คน (ร้อยละ 9.1)

ตารางที่ 4.2 จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย

อาการปวดตามร่างกาย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่มีอาการ	**42**	**38.2**
มีอาการ	**68**	**61.8**
ข้อเข่า	46	41.8
ข้อตะโพก	15	13.6
ข้อไหล่	12	10.9
หลัง	11	10.0
บริเวณอื่น ๆ	10	9.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

7) การออกกำลังกาย

ผลการสำรวจการออกกำลังกายของผู้ถูกทดสอบ ดังตารางที่ 4.3 พบว่าผู้สูงอายุที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีจำนวน 3 คน (ร้อยละ 2.7) และผู้ที่ออกกำลังกายมีจำนวน 107 คน (ร้อยละ 97.3) ได้แก่ เดินจำนวน 100 คน (ร้อยละ 90.9) ปั่นจักรยานจำนวน 49 คน (ร้อยละ 44.5) เต้นแอโรบิคจำนวน 4 คน (ร้อยละ 3.6) และโยคะจำนวน 1 คน (ร้อยละ 0.9)

ตารางที่ 4.3 จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามการออกกำลังกาย

การออกกำลังกาย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่ออกกำลังกาย	**3**	**2.7**
ออกกำลังกาย	**107**	**97.3**
เดิน	100	90.9
ปั่นจักรยาน	49	44.5
เต้นแอโรบิค	4	3.6
โยคะ	1	0.9

8) ความถี่ในการลูกบิดประตู

ผลการสำรวจความถี่ในการใช้ลูกบิดประตูของผู้ถูกทดสอบ ดังตารางที่ 4.4 พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีการใช้งานลูกบิดประตูและมีจำนวน 68 คน (ร้อยละ 61.8) ซึ่งความถี่ในการใช้งานได้แก่ 1-5 ครั้ง/วัน มีจำนวน 55 คน (ร้อยละ 50) รองลงมาคือ 6-10 ครั้ง/วัน มีจำนวน 13 คน (ร้อยละ 11.8) และมีผู้สูงอายุที่ไม่ใช้ลูกบิดประตูอีกจำนวน 42 คน (ร้อยละ 38.2)

ตารางที่ 4.4 จำนวนผู้ถูกทดสอบจำแนกตามความถี่ในการลูกบิดประตู

ความถี่ในการลูกบิดประตู	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่ใช้	**42**	**38.2**
ใช้	**68**	**61.8**
1-5 ครั้ง/วัน	55	50
6-10 ครั้ง/วัน	13	11.8
10 ครั้งขึ้นไป	0	0

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.2 การวัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ

ผลการสำรวจสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุพบว่าเพศชายมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 59.22 กิโลกรัม และเพศหญิงมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 54.45 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ยในเพศชายเท่ากับ 162.17 เซนติเมตร และเพศหญิงมีส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 151.40 เซนติเมตร ซึ่งเพศชายมีน้ำหนักและส่วนสูงเฉลี่ยมากกว่าเพศหญิงเพราะโครงสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อของเพศชายมีมากกว่าเพศหญิง นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยของรายการวัดสัดส่วนอื่น ๆ แสดงดังตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุในท่ายืนของเพศชายและเพศหญิงมีค่าใกล้เคียงกันในบางรายการ เช่น เส้นรอบศีรษะ เส้นรอบคอ เส้นรอบต้นขา เส้นรอบน่องที่ใหญ่ที่สุด เส้นรอบวงในแขนใน เส้นรอบต้นแขน เส้นรอบข้อศอก เส้นรอบแขนล่างส่วนที่ใหญ่ที่สุด เส้นรอบข้อมือ ความกว้างของอก ความกว้างของเอว ความกว้างของหน้าท้อง ความกว้างของตะโพก ความกว้างของต้นขา ความหนาของเอว ความหนาของหน้าท้อง ความหนาของตะโพก ความหนาของต้นขา และความสูงปุ่มเข่าด้านใน แต่สัดส่วนร่างกายบางรายการมีความแตกต่างกันระหว่างเพศชายและเพศหญิงอย่างเห็นได้ชัด เช่น เส้นรอบอก เส้นรอบใต้อก เส้นรอบเอว เส้นรอบหน้าท้อง เส้นรอบตะโพก ความหนาของอก ความสูง ความสูงตา ความสูงปุ่มไหล่ ความสูงรักแร้ (ด้านหลัง) ความสูงเอว (ด้านหลัง) ความสูงข้อศอก(ขณะงอ) ความสูงใต้เป้า และน้ำหนัก

ตารางที่ 4.5 สัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุท่ายืน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกายท่ายืน	เพศชาย (22 คน)		เพศหญิง (88 คน)	
		ค่าเฉลี่ย (cm)	ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย (cm)	ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน
1	เส้นรอบศีรษะ	54.73	±2.16	53.69	±2.65
2	เส้นรอบคอ	38.45	±3.20	36.40	±2.91
3	เส้นรอบอก	88.68	±8.23	93.03	±8.86
4	เส้นรอบใต้อก	84.77	±9.12	87.35	±8.31
5	เส้นรอบเอว	84.09	±9.95	88.51	±8.92
6	เส้นรอบหน้าท้อง	88.95	±10.99	95.38	±9.14
7	เส้นรอบตะโพก	95.03	±8.55	100.58	±10.79
8	เส้นรอบต้นขา	44.05	±6.14	44.33	±5.57
9	เส้นรอบน่องที่ใหญ่ที่สุด	35.03	±4.08	33.61	±3.46
10	เส้นรอบวงในแขนใน	36.82	±5.59	38.92	±5.04
11	เส้นรอบต้นแขน	47.05	±5.95	49.09	±5.64
12	เส้นรอบข้อศอก	26.32	±2.68	25.90	±2.87
13	เส้นรอบแขนล่างส่วนที่ใหญ่ที่สุด	24.91	±2.78	22.80	±2.15
14	เส้นรอบข้อมือ	18.32	±1.62	17.17	±1.54
15	ความกว้างของอก	27.85	±2.27	26.79	±2.56

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.5 สัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุท่ายืน (ต่อ)

ลำดับ	สัดส่วนร่างกายท่ายืน	เพศชาย (22 คน)		เพศหญิง (88 คน)	
		ค่าเฉลี่ย (cm)	ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย (cm)	ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน
16	ความกว้างของเอว	27.06	±2.64	26.75	±2.85
17	ความกว้างของหน้าท้อง	28.78	±3.25	30.16	±2.72
18	ความกว้างของตะโพก	31.52	±2.05	32.31	±4.00
19	ความกว้างของต้นขา	11.73	±2.81	12.19	±4.05
20	ความหนาของอก	22.17	±1.82	25.97	±3.14
21	ความหนาของเอว	23.19	±3.64	23.63	±2.93
22	ความหนาของหน้าท้อง	23.29	±4.28	24.59	±3.00
23	ความหนาของตะโพก	23.50	±4.04	25.78	±2.96
24	ความหนาของต้นขา	12.00	±1.65	11.72	±1.97
25	ความสูง	162.16	±6.27	151.39	±5.66
26	ความสูงตา	149.97	±5.67	139.87	±5.57
27	ความสูงปุ่มไหล่	133.68	±6.17	123.81	±5.08
28	ความสูงรักแร้ (ด้านหลัง)	117.69	±5.29	108.15	±7.70
29	ความสูงเอว (ด้านหลัง)	100.75	±6.31	95.38	±5.16
30	ความสูงข้อศอก (ขณะงอ)	96.42	±7.48	90.80	±6.31
31	ความสูงใต้เป้า	70.18	±5.42	65.87	±7.77
32	ความสูงปุ่มเข่าด้านใน	43.11	±6.31	41.39	±4.48
33	น้ำหนัก	59.22	±14.52	54.45	±9.78

ผลการสำรวจสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุท่านั่งพบว่าสัดส่วนร่างกายของเพศชายและเพศหญิงมีค่าใกล้เคียงกันในบางรายการ เช่น ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงเอว ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงข้อศอก(ขณะงอ) ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนล่าง(ขณะนั่ง) ความกว้างข้อศอก(ขณะนั่ง) ความกว้างตะโพก(ขณะนั่ง) ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงจุดกึ่งกลางกำปั้น ความหนาของหน้าท้อง(ขณะนั่ง) ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงข้อพับที่หัวเข่า และระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงระดับน่องตอนบน แต่สัดส่วนร่างกายบางรายการมีความแตกต่างกันระหว่างเพศชายและเพศหญิงอย่างเห็นได้ชัด เช่น ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงศีรษะ ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงตา ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มคอด้านหลัง ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มไหล่ ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงต้นขา ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า ระยะห่างจากปุ่มไหล่ถึงข้อศอก (ขณะงอ) ความกว้างไหล่(ขณะนั่ง) ความกว้างข้อศอกขวาถึงซ้าย(กางข้อศอกในแนวระดับ) ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงปลายนิ้ว ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงข้อนิ้ว ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงปลายนิ้ว(ขณะนั่ง) ระยะห่างจากหน้าท้องถึงหัวเข่า และระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงหัวเข่า แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 สัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุท่านั่ง

ลำดับ	สัดส่วนร่างกายท่านั่ง	เพศชาย (22 คน)		เพศหญิง (88 คน)	
		ค่าเฉลี่ย (cm)	ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย (cm)	ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน
1	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงศีรษะ	83.02	±5.27	78.35	±6.19
2	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงตา	72.00	±4.08	67.47	±6.23
3	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มคอด้านหลัง	59.45	±3.63	55.49	±5.76
4	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มไหล่	54.60	±3.83	50.69	±6.10
5	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงเอว	27.34	±2.62	25.73	±5.94
6	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงข้อศอก (ขณะงอ)	20.02	±3.52	18.45	±4.11
7	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงต้นขา	11.33	±9.27	7.72	±3.23
8	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	50.67	±2.87	47.83	±2.93
9	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนล่าง (ขณะนั่ง)	41.02	±3.25	39.44	±2.13
10	ระยะห่างจากปุ่มไหล่ถึงข้อศอก (ขณะงอ)	32.10	±2.33	29.49	±2.60
11	ความกว้างไหล่ (ขณะนั่ง)	41.30	±2.80	38.00	±2.73
12	ความกว้างข้อศอกขวาถึงซ้าย (กางข้อศอกในแนวระดับ)	81.81	±5.70	75.08	±7.52
13	ความกว้างข้อศอก (ขณะนั่ง)	42.44	±6.83	42.55	±4.26
14	ความกว้างตะโพก (ขณะนั่ง)	34.27	±3.83	35.11	±3.24
15	ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงปลายนิ้ว	68.77	±4.82	64.77	±4.23
16	ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงข้อนิ้ว	60.82	±4.17	56.78	±4.67
17	ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงจุดกึ่งกลางกำปั้น	34.45	±1.68	32.30	±2.56
18	ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงปลายนิ้ว (ขณะนั่ง)	46.25	±2.34	42.56	±3.20
19	ความหนาของหน้าท้อง (ขณะนั่ง)	24.08	±4.05	25.83	±3.85
20	ระยะห่างจากหน้าท้องถึงหัวเข่า	35.66	±3.31	30.57	±4.68
21	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงหัวเข่า	54.46	±3.53	51.46	±4.98
22	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงข้อพับที่หัวเข่า	44.10	±2.41	43.08	±3.29
23	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงระดับน่องตอนบน	44.11	±2.56	43.01	±3.72

ผลการสำรวจสัดส่วนมือของผู้สูงอายุพบว่าสัดส่วนมือของเพศชายและเพศหญิงมีค่าใกล้เคียงกันในหลายรายการ เช่น ความยาวนิ้วหัวแม่มือ ความยาวนิ้วชี้ ความยาวนิ้วกลาง ความยาวนิ้วนาง ความยาวนิ้วก้อย ความยาวมือ ความกว้างฝ่ามือ ความหนาฝ่ามือ ความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางกำมือ แต่สัดส่วนมือบางรายการมีความแตกต่างกันระหว่างเพศชายและเพศหญิงเพียงเล็กน้อย เช่น ความยาวรอบฝ่ามือ ระยะจากปลายนิ้วชี้ถึงกึ่งกลางโคนฝ่ามือ ระยะจากปลายนิ้วชี้ถึงง่ามนิ้วหัวแม่มือ และความกว้างมือ แสดงดังตารางที่ 4.7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.7 สัดส่วนมือของผู้สูงอายุ

ลำดับ	สัดส่วนมือ	เพศชาย (22 คน)		เพศหญิง (88 คน)	
		ค่าเฉลี่ย (cm)	ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย (cm)	ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน
1	ความยาวรอบฝ่ามือ	21.95	±1.53	19.59	±1.14
2	ความยาวนิ้วหัวแม่มือ	6.51	±0.51	6.01	±0.67
3	ความยาวนิ้วชี้	7.08	±0.39	6.75	±0.46
4	ความยาวนิ้วกลาง	7.69	±0.42	7.28	±0.45
5	ความยาวนิ้วนาง	7.32	±0.48	6.76	±0.45
6	ความยาวนิ้วก้อย	5.79	±0.46	5.57	±1.40
7	ระยะจากปลายนิ้วชี้ถึงกึ่งกลางโคนฝ่ามือ	16.99	±1.38	15.96	±1.43
8	ความยาวฝ่ามือ	10.79	±1.54	9.91	±1.27
9	ระยะจากปลายนิ้วชี้ถึงง่ามนิ้วหัวแม่มือ	11.32	±0.66	10.29	±1.07
10	ความกว้างฝ่ามือ	8.46	±0.46	7.77	±1.24
11	ความกว้างมือ	11.19	±1.48	9.68	±1.07
12	ความหนาฝ่ามือ	2.98	±0.27	2.67	±0.38
13	ความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางกำมือ	6.58	±1.02	6.17	±0.77

4.2 ผลการวิจัยเชิงการทดลอง (Experimental Research)

4.2.1 ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ

ข้อมูลที่ได้จากผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุสามารถวิเคราะห์ผลเพื่อหาค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ยแรงบิด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเปอร์เซ็นไทล์ได้ดังต่อไปนี้

4.2.1.1 ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม

ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุในท่ายืนทั้งเพศชายและเพศหญิงจำนวน 110 คน โดยการบิดลูกบิดประตูที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร ด้วยมือซ้ายและมือขวาในทิศทวนเข็มนาฬิกาและตามเข็มนาฬิกา แสดงดังตารางที่ 4.8 จากข้อมูลของเพศชายพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 2.47±0.54 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร แรงบิดเฉลี่ยเท่ากับ 1.90±0.64 นิวตันเมตร และเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.70±0.62 นิวตันเมตร และค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรง

ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยแรงบิดเท่ากับ 1.27±0.56 นิวตันเมตร

ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุในท่านั่งของเพศชายพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 2.33±0.48 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.55±0.54 นิวตันเมตร และเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.57±0.56 นิวตันเมตร และค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยแรงบิดเท่ากับ 1.09±0.45 นิวตันเมตร

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยแรงบิดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้สูงอายุโดยรวม

ท่าทางในการใช้งาน	ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	เพศชาย (n=22)		เพศหญิง (n=88)	
				ค่าเฉลี่ยแรงบิด (Nm)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยแรงบิด (Nm)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ท่ายืน	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.29	±0.64	1.57	±0.63
			1,200	1.90	±0.64	1.27	±0.56
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.38	±0.60	1.63	±0.55
			1,200	2.10	±0.61	1.31	±0.56
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.47	±0.54	1.63	±0.61
			1,200	1.99	±0.40	1.34	±0.60
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.45	±0.56	1.70	±0.62
			1,200	2.05	±0.53	1.37	±0.56
ท่านั่ง	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.70	±0.47	1.31	±0.55
			1,200	1.55	±0.54	1.09	±0.45
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.33	±0.48	1.57	±0.56
			1,200	2.04	±0.48	1.34	±0.49
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.12	±0.47	1.45	±0.57
			1,200	1.87	±0.42	1.24	±0.51
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.03	±0.52	1.48	±0.56
			1,200	1.75	±0.49	1.25	±0.49

นอกจากนี้ตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายของการออกแรงด้วยมือซ้ายและมือขวา พบว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือขวามีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือซ้าย ซึ่งค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือขวาเท่ากับ 2.47±0.54 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.75±0.49 นิวตันเมตร และค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 2.38±0.60 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 1.55±0.54 นิวตันเมตร ในเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือขวามีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือซ้ายเช่นเดียวกันกับเพศชาย ซึ่งค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.70±0.62 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.24±0.51 นิวตันเมตร และค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 1.63±0.55 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 1.09±0.45 นิวตันเมตร สามารถบอกได้ว่าผู้สูงอายุเพศชายสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าผู้สูงอายุเพศหญิงของทุกเงื่อนไข

ตารางที่ 4.9 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 และ95 ของผู้สูงอายุโดยรวม

ท่าทางในการใช้งาน	**ข้างของมือ**	**ทิศทางการออกแรง**	**ระดับความสูง (มม.)**	**เพศชาย (n=22)**				**เพศหญิง (n=88)**			
				ค่าสูงสุด	**ค่าต่ำสุด**	**P_5**	**P_{95}**	**ค่าสูงสุด**	**ค่าต่ำสุด**	**P_5**	**P_{95}**
ท่ายืน	ซ้าย	ทวนเข็ม	1,000	3.70	0.97	1.35	3.40	1.57	0.63	4.25	0.62
		นาฬิกา	1,200	3.57	0.90	1.02	2.88	1.27	0.56	3.38	0.37
		ตามเข็ม	1,000	3.57	1.03	1.46	3.30	1.63	0.55	3.73	0.67
		นาฬิกา	1,200	3.18	1.03	1.31	3.16	1.40	0.52	3.33	0.50
	ขวา	ทวนเข็ม	1,000	3.32	1.42	1.82	3.22	1.63	0.61	3.80	0.50
		นาฬิกา	1,200	2.65	1.38	1.45	2.60	1.31	0.56	3.77	0.47
		ตามเข็ม	1,000	3.48	1.17	1.75	3.37	1.70	0.62	4.20	0.68
		นาฬิกา	1,200	3.25	1.17	1.29	2.78	1.36	0.56	3.28	0.53
ท่านั่ง	ซ้าย	ทวนเข็ม	1,000	2.88	0.75	0.90	2.37	1.34	0.60	3.70	0.43
		นาฬิกา	1,200	3.17	0.77	0.85	2.29	1.09	0.45	2.92	0.35
		ตามเข็ม	1,000	3.40	1.40	1.53	3.36	1.57	0.56	3.55	0.55
		นาฬิกา	1,200	3.10	1.27	1.30	2.75	1.34	0.49	2.72	0.43
	ขวา	ทวนเข็ม	1,000	3.00	1.28	1.42	2.91	1.45	0.57	3.47	0.52
		นาฬิกา	1,200	2.80	1.25	1.28	2.48	1.25	0.51	2.93	0.47
		ตามเข็ม	1,000	3.10	1.22	1.37	2.94	1.48	0.56	3.68	0.53
		นาฬิกา	1,200	2.80	0.92	1.12	2.68	1.25	0.50	2.77	0.53

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากตาราง 4.9 พบว่าค่าแรงบิดสูงสุดและต่ำสุดของเพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิงทุกเงื่อนไข สามารถบอกได้ว่าเพศชายสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าเพศหญิง ค่าสูงสุดในท่ายืนมากกว่าในท่านั่งของทั้งเพศชายและเพศหญิง สามารถบอกได้ว่าเพศชายและเพศหญิงสามารถออกแรงบิดท่ายืนได้มากกว่าท่านั่ง

4.2.1.2 ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปี

ผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปีมีจำนวน 56 คนแบ่งเป็นเพศชาย 11 คนและเพศหญิง 45 คน ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือด้วยลูกบิดประตูที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร แสดงดังตารางที่ 4.10 ข้อมูลของเพศชายในท่ายืนแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 2.55±0.51 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 2.06±0.39 นิวตันเมตร และเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.87±0.68 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.50±0.61 นิวตันเมตร

ส่วนท่านั่งของเพศชายพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 2.52±0.48 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.77±0.60 นิวตันเมตร และเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.72±0.63 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.21±0.49 นิวตันเมตร

นอกจากนี้ ตารางที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่าผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายของการออกแรงด้วยมือซ้ายและมือขวา พบว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือขวามีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือซ้าย ซึ่งค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือขวาเท่ากับ 2.55±0.51 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.81±0.54 นิวตันเมตร และค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 2.52±0.48 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ย

แรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 1.77±0.60 นิวตันเมตร ในเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือขวามีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือซ้ายเช่นเดียวกันกับเพศชาย ซึ่งค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.87±0.68 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.40±0.58 นิวตันเมตร และค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 1.79±0.60 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 1.21±0.49 นิวตันเมตร

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยแรงบิด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปี

ท่าทางในการใช้งาน	ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	เพศชาย (n=11)		เพศหญิง (n=45)	
				ค่าเฉลี่ยแรงบิด (Nm)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยแรงบิด (Nm)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ท่ายืน	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.42	±0.68	1.76	±0.69
			1,200	2.07	±0.67	1.50	±0.61
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.41	±0.51	1.79	±0.60
			1,200	2.17	±0.59	1.55	±0.58
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.45	±0.53	1.78	±0.64
			1,200	2.06	±0.39	1.50	±0.64
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.55	±0.51	1.87	±0.68
			1,200	2.13	±0.53	1.60	±0.61
ท่านั่ง	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.87	±0.46	1.43	±0.60
			1,200	1.77	±0.60	1.21	±0.49
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.52	±0.48	1.72	±0.63
			1,200	2.18	±0.45	1.47	±0.56
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.31	±0.48	1.62	±0.64
			1,200	1.98	±0.42	1.40	±0.58
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.16	±0.57	1.60	±0.64
			1,200	1.81	±0.54	1.42	±0.57

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.11 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 และ95 ของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปี

ท่าทางในการใช้งาน	ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	เพศชาย (n=11)				เพศหญิง (n=45)			
				ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	P_5	P_{95}	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	P_5	P_{95}
ท่ายืน	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	3.70	1.33	1.58	3.55	4.25	0.80	0.87	2.65
			1,200	3.57	1.28	1.32	3.07	3.38	0.52	0.84	2.44
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	3.57	1.85	1.90	3.33	3.73	0.70	0.96	2.78
			1,200	3.18	1.48	1.57	3.18	3.33	0.50	0.77	2.57
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	3.32	1.90	1.92	3.27	3.80	0.70	0.88	2.64
			1,200	2.65	1.45	1.52	2.61	3.77	0.52	0.71	2.60
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	3.48	1.75	1.95	3.43	4.20	0.70	0.96	3.01
			1,200	3.25	1.47	1.53	2.98	3.28	0.67	0.97	2.72
ท่านั่ง	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.88	1.37	1.38	2.63	3.70	0.55	0.68	2.27
			1,200	3.17	1.00	1.11	2.73	2.92	0.58	0.66	2.13
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	3.40	2.08	2.09	3.39	3.55	0.55	0.92	2.84
			1,200	3.10	1.55	1.61	2.93	2.72	0.70	0.77	2.51
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	3.00	1.75	1.76	2.96	3.47	0.52	0.79	2.65
			1,200	2.80	1.30	1.44	2.58	2.93	0.53	0.73	2.56
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	3.10	1.37	1.47	3.03	3.68	0.53	0.80	2.60
			1,200	2.80	1.15	1.22	2.75	2.77	0.57	0.74	2.53

จากตารางที่ 4.11 พบว่าค่าแรงบิดสูงสุดของเพศชายและเพศหญิงในช่วงอายุ 60-69 ปี มีค่าใกล้เคียงกันทุกเงื่อนไข สามารถบอกได้ว่าเพศชายและเพศหญิงมีความสามารถในการออกแรงบิดได้ใกล้เคียงกัน และค่าแรงบิดสูงสุดในท่ายืนมีค่ามากกว่าในท่านั่งของทั้งเพศชายและเพศหญิงทุกเงื่อนไข สามารถบอกได้ว่าเพศชายและเพศหญิงในช่วงอายุ 60-69 ปี สามารถออกแรงบิดท่ายืนได้มากกว่าท่านั่ง

4.2.1.3 ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 70-79 ปี

ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือผู้สูงอายุในช่วงอายุ 70-79 ปีมีจำนวน 35 คนแบ่งเป็นเพศชาย 7 คนและเพศหญิง 28 คน แสดงดังตารางที่ 4.12 ข้อมูล

ของเพศชายในท่ายืนพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 2.59±0.64 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.77±0.65 นิวตันเมตร และเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.49±0.58 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.05±0.44 นิวตันเมตร

ส่วนข้อมูลท่านั่งของเพศชายพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 2.24±0.43 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.44±0.41 นิวตันเมตร และเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.43±0.39 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.00±0.35 นิวตันเมตร

ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายของการออกแรงด้วยมือซ้ายและมือขวา พบว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือขวามีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือซ้าย ซึ่งค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือขวาเท่ากับ 2.59±0.64 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.72±0.46 นิวตันเมตร และค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 2.45±0.76 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 1.44±0.41 นิวตันเมตร ในเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือขวามีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือซ้ายเช่นเดียวกันกับเพศชาย ซึ่งค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.51±0.45 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.09±0.36 นิวตันเมตร และค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 1.46±0.45 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 1.00±0.35 นิวตันเมตร

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยแรงบิด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 70-79 ปี

ท่าทางในการใช้งาน	ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	เพศชาย (n=7)		เพศหญิง (n=28)	
				ค่าเฉลี่ยแรงบิด (Nm)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยแรงบิด (Nm)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ท่ายืน	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.21	±0.75	1.41	±0.51
			1,200	1.77	±0.65	1.05	±0.44
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.45	±0.76	1.46	±0.45
			1,200	2.12	±0.67	1.23	±0.36
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.59	±0.64	1.49	±0.58
			1,200	1.95	±0.43	1.13	±0.40
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.36	±0.70	1.51	±0.45
			1,200	2.05	±0.61	1.13	±0.41
ท่านั่ง	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.49	±0.54	1.25	±0.49
			1,200	1.44	±0.41	1.00	±0.35
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.24	±0.43	1.43	±0.39
			1,200	1.93	±0.56	1.22	±0.34
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.97	±0.41	1.30	±0.47
			1,200	1.80	±0.45	1.11	±0.37
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	1.90	±0.52	1.38	±0.46
			1,200	1.72	±0.46	1.09	±0.36

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.13 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 และ95 ของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 70-79 ปี

ท่าทางในการใช้งาน	ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	เพศชาย (n=7)				เพศหญิง (n=28)			
				ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	P_5	P_{95}	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	P_5	P_{95}
ท่ายืน	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	3.37	0.97	1.23	3.18	2.38	0.62	0.81	2.33
			1,200	2.90	1.02	1.03	2.69	1.82	0.37	0.63	1.68
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	3.30	1.03	1.36	3.27	2.60	0.67	0.90	2.26
			1,200	2.98	1.03	1.23	2.94	2.05	0.70	0.80	1.83
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	3.18	1.42	1.63	3.15	2.62	0.50	0.82	2.39
			1,200	2.60	1.38	1.47	2.55	2.00	0.47	0.70	1.94
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	3.35	1.17	1.38	3.18	2.58	0.68	0.92	2.15
			1,200	2.78	1.17	1.20	2.71	2.10	0.53	0.57	1.72
ท่านั่ง	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.20	0.75	0.79	2.14	3.57	0.43	0.74	2.39
			1,200	1.98	0.77	0.87	1.93	1.82	0.37	0.63	1.68
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.65	1.40	1.56	2.62	2.30	0.77	0.85	2.04
			1,200	2.73	1.27	1.28	2.64	2.05	0.70	0.80	1.83
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.55	1.28	1.42	2.45	2.30	0.62	0.74	2.09
			1,200	2.48	1.25	1.26	2.37	2.00	0.47	0.70	1.94
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.68	1.22	1.29	2.58	2.17	0.60	0.70	2.09
			1,200	2.38	1.12	1.14	2.29	2.10	0.53	0.57	1.72

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นว่าค่าแรงบิดสูงสุดและต่ำสุดของเพศชายในช่วงอายุ 70-79 ปี ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าเพศหญิงในช่วงอายุ 70-79 ปี สามารถบอกได้ว่าเพศชายสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าเพศหญิง ค่าแรงบิดสูงสุดในท่ายืนส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าท่านั่งของทั้งเพศชายและเพศหญิง สามารถบอกได้ว่าเพศชายและเพศหญิงสามารถออกแรงบิดท่ายืนได้มากกว่าท่านั่ง

4.2.1.4 ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป

ผู้สูงอายุในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไปมีจำนวน 19 คนแบ่งเป็นเพศชาย 4 คน และเพศหญิง 15 คน ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือด้วยลูกบิดประตูที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร แสดงดังตารางที่ 4.14 ข้อมูลของเพศชายในท่ายืนแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 2.30±0.47 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.67±0.65 นิวตันเมตร และเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.52±0.57 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.08±0.36 นิวตันเมตร ส่วนข้อมูลท่านั่งของเพศชายพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.98±0.40 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.18±0.38 นิวตันเมตร และเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.39±0.52 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 0.91±0.40 นิวตันเมตร

ตารางที่ 4.14 ยังแสดงให้เห็นว่าผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายของการออกแรงด้วยมือซ้ายและมือขวา พบว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือขวามีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือซ้าย ซึ่งค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือขวาเท่ากับ 2.30±0.47 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.63±0.50 นิวตันเมตร และค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 2.15±0.67 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 1.18±0.38 นิวตันเมตร ในเพศหญิงพบว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือขวามีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของมือซ้ายเช่นเดียวกันกับเพศชาย ซึ่งค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.52±0.57 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือขวาเท่ากับ 1.02±0.35 นิวตันเมตร และค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่ามากที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 1.50±0.47 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดของมือซ้ายเท่ากับ 0.91±0.40 นิวตันเมตร

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยแรงบิด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป

ท่าทางในการใช้งาน	ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	เพศชาย (n=4)		เพศหญิง (n=15)	
				ค่าเฉลี่ยแรงบิด (Nm)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยแรงบิด (Nm)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ท่ายืน	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.08	±0.25	1.34	±0.52
			1,200	1.67	±0.59	1.10	±0.44
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.15	±0.67	1.50	±0.47
			1,200	1.88	±0.65	1.26	±0.46
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.30	±0.47	1.42	±0.45
			1,200	1.87	±0.45	1.08	±0.36
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.29	±0.50	1.52	±0.57
			1,200	1.85	±0.46	1.14	±0.38
ท่านั่ง	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.60	±0.22	1.05	±0.39
			1,200	1.18	±0.38	0.91	±0.40
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	1.98	±0.40	1.39	±0.52
			1,200	1.83	±0.41	1.17	±0.43
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.87	±0.45	1.26	±0.41
			1,200	1.70	±0.33	1.02	±0.35
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	1.90	±0.40	1.29	±0.33
			1,200	1.63	±0.50	1.05	±0.24

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.15 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 และ95 ของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป

ท่าทางในการใช้งาน	ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	เพศชาย (n=4)				เพศหญิง (n=15)			
				ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	P_5	P_{95}	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	P_5	P_{95}
ท่ายืน	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.32	1.73	1.79	2.29	2.73	0.75	0.76	2.12
			1,200	2.28	0.90	1.00	2.23	2.17	0.43	0.56	1.81
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.83	1.45	1.49	2.80	2.48	0.90	0.91	2.33
			1,200	2.78	1.30	1.34	2.65	2.45	0.73	0.80	2.10
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.80	1.82	1.84	2.77	2.75	0.82	0.97	2.24
			1,200	2.52	1.47	1.51	2.40	1.97	0.50	0.61	1.59
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.97	1.78	1.83	2.87	3.18	0.95	1.00	2.46
			1,200	2.50	1.42	1.46	2.39	2.03	0.62	0.63	1.77
ท่านั่ง	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.77	1.28	1.33	1.76	2.05	0.55	0.56	1.69
			1,200	1.62	0.85	0.86	1.58	1.92	0.35	0.48	1.63
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.37	1.52	1.55	2.35	2.28	0.62	0.69	2.18
			1,200	2.37	1.37	1.42	2.29	2.15	0.43	0.63	1.74
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.35	1.42	1.44	2.32	2.15	0.72	0.81	1.91
			1,200	2.15	1.37	1.39	2.09	1.77	0.52	0.61	1.62
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.27	1.42	1.46	2.26	1.93	0.65	0.85	1.72
			1,200	2.02	0.92	1.03	2.00	1.67	0.67	0.76	1.35

ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากตาราง 4.15 แสดงให้เห็นว่าค่าแรงบิดสูงสุดและค่าต่ำสุดของเพศชายในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าเพศหญิงในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป ซึ่งสามารถบอกได้ว่าเพศชายสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าเพศหญิง ค่าสูงสุดในท่ายืนมากกว่าในท่านั่งของทั้งเพศชายและเพศหญิงทุกเงื่อนไข สามารถบอกได้ว่าเพศชายและเพศหญิงสามารถออกแรงบิดท่ายืนได้มากกว่าท่านั่ง

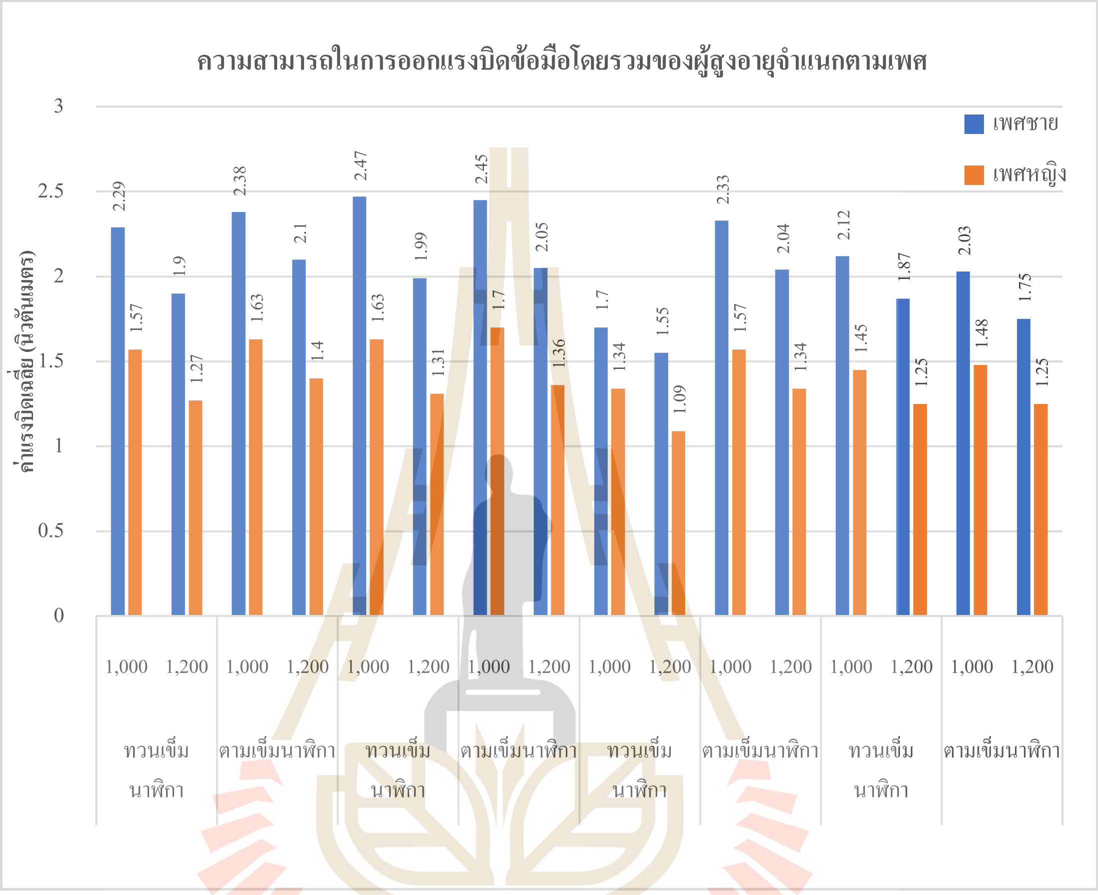
4.2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ

4.2.2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือโดยรวม

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ

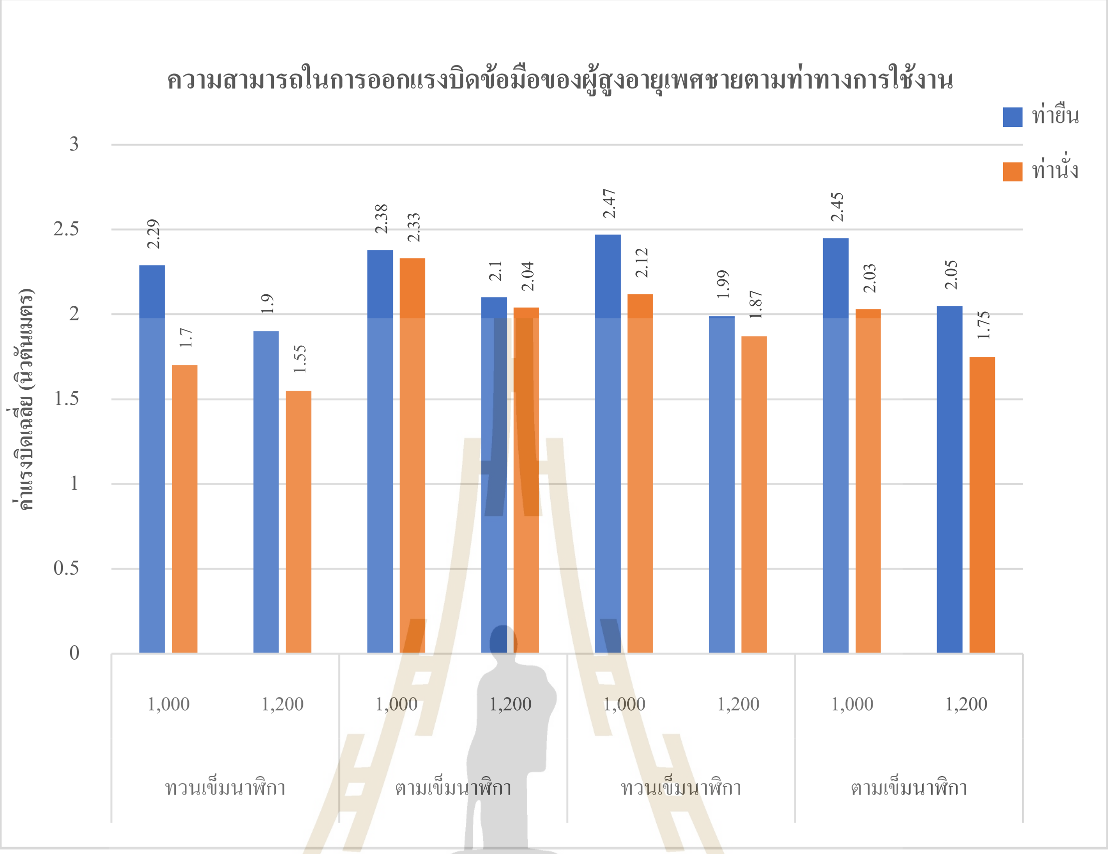
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โดยรวมจำแนกตามเพศ และจำแนกตามลักษณะท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู แสดงดังรูปที่ 4.5-4.6



รูปที่ 4.5 ความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือโดยรวมของผู้สูงอายุจำแนกตามเพศ

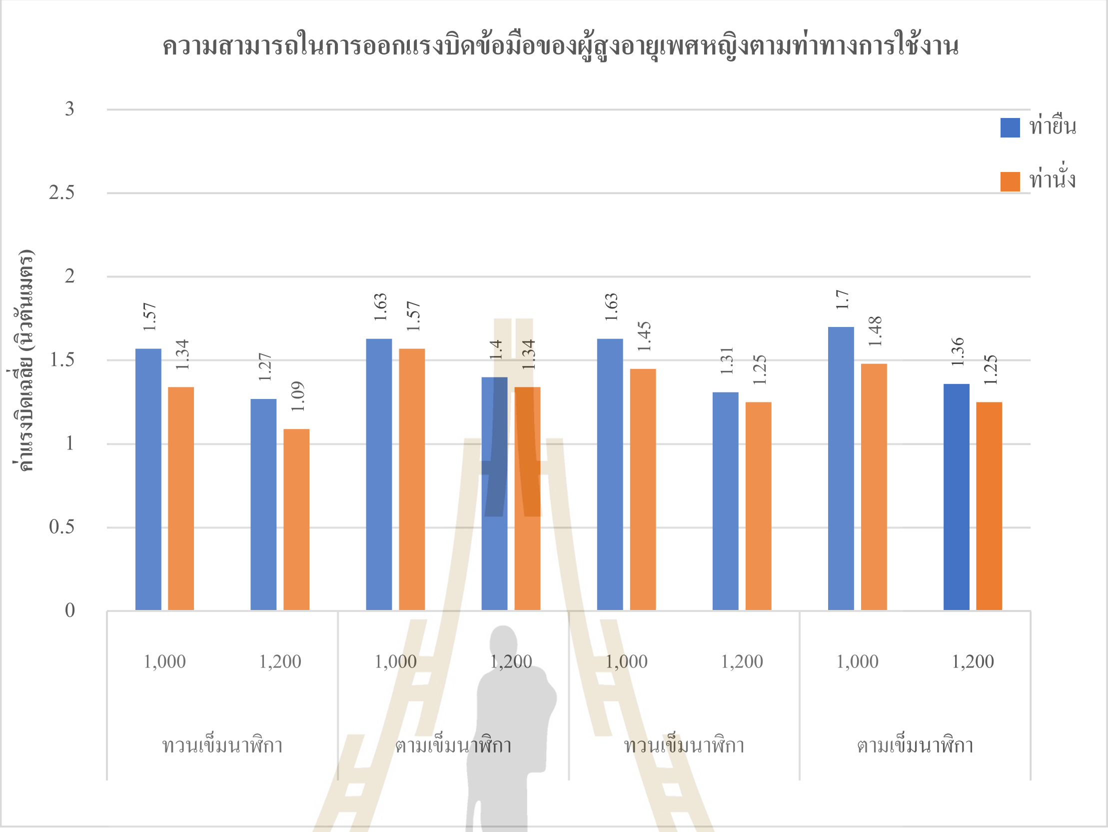
จากการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือโดยรวมของผู้สูงอายุจำแนกตามเพศ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร การออกแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาและตามเข็มนาฬิกา การออกแรงโดยใช้มือซ้ายและขวา และการออกแรงในท่ายืนและนั่ง จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของเพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิง สามารถบอกได้ว่าผู้สูงอายุเพศชายมีความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือมากกว่าผู้สูงอายุเพศหญิง เนื่องจากโครงสร้างทางด้านร่างกาย เช่น กระดูก และกล้ามเนื้อของเพศชายมีปริมาณมากกว่าเพศหญิงทำให้สามารถออกแรงได้มากกว่า



รูปที่ 4.6 ความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามท่าทางการใช้งาน

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ดังแสดงในรูปที่ 4.6 พบว่าผู้สูงอายุเพศชายมีความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร มากกว่าที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ของแต่ละทิศทางในการออกแรงและมือที่ใช้ออกแรง และยังพบว่าผู้สูงอายุเพศชายจะมีความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือมากขึ้นเมื่อออกแรงในท่ายืนของทุกเงื่อนไขของระดับความสูง เนื่องจากผู้ถูกทดสอบในงานวิจัยนี้เป็นผู้สูงอายุเพศชายที่มีสุขภาพร่างกายดีไม่มีความจำเป็นต้องใช้รถเข็น เมื่อทำการทดสอบในท่านั่งจึงเกิดความไม่สะดวกสบายในการใช้งานลูกบิดประตูทำให้ได้ค่าแรงบิดข้อมือน้อย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

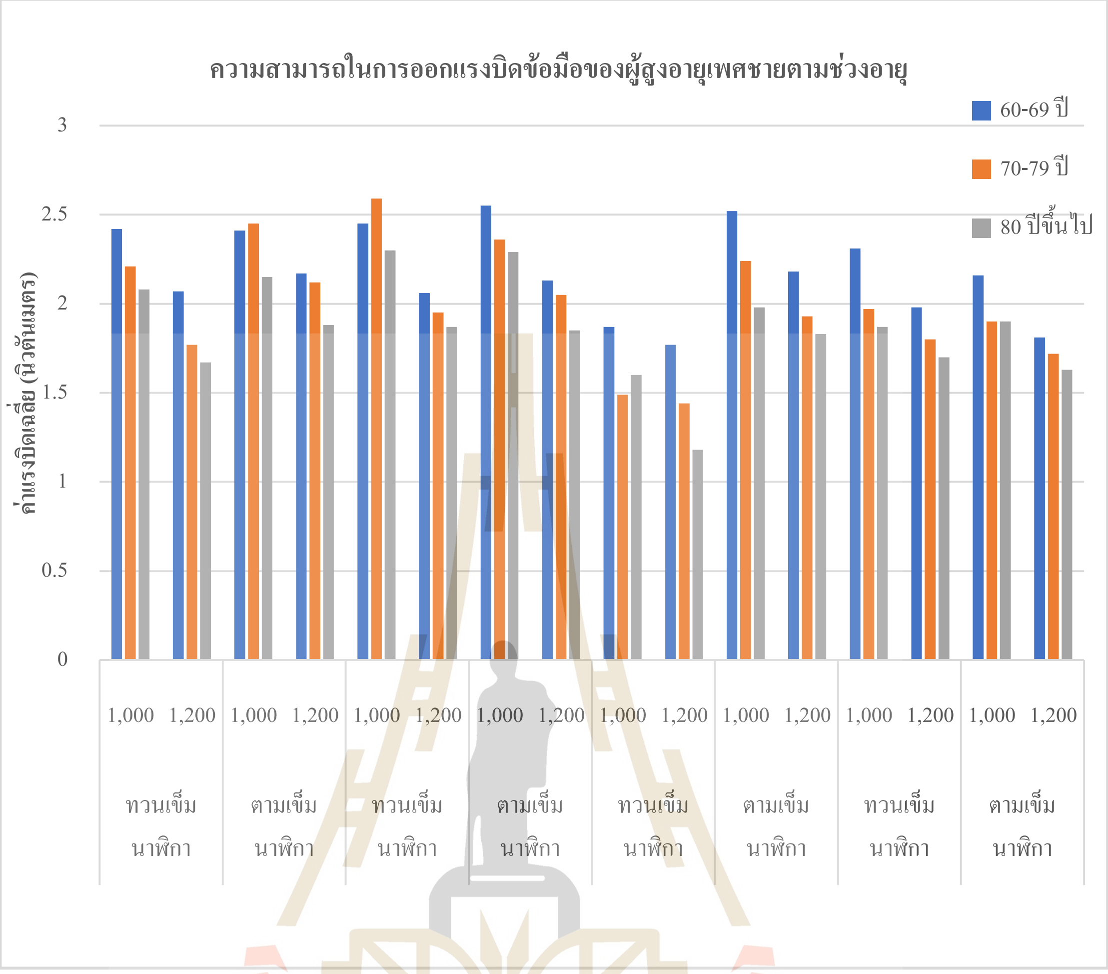


รูปที่ 4.7 ความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามท่าทางการใช้งาน

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ดังแสดงในรูปที่ 4.7 พบว่าผู้สูงอายุเพศหญิงมีความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร มากกว่าที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ของแต่ละทิศทางในการออกแรงและมือที่ใช้ออกแรง และยังพบว่าผู้สูงอายุเพศหญิงจะมีความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือมากขึ้นเมื่อออกแรงในลักษณะท่ายืนของทุกเงื่อนไขของระดับความสูง เช่นเดียวกันกับเพศชาย เนื่องจากผู้ถูกทดสอบในงานวิจัยนี้เป็นผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีสุขภาพร่างกายดีไม่มีความจำเป็นต้องใช้รถเข็น เมื่อทำการทดสอบในท่านั่งจึงเกิดความไม่สะดวกสบายในการใช้งานลูกบิดประตูทำให้ได้ค่าแรงบิดข้อมือน้อย และความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของมือซ้ายและมือขวามีค่าเฉลี่ยแรงบิดที่ใกล้เคียงกัน

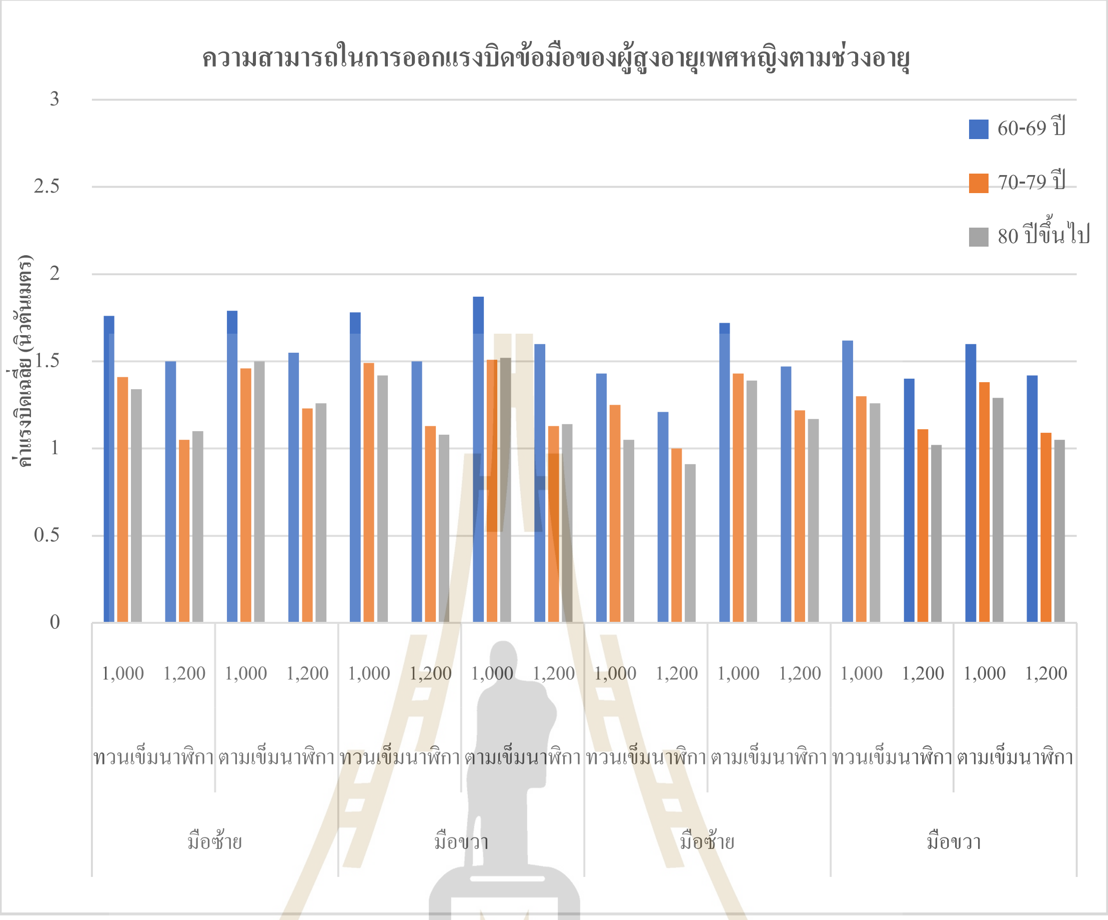
4.2.2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือตามช่วงอายุ

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุแบ่งตามช่วงอายุที่แตกต่างกัน ได้แก่ 60-69 ปี 70-79 ปี และ 80 ปีขึ้นไป แสดงดังรูปที่ 4.8 และ 4.9



รูปที่ 4.8 ความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุที่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.8 พบว่าผู้สูงอายุเพศชายที่อยู่ในช่วงอายุ 60-69 ปีมีความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าผู้สูงอายุในช่วงอายุ 70-79 ปีและ 80 ปีขึ้นไป และยังพบว่าผู้สูงอายุในช่วงอายุ 70-79 ปีสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าผู้สูงอายุในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป เนื่องจากเมื่อผู้สูงอายุมีอายุเพิ่มมากขึ้นกระดูกและกล้ามเนื้อมีความเสื่อมสภาพลงทำให้เมื่ออายุเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าแรงบิดน้อยลงด้วย แต่มีบางเงื่อนไขที่ผู้สูงอายุในช่วงอายุ 70-79 ปีและ 80 ปีขึ้นไปสามารถออกแรงบิดข้อมือได้ค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.9 ความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ

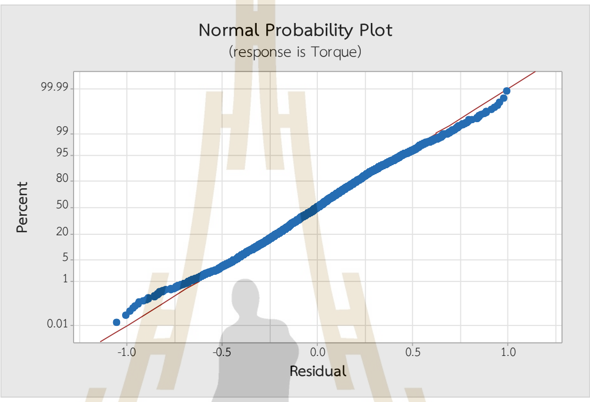
จากการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุที่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.9 พบว่าผู้สูงอายุเพศหญิงที่อยู่ในช่วงอายุ 60-69 ปีมีวามสามารถในการออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าผู้สูงอายุในช่วงอายุ 70-79 ปีและ 80 ปีขึ้นไป เพราะผู้สูงอายุเมื่อมีอายุเพิ่มมากขึ้นกระดูกและกล้ามเนื้อมีความเสื่อมสภาพลงทำให้เมื่ออายุเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าแรงบิดน้อยลงด้วย และยังพบว่ามีบางเงื่อนไขที่ผู้สูงอายุในช่วงอายุ 70-79 ปีและ 80 ปีขึ้นไปสามารถออกแรงบิดข้อมือได้ค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน

4.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

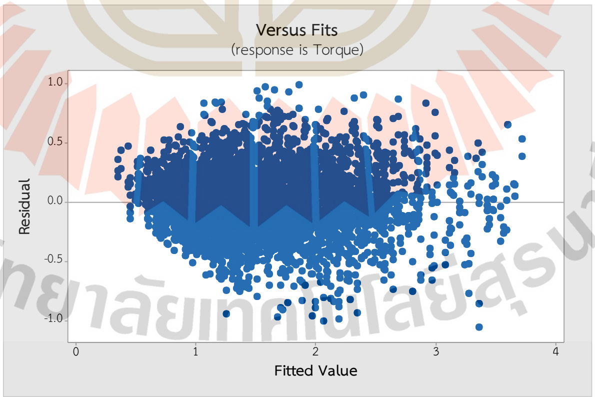
4.3.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม

การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม และการทดสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พิจารณาแผนภาพการการกระจายตัวแบบปกติ

(Normal Probability Plot) ดังแสดงในรูปที่ 4.10 พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวตามแนวเส้นตรง แสดงว่าค่าแรงบิดข้อมือที่ได้จากการทดลองมีการกระจายตัวแบบปกติ และเมื่อพิจารณาการกระจายตัวของแผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ (Versus Fits) ดังแสดงในรูปที่ 4.11 พบว่าค่าส่วนตกค้างมีการกระจายตัวรอบเส้นศูนย์ของค่าลบและค่าบวกอย่างสม่ำเสมอ แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีความแปรปรวนคงที่



รูปที่ 4.10 แผนภาพการกระจายตัวแบบปกติของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม



รูปที่ 4.11 แผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4.16 พบว่าปัจจัยหลักทั้ง 5 ปัจจัยคือ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรงมีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าปัจจัยหลักมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ จากนั้นทำการพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean Comparisons) ตามวิธีของ Tukey’s แสดงดังตารางที่ 4.17-4.21

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม

แหล่งความแปรปรวน	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
เพศ	1	351.90	351.902	4765.88	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	1	40.44	40.441	547.70	0.000
ระดับความสูง	1	66.29	66.291	897.79	0.000
ข้างของมือ	1	1.50	1.499	20.30	0.000
ทิศทางการออกแรง	1	13.42	13.420	181.75	0.000
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	1	2.66	2.662	36.05	0.000
เพศ*ระดับความสูง	1	1.29	1.288	17.44	0.000
เพศ*ข้างของมือ	1	0.14	0.141	1.91	0.167
เพศ*ทิศทางการออกแรง	1	0.44	0.437	5.92	0.015
Block(เพศ)	108	1274.19	11.798	159.78	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง	1	1.55	1.547	20.95	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ	1	0.05	0.053	0.72	0.396
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรง	1	2.10	2.102	28.46	0.000
ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.56	0.558	7.56	0.006
ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.03	0.027	0.37	0.542
ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	13.54	13.543	183.42	0.000
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง	1	0.42	0.424	5.74	0.017
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ	1	0.05	0.053	0.71	0.399
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรง	1	0.26	0.257	3.48	0.062
เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.15	0.155	2.10	0.148

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุโดยรวม (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
เพศ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.00	0.004	0.06	0.812
เพศ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	4.42	4.419	59.85	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.17	0.170	2.31	0.129
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.53	0.532	7.21	0.007
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	8.48	8.477	114.80	0.000
ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.05	0.051	0.68	0.408
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.00	0.001	0.02	0.891
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.32	0.317	4.29	0.038
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	1.14	1.137	15.40	0.000
เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.02	0.019	0.26	0.613
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.06	0.064	0.87	0.351
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.10	0.099	1.34	0.247
ค่าความคลาดเคลื่อน	5140	379.53	0.074		
รวม	5279	2188.88			

หมายเหตุ: * หมายถึง อันตรกิริยา

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับเพศแสดงดังตารางที่ 4.17 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดในเพศชายซึ่งเท่ากับ 2.07 นิวตันเมตร และเพศหญิงเท่ากับ 1.42 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเพศชายสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าเพศหญิง

ตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับเพศ

เพศ	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
ชาย	1056	2.07	A	
หญิง	4224	1.42		B

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู แสดงดังตารางที่ 4.18 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดในท่ายืนซึ่งเท่ากับ 1.85 นิวตันเมตร และท่ายืนเท่ากับ 1.64 นิวตันเมตร โดยท่ายืนสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าท่านั่ง และยังแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือในท่ายืนและท่านั่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู

ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
ท่ายืน	2640	1.85	A	
ท่านั่ง	2640	1.64		B

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับระดับความสูงที่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.19 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรซึ่งเท่ากับ 1.88 นิวตันเมตร และที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตรเท่ากับ 1.60 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับระดับความสูง

ระดับความสูง (มม.)	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
1,000	2640	1.88	A	
1,200	2640	1.60		B

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือข้างที่ใช้ออกแรง แสดงดังตารางที่ 4.20 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดเมื่อใช้มือขวามากกว่ามือซ้าย โดยค่าเฉลี่ยของแรงบิดของมือขวาเท่ากับ 1.77 นิวตันเมตร และมือซ้ายเท่ากับ 1.72 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของมือขวา และมือซ้ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือ

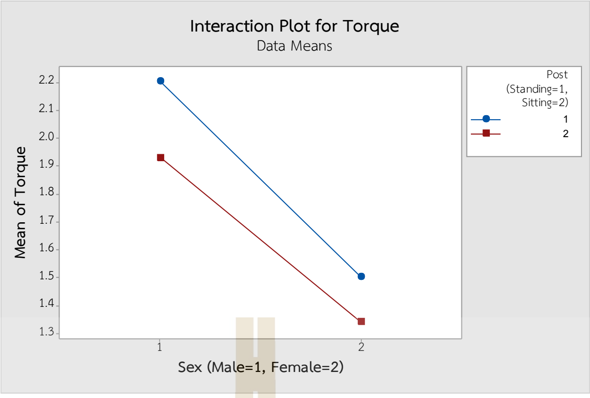
ข้างของมือ	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
มือขวา	2640	1.77	A	
มือซ้าย	2640	1.72		B

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรงแสดงดังตารางที่ 4.21 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดเมื่อออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาเท่ากับ 1.81 นิวตันเมตร ซึ่งมากกว่าการออกแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาที่มีค่าเท่ากับ 1.68 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของการออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกา และทิศทวนเข็มนาฬิกามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรง

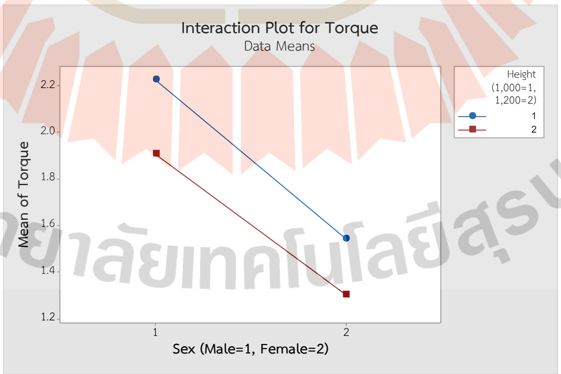
ทิศทางการออกแรง	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
ตามเข็มนาฬิกา	2640	1.81	A	
ทวนเข็มนาฬิกา	2640	1.68		B

จากการพิจารณาตารางที่ 4.16 ค่า P-value ของอันตรกิริยาระหว่างเพศกับท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตูเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของเพศชายและเพศหญิงในท่ายืนและท่านั่ง แสดงดังรูปที่ 4.12 พบว่าลักษณะของกราฟขนานกัน แสดงว่าเพศกับท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน นอกจากนี้ยังพบว่าเพศชายสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าเพศหญิงทั้งในท่านั่งและท่ายืน เพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยแรงบิดไปในทิศทางเดียวกัน และเมื่อออกแรงในท่ายืนจะทำให้ความสามารถในการออกแรงบิดเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 4.12 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างเพศกับท่าทาง

จากตารางที่ 4.16 ค่า P-value ของอันตรกิริยาระหว่างเพศกับระดับความสูงที่แตกต่างกันเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของเพศชายและเพศหญิงในระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร แสดงดังรูปที่ 4.13 พบว่าลักษณะของกราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าเพศกับระดับความสูงไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน จากกราฟยังพบว่าเพศชายสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าเพศหญิงทั้งในระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร ซึ่งเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยของแรงบิดไปในทิศทางเดียวกัน

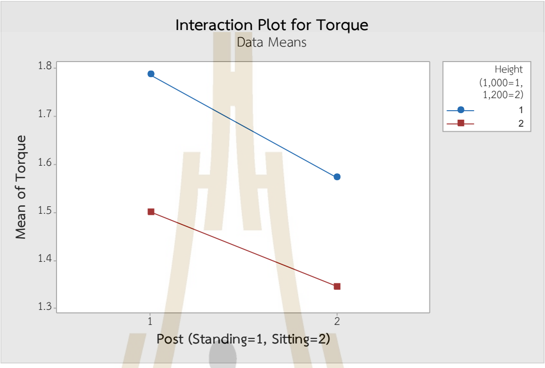


รูปที่ 4.13 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างเพศกับระดับความสูง

จากตารางที่ 4.16 ค่า P-Value ของอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูงที่แตกต่างกันเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถใน

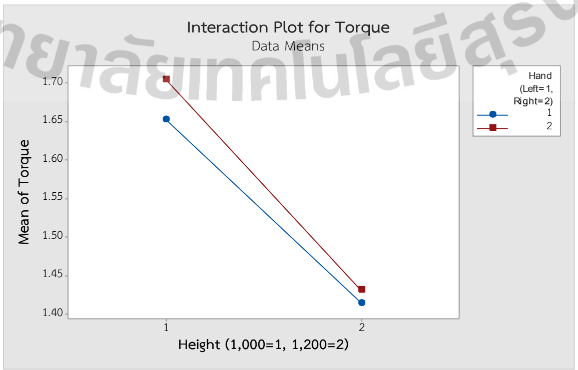
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การออกแรงบิดข้อมือของท่ายืนและท่านั่งที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร แสดงดังรูปที่ 4.14 พบว่าลักษณะของกราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูงไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน โดยการออกแรงในท่ายืนออกแรงได้มากกว่าท่านั่ง และที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรออกแรงได้มากกว่า 1,200 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.14 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูง

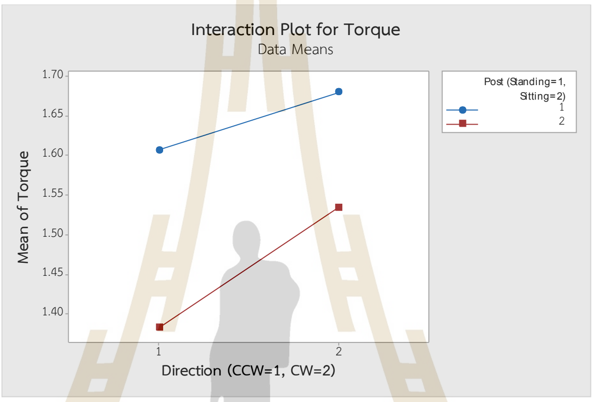
จากตารางที่ 4.16 ค่า P-value ของอันตรกิริยาระหว่างระดับความสูงที่แตกต่างกันกับข้างของมือเท่ากับ 0.006 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตรของมือซ้ายและมือขวา แสดงดังรูปที่ 4.15 จะเห็นว่าลักษณะของกราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าระดับความสูงกับข้างของมือไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน ซึ่งมือขวาสามารถออกแรงบิดได้มากกว่ามือซ้าย และที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าที่ระดับ 1,200 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.15 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างระดับความสูงกับข้างของมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

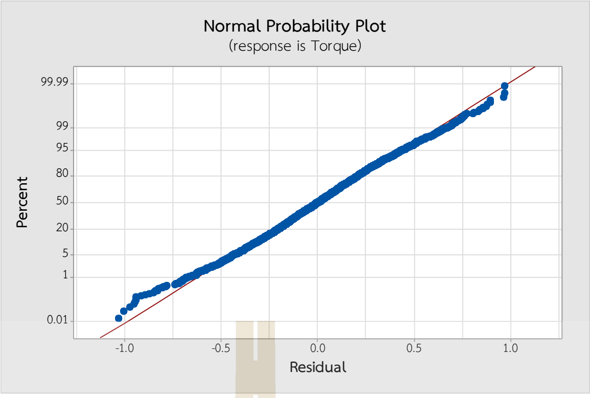
จากตารางที่ 4.16 ค่า P-value ของอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับทิศทางการออกแรงมีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับทิศทางการออกแรงแสดงดังรูปที่ 4.16 จะเห็นว่าลักษณะของกราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับทิศทางการออกแรงไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน ซึ่งในท่ายืนสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าท่านั่ง และทิศตามเข็มนาฬิกาสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าทิศทวนเข็มนาฬิกา



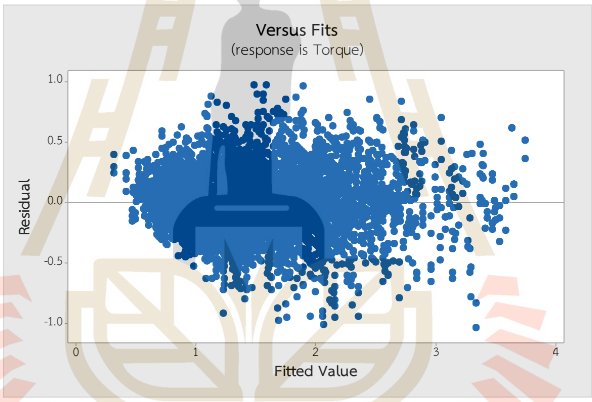
รูปที่ 4.16 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับทิศทางการออกแรง

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุที่แตกต่างกัน จากการพิจารณาแผนภาพการการกระจายตัวแบบปกติ ดังแสดงในรูปที่ 4.17 พบว่าข้อมูลค่าแรงบิดข้อมือมีการกระจายตัวตามแนวเส้นตรง แสดงให้เห็นว่าค่าแรงบิดข้อมือที่ได้จากการทดลองมีการกระจายตัวแบบปกติ ส่วนแผนภาพการกระจายตัวของแผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.18 พบว่าค่าส่วนตกค้างมีการกระจายตัวรอบเส้นศูนย์ของค่าลบและค่าบวกอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งแสดงว่าข้อมูลค่าแรงบิดข้อมือที่ได้จากการทดลองมีความแปรปรวนคงที่



รูปที่ 4.17 แผนภาพการกระจายตัวแบบปกติของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ



รูปที่ 4.18 แผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ดังแสดงตารางที่ 4.22 จะเห็นว่าปัจจัยหลัก 6 ปัจจัยคือ ช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรงมีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าปัจจัยช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ จากนั้นทำการพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธีของ Tukey's แสดงดังตารางที่ 4.23-4.28

ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ

แหล่งความแปรปรวน	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ช่วงอายุ	2	67.07	33.533	459.51	0.000
เพศ	1	306.34	306.340	4197.82	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	1	35.83	35.830	490.98	0.000
ระดับความสูง	1	56.37	56.368	772.42	0.000
ข้างของมือ	1	1.71	1.708	23.41	0.000
ทิศทางการออกแรง	1	12.40	12.398	169.89	0.000
ช่วงอายุ*เพศ	2	2.03	1.016	13.93	0.000
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	2	0.46	0.232	3.17	0.042
ช่วงอายุ*ระดับความสูง	2	0.02	0.012	0.17	0.844
ช่วงอายุ*ข้างของมือ	2	0.28	0.141	1.94	0.144
ช่วงอายุ*ทิศทางการออกแรง	2	0.17	0.085	1.17	0.312
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	1	3.24	3.243	44.44	0.000
เพศ*ระดับความสูง	1	1.01	1.010	13.83	0.000
เพศ*ข้างของมือ	1	0.52	0.520	7.13	0.008
เพศ*ทิศทางการออกแรง	1	0.36	0.361	4.95	0.026
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง	1	1.58	1.576	21.60	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ	1	0.02	0.017	0.24	0.627
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรง	1	1.88	1.881	25.77	0.000
ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.48	0.484	6.64	0.010
ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.05	0.048	0.66	0.415
ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	12.16	12.157	166.58	0.000
ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	2	2.18	1.090	14.93	0.000
ช่วงอายุ*เพศ*ระดับความสูง	2	0.01	0.006	0.08	0.922
ช่วงอายุเพศ*ข้างของมือ	2	1.16	0.581	7.97	0.000
ช่วงอายุ*เพศ*ทิศทางการออกแรง	2	0.28	0.142	1.94	0.143
Block(ช่วงอายุ, เพศ)	104	1151.45	11.072	151.72	0.000
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง	2	0.19	0.094	1.29	0.275
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ	2	0.05	0.023	0.31	0.735

ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน	**DF**	**Adj SS**	**Adj MS**	**F-Value**	**P-Value**
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรง	2	0.01	0.006	0.09	0.916
ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ	2	0.00	0.000	0.00	0.999
ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	2	0.11	0.057	0.79	0.456
ช่วงอายุ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.46	0.228	3.12	0.044
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง	1	0.43	0.434	5.94	0.015
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ	1	0.03	0.032	0.44	0.509
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรง	1	0.33	0.325	4.46	0.035
เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.03	0.027	0.37	0.543
เพศ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.05	0.051	0.70	0.403
เพศ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	3.67	3.671	50.30	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.21	0.214	2.94	0.087
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.35	0.346	4.74	0.029
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	5.71	5.713	78.28	0.000
ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.01	0.007	0.10	0.750
ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง	2	0.44	0.222	3.04	0.048
ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ	2	0.10	0.050	0.68	0.507
ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรง	2	0.07	0.035	0.48	0.622
ช่วงอายุ*เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ	2	0.24	0.122	1.67	0.188
ช่วงอายุ*เพศ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.80	0.401	5.50	0.004

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ	2	0.05	0.023	0.31	0.730
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	2	0.18	0.092	1.25	0.285
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.85	0.427	5.85	0.003
ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.30	0.149	2.04	0.130
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.00	0.001	0.01	0.903
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.18	0.184	2.53	0.112
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.76	0.761	10.42	0.001
เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.00	0.000	0.00	0.979
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.01	0.008	0.10	0.747
ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ	2	0.03	0.015	0.20	0.816
ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	2	0.15	0.075	1.03	0.357
ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.12	0.058	0.79	0.452
ช่วงอายุ*เพศ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.58	0.290	3.98	0.019
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.20	0.102	1.39	0.248
เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.02	0.021	0.29	0.591

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุตามช่วงอายุ (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ช่วงอายุ*เพศ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.20	0.102	1.40	0.247
ค่าความคลาดเคลื่อน	3520	86.88	0.025		
รวม	5279	2188.88			

หมายเหตุ: * หมายถึง อันตรกิริยา

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับช่วงอายุแสดงดังตารางที่ 4.23 พบว่าผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปีมีค่าเฉลี่ยของแรงบิดข้อมือมากที่สุด ซึ่งเท่ากับ 1.88 นิวตันเมตร รองลงมาคือผู้สูงอายุในช่วงอายุ 70-79 ปีมีค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.64 นิวตันเมตร และผู้สูงอายุที่ออกแรงบิดเฉลี่ยได้น้อยที่สุดคือผู้สูงอายุในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไปมีค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.54 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุในช่วงอายุที่แตกต่างกันคือ 60-69 ปี 70-79 ปี และ 80 ปีขึ้นไปนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับช่วงอายุ

ช่วงอายุ	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping		
60-69 ปี	2688	1.88	A		
70-79 ปี	1680	1.64		B	
80 ปีขึ้นไป	912	1.54			C

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับเพศแสดงดังตารางที่ 4.24 พบว่าค่าเฉลี่ยแรงบิดของเพศชายมีค่าเท่ากับ 2.02 นิวตันเมตร และเพศหญิงเท่ากับ 1.36 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยเพศชายสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าเพศหญิง

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับเพศ

เพศ	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
ชาย	1056	2.02	A	
หญิง	4224	1.36		B

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูแสดงดังตารางที่ 4.25 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดข้อมือในท่ายืนมีค่าเท่ากับ 1.80 นิวตันเมตร และท่ายืนเท่ากับ 1.57 นิวตันเมตร โดยท่ายืนสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าท่านั่ง และยังแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือในท่ายืนและท่านั่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู

ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
ท่ายืน	2640	1.80	A	
ท่านั่ง	2640	1.57		B

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือที่ระดับความสูงที่แตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 4.26 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดข้อมือที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งเท่ากับ 1.83 นิวตันเมตร และระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตรเท่ากับ 1.55 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร สามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับระดับความสูง

ระดับความสูง (มม.)	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
1,000	2640	1.83	A	
1,200	2640	1.55		B

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือที่ใช้ออกแรงแสดงดังตารางที่ 4.27 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดข้อมือของมือขวามากกว่ามือซ้าย ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดของมือขวาเท่ากับ 1.71 นิวตันเมตร และมือซ้ายเท่ากับ 1.66 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือขอมือขวา แลมือซ้ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือ

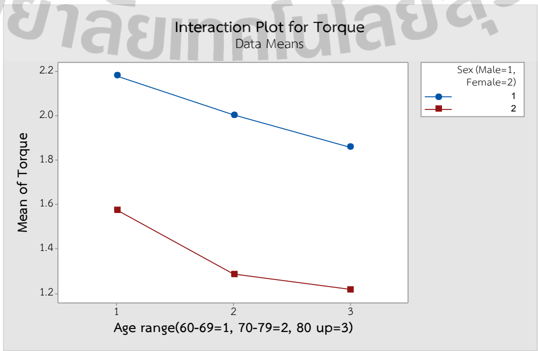
ข้างของมือ	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
มือขวา	2640	1.71	A	
มือซ้าย	2640	1.66		B

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรง แสดงดังตารางที่ 4.28 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดเมื่อออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาเท่ากับ 1.75 นิวตันเมตร ซึ่งมากกว่าการออกแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาที่มีค่าเท่ากับ 1.62 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของการออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกา และทิศทวนเข็มนาฬิกามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรง

ทิศทางการออกแรง	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
ตามเข็มนาฬิกา	2640	1.75	A	
ทวนเข็มนาฬิกา	2640	1.62		B

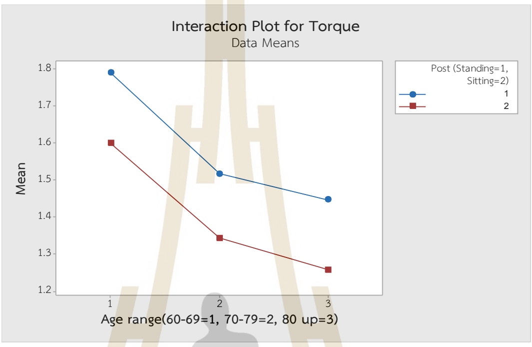
จากการพิจารณาตารางที่ 4.18 ค่า P-Value อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุที่แตกต่างกันกับเพศเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของช่วงอายุกับเพศ แสดงดังรูปที่ 4.19 พบว่าลักษณะของกราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าช่วงอายุกับเพศไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน จากกราฟยังพบว่าเพศชายสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าเพศหญิง ซึ่งช่วงอายุ 60-69 ปีสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากที่สุด รองลงมาคือช่วงอายุ 70-79 ปี และช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป



รูปที่ 4.19 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุกับเพศ

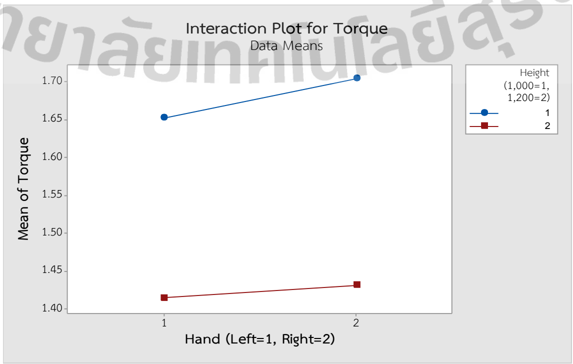
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากตารางที่ 4.22 ค่า P-Value อันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุที่แตกต่างกันกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูเท่ากับ 0.042 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูแสดงดังรูปที่ 4.20 พบว่าลักษณะของกราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน และการออกแรงในลักษณะท่ายืนทำให้สามารถออกแรงบิดได้มากกว่าท่านั่ง



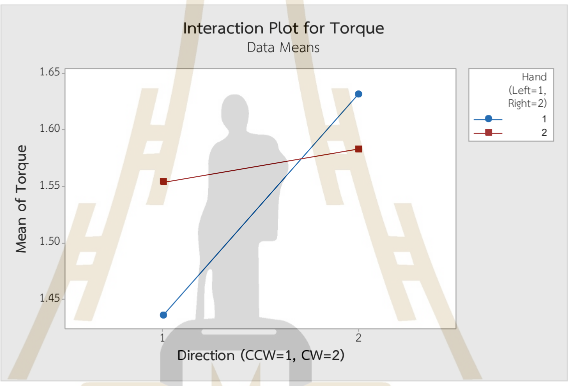
รูปที่ 4.20 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู

จากตารางที่ 4.22 ค่า P-Value อันตรกิริยาระหว่างระดับความสูงที่แตกต่างกันกับข้างของมือเท่ากับ 0.010 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของระดับความสูงกับข้างของมือ แสดงดังรูปที่ 4.21 พบว่าลักษณะของกราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าระดับความสูงกับข้างของมือไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน โดยที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรทำให้ความสามารถในการออกแรงบิดเพิ่มมากขึ้นทั้งมือซ้ายและมือขวา



รูปที่ 4.21 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างระดับความสูงกับข้างของมือ

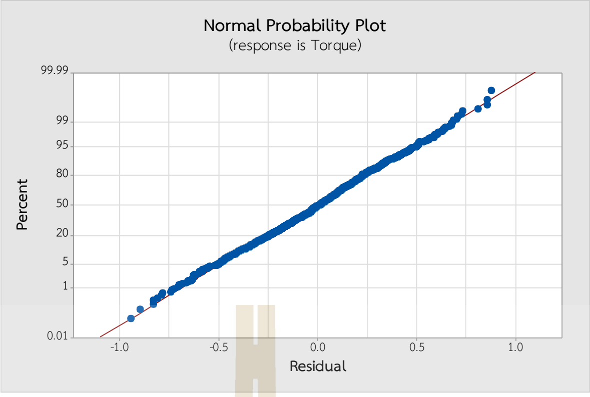
จากตารางที่ 4.22 ค่า P-Value อันตรกิริยาอันตรกิริยาระหว่างข้างของมือกับทิศทางการออกแรงเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของข้างของมือกับทิศทางการออกแรง แสดงดังรูปที่ 4.22 พบว่าลักษณะของกราฟไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าข้างของมือกับทิศทางการออกแรงมีอันตรกิริยาต่อกันคือ ความสามารถในการออกแรงบิดจะมากหรือน้อยขึ้นกับข้างของมือและทิศทางการออกแรง จากกราฟจะเห็นว่าเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาทำให้มีค่าเฉลี่ยของแรงบิดมากที่สุดในทางตรงกันข้ามเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาทำให้มีค่าเฉลี่ยของแรงบิดน้อยลง เนื่องจากค่าเฉลี่ยแรงบิดที่สูงขึ้นเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของตำแหน่งของปลายแขน และทิศทางการหมุน



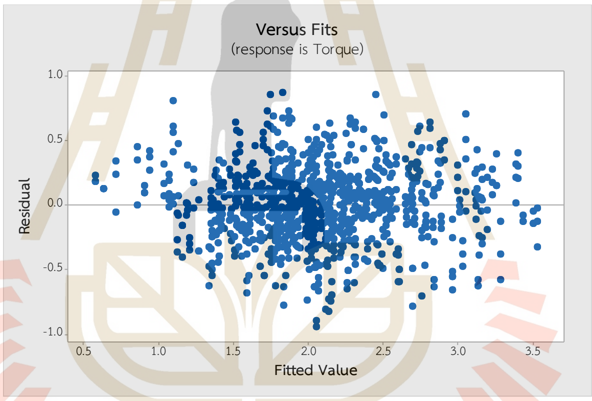
รูปที่ 4.22 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างข้างของมือกับทิศทางการออกแรง

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุที่แตกต่างกัน จากรูปที่ 4.23 เมื่อพิจารณาแผนภาพการการกระจายตัวแบบปกติ พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวตามแนวเส้นตรง แสดงว่าค่าแรงบิดข้อมือที่ได้จากการทดลองมีการกระจายตัวแบบปกติ ส่วนการกระจายตัวของแผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.24 พบว่าค่าส่วนตกค้างมีการกระจายตัวรอบเส้นศูนย์ของค่าลบและค่าบวกอย่างสม่ำเสมอ แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีความแปรปรวนคงที่



รูปที่ 4.23 แผนภาพการกระจายตัวแบบปกติของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ



รูปที่ 4.24 แผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4.29 พบว่าปัจจัยหลักทั้ง 5 ปัจจัยคือ ช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรงมีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าปัจจัยช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมืออย่างมีนัยสำคัญ และทำการพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธีของ Tukey’s แสดงดังตารางที่ 4.30-4.34

ตารางที่ 4.29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ

แหล่งความแปรปรวน	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ช่วงอายุ	2	16.555	8.2776	88.64	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	1	19.062	19.0624	204.12	0.000
ระดับความสูง	1	22.782	22.7825	243.96	0.000
ข้างของมือ	1	1.293	1.2934	13.85	0.000
ทิศทางการออกแรง	1	5.341	5.3413	57.20	0.000
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	2	1.449	0.7243	7.76	0.000
ช่วงอายุ*ระดับความสูง	2	0.001	0.0004	0.00	0.995
ช่วงอายุ*ข้างของมือ	2	0.811	0.4054	4.34	0.013
ช่วงอายุ*ทิศทางการออกแรง	2	0.178	0.0892	0.96	0.385
Block(ช่วงอายุ)	19	196.942	10.3653	110.99	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง	1	1.152	1.1520	12.34	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ	1	0.030	0.0302	0.32	0.570
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรง	1	1.185	1.1853	12.69	0.000
ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.233	0.2326	2.49	0.115
ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.063	0.0626	0.67	0.413
ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	9.176	9.1763	98.26	0.000
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง	2	0.357	0.1787	1.91	0.148
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ	2	0.042	0.0209	0.22	0.800
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรง	2	0.045	0.0223	0.24	0.788
ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ	2	0.073	0.0367	0.39	0.675
ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	2	0.175	0.0874	0.94	0.392
ช่วงอายุ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.735	0.3674	3.93	0.020
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.077	0.0773	0.83	0.363
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.326	0.3258	3.49	0.062
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	3.346	3.3459	35.83	0.000

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุ (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.002	0.0020	0.02	0.885
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ	2	0.047	0.0235	0.25	0.777
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	2	0.209	0.1044	1.12	0.327
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.498	0.2492	2.67	0.070
ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.535	0.2676	2.87	0.057
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.017	0.0170	0.18	0.670
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.169	0.0846	0.91	0.404
ค่าความคลาดเคลื่อน	989	92.359	0.0934		
รวม	1055	383.579	0.2363		

หมายเหตุ: * หมายถึง อันตรกิริยา

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศชายตามช่วงอายุที่แตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 4.30 ผลปรากฏว่าผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปีมีความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือได้มากที่สุดค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 2.18 นิวตันเมตร รองลงมาคือช่วงอายุ 70-79 ปีมีค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 2.00 นิวตันเมตร และผู้สูงอายุที่มีค่าเฉลี่ยของแรงบิดน้อยที่สุดคือช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไปมีค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.86 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปี 70-79 ปี และ80 ปีขึ้นไปมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.30 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับช่วงอายุ

ช่วงอายุ	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping		
60-69 ปี	528	2.18	A		
70-79 ปี	336	2.00		B	
80 ปีขึ้นไป	192	1.86			C

จากตารางที่ 4.31 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดของข้อมือกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดในท่ายืนมีค่าเท่ากับ 2.16 นิวตันเมตร และท่ายืนเท่ากับ 1.87 นิวตันเมตร โดยท่ายืนสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าท่านั่ง และยังแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือในท่ายืนและท่านั่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.31 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู

ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
ท่ายืน	528	2.16	A	
ท่านั่ง	528	1.87		B

จากตารางที่ 4.32 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับระดับความสูงของลูกบิดประตูที่แตกต่างกัน พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ซึ่งเท่ากับ 2.18 นิวตันเมตร และที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตรเท่ากับ 1.86 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.32 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับระดับความสูง

ระดับความสูง (มม.)	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
1,000	528	2.18	A	
1,200	528	1.86		B

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากตารางที่ 4.33 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือที่ใช้ออกแรง พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดมือขวามากกว่ามือซ้าย ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดมือขวาเท่ากับ 2.05 นิวตันเมตร และมือซ้ายเท่ากับ 1.98 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของมือขวา และมือซ้ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.33 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือ

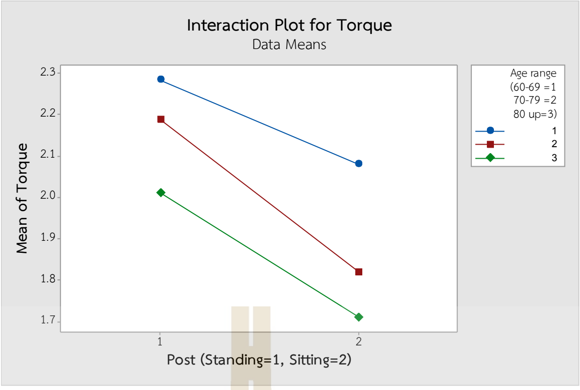
ข้างของมือ	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
มือขวา	528	2.05	A	
มือซ้าย	528	1.98		B

จากตารางที่ 4.34 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรง พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดในทิศตามเข็มนาฬิกาเท่ากับ 2.09 นิวตันเมตร ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดในทิศทวนเข็มนาฬิกาที่มีค่าเท่ากับ 1.94 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของการออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกา และทิศทวนเข็มนาฬิกามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.34 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรง

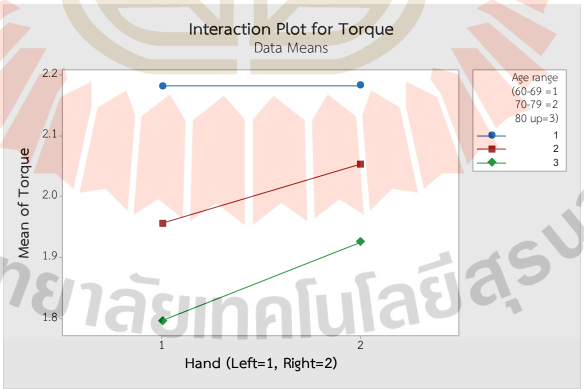
ทิศทางการออกแรง	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
ตามเข็มนาฬิกา	528	2.09	A	
ทวนเข็มนาฬิกา	528	1.94		B

จากการพิจารณาค่า P-value ของอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุที่แตกต่างกันกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูในตารางที่ 4.29 ซึ่งค่า P-Value เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูแสดงดังรูปที่ 4.25 พบว่าลักษณะของเส้นกราฟในช่วงอายุที่แตกต่างกันมีลักษณะไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูมีอันตรกิริยาต่อกันคือ เมื่อออกแรงในลักษณะท่ายืนจะทำให้ทั้งสามช่วงอายุสามารถออกแรงได้เพิ่มมากขึ้นในทางตรงกันข้าม หากออกแรงในท่านั่งจะทำให้ทั้งสามช่วงอายุออกแรงได้น้อยลง



รูปที่ 4.25 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู

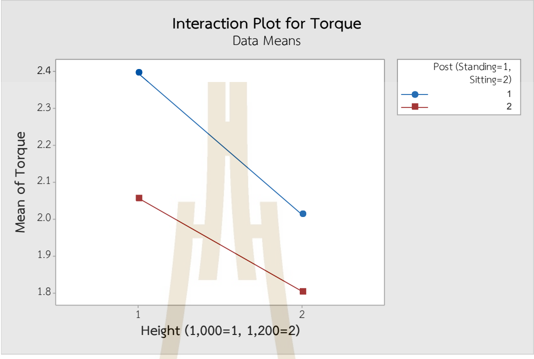
จากตารางที่ 4.29 ค่า P-Value ของอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุที่แตกต่างกันกับข้างของมือเท่ากับ 0.013 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของช่วงอายุกับข้างของมือ แสดงดังรูปที่ 4.26 ผลปรากฏว่าลักษณะของกราฟไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงว่าช่วงอายุกับข้างของมือมีอันตรกิริยาต่อกัน และจะเห็นว่าเมื่อออกแรงบิดด้วยมือขวาในช่วงอายุ 70-79 ปี และ80 ปีขึ้นไป ซึ่งทำให้สามารถออกแรงบิดได้มากขึ้น แต่ช่วงอายุ 60-69 ปีค่าเฉลี่ยของแรงบิดข้อมือมีค่าใกล้เคียงกันของมือซ้ายและมือขวา



รูปที่ 4.26 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุกับข้างของมือ

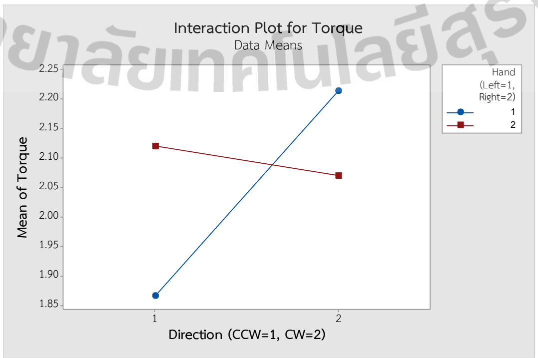
จากตารางที่ 4.29 ค่า P-Value ของอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูงที่แตกต่างกันเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูงแสดงดังรูปที่ 4.27 พบว่า

ลักษณะของกราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูงไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน การออกแรงในท่ายืนสามารถออกแรงได้มากกว่าท่านั่ง และที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรออกแรงได้มากกว่าที่ 1,200 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.27 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูง

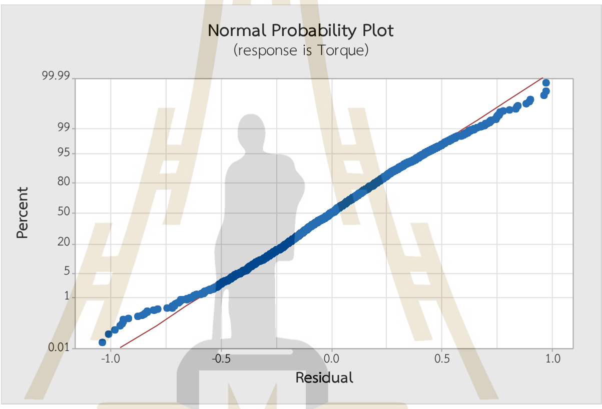
จากตารางที่ 4.29 ค่า P-Value ของอันตรกิริยาอันตรกิริยาระหว่างข้างของมือที่ใช้ออกแรงกับทิศทางการออกแรงเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตค่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของข้างของมือและทิศทางการออกแรงแสดงดังรูปที่ 4.28 จะเห็นว่าลักษณะของกราฟไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงว่าข้างของมือกับทิศทางการออกแรงมีอันตรกิริยาต่อกันคือความสามารถในการออกแรงบิดจะมากหรือน้อยขึ้นกับข้างของมือและทิศทางการออกแรง เนื่องจากค่าเฉลี่ยแรงบิดที่สูงขึ้นเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของตำแหน่งของปลายแขน และทิศทางการหมุน



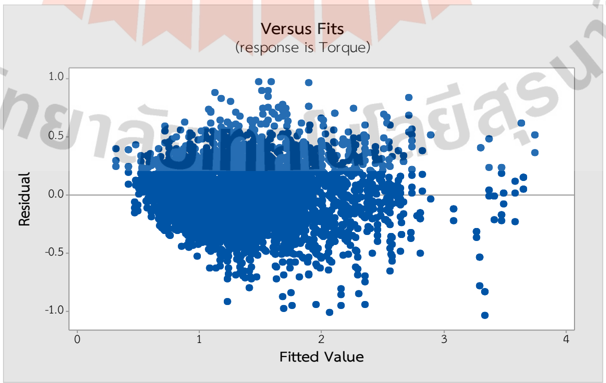
รูปที่ 4.28 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างข้างของมือกับทิศทางการออกแรง

4.3.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ

จากการพิจารณาแผนภาพการการกระจายตัวแบบปกติของค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุที่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.29 พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวตามแนวเส้นตรง แสดงว่าค่าแรงบิดข้อมือที่ได้จากการทดลองมีการกระจายตัวแบบปกติ และเมื่อพิจารณาการกระจายตัวของแผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.30 พบว่าค่าส่วนตกค้างมีการกระจายตัวรอบเส้นศูนย์ของค่าลบและค่าบวกอย่างสม่ำเสมอ แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีความแปรปรวนคงที่



รูปที่ 4.29 แผนภาพการกระจายตัวแบบปกติของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ



รูปที่ 4.30 แผนภาพการกระจายตัวค่าส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงตามช่วงอายุ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติที่มีระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4.35 พบว่าปัจจัยหลักทั้ง 5 ปัจจัยคือ ช่วงอายุ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรงมีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงว่าปัจจัยช่วงอายุ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง และทิศทางการออกแรงมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อข้างของมืออย่างมีนัยสำคัญ และปัจจัยข้างของมือมีค่า P-value เท่ากับ 0.013 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงว่าปัจจัยข้างของมือมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมืออย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นทำการพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ตามวิธีของ Tukey's แสดงดังตารางที่ 4.36-4.40

ตารางที่ 4.35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายหญิงตามช่วงอายุ

แหล่งความแปรปรวน	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ช่วงอายุ	2	106.18	53.0894	780.25	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	1	21.38	21.3773	314.18	0.000
ระดับความสูง	1	51.62	51.6196	758.65	0.000
ข้างของมือ	1	0.42	0.4187	6.15	0.013
ทิศทางการออกแรง	1	10.41	10.4091	152.98	0.000
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	2	0.81	0.4044	5.94	0.003
ช่วงอายุ*ระดับความสูง	2	0.08	0.0424	0.62	0.536
ช่วงอายุ*ข้างของมือ	2	0.38	0.1884	2.77	0.063
ช่วงอายุ*ทิศทางการออกแรง	2	0.40	0.2024	2.98	0.051
Block(ช่วงอายุ)	85	954.51	11.2295	165.04	0.000
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง	1	0.43	0.4348	6.39	0.012
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ	1	0.00	0.0027	0.04	0.843
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรง	1	0.78	0.7835	11.51	0.001
ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.35	0.3450	5.07	0.024
ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.00	0.0000	0.00	0.980
ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	3.01	3.0115	44.26	0.000
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง	2	0.15	0.0727	1.07	0.343

ตารางที่ 4.35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายหญิงตามช่วงอายุ (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ	2	0.19	0.0951	1.40	0.247
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ทิศทางการออกแรง	2	0.03	0.0137	0.20	0.817
ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ	2	0.31	0.1561	2.29	0.101
ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	2	0.08	0.0414	0.61	0.544
ช่วงอายุ*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.20	0.0984	1.45	0.235
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ	1	0.23	0.2261	3.32	0.068
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	1	0.03	0.0308	0.45	0.501
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	2.81	2.8129	41.34	0.000
ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.01	0.0107	0.16	0.692
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ	2	0.00	0.0011	0.02	0.984
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ทิศทางการออกแรง	2	0.00	0.0022	0.03	0.969
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.43	0.2165	3.18	0.042
ช่วงอายุ*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.07	0.0339	0.50	0.608
ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	1	0.00	0.0041	0.06	0.806
ช่วงอายุ*ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู*ระดับความสูง*ข้างของมือ*ทิศทางการออกแรง	2	0.35	0.1731	2.54	0.079
ค่าความคลาดเคลื่อน	4091	278.36	0.0680		
รวม	4223	1453.40	0.1698		

หมายเหตุ: * หมายถึง อันตรกิริยา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากการพิจารณาตารางที่ 4.36 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพศหญิงในช่วงอายุที่แตกต่างกัน จะเห็นว่าผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปีมีความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือได้มากที่สุด ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดเท่ากับ 1.58 นิวตันเมตร รองลงมาคือช่วงอายุ 70-79 ปีเท่ากับ 1.29 นิวตันเมตร และผู้สูงอายุที่มีค่าเฉลี่ยของแรงบิดน้อยที่สุดคือช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไปเท่ากับ 1.22 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปี 70-79 ปี และ 80 ปีขึ้นไปมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.36 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับช่วงอายุ

ช่วงอายุ	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping		
60-69 ปี	2160	1.56	A		
70-79 ปี	1344	1.29		B	
80 ปีขึ้นไป	720	1.21578			C

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูแสดงดังตารางที่ 4.37 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดในท่ายืนมีค่าเท่ากับ 1.44 นิวตันเมตร และท่ายืนเท่ากับ 1.28 นิวตันเมตร โดยท่ายืนสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าท่านั่ง และยังแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือในท่ายืนและท่านั่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.37 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู

ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
ท่ายืน	2112	1.44	A	
ท่านั่ง	2112	1.28		B

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับระดับความสูงที่แตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 4.38 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรเท่ากับ 1.48 นิวตันเมตร และที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตรเท่ากับ 1.24 นิวตันเมตร โดยที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรจะสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่า 1,200 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถใน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การออกแรงบิดข้อมือที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.38 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับระดับความสูง

ระดับความสูง (มม.)	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
1,000	2112	1.48	A	
1,200	2112	1.24		B

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือที่ใช้ออกแรงแสดงดังตารางที่ 4.39 พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดของมือขวาเท่ากับ 1.37 นิวตันเมตร และมือซ้ายเท่ากับ 1.35 นิวตันเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงบิดของมือขวามากกว่ามือซ้าย แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของมือขวา และมือซ้ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.39 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับข้างของมือ

ข้างของมือ	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
มือขวา	2112	1.37	A	
มือซ้าย	2112	1.35		B

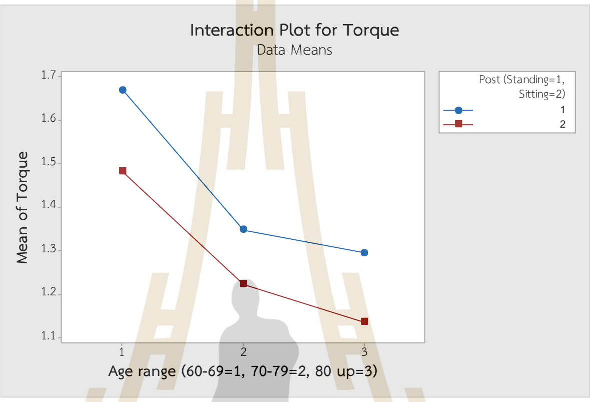
ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรงแสดงดังตารางที่ 4.40 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดในทิศตามเข็มนาฬิกาเท่ากับ 1.41 นิวตันเมตร ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของแรงบิดในทิศทวนเข็มนาฬิกาที่มีค่าเท่ากับ 1.30 นิวตันเมตร แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของการออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกา และทิศทวนเข็มนาฬิกามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.40 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือกับทิศทางการออกแรง

ทิศทางการออกแรง	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	Grouping	
ตามเข็มนาฬิกา	2112	1.41	A	
ทวนเข็มนาฬิกา	2112	1.30		B

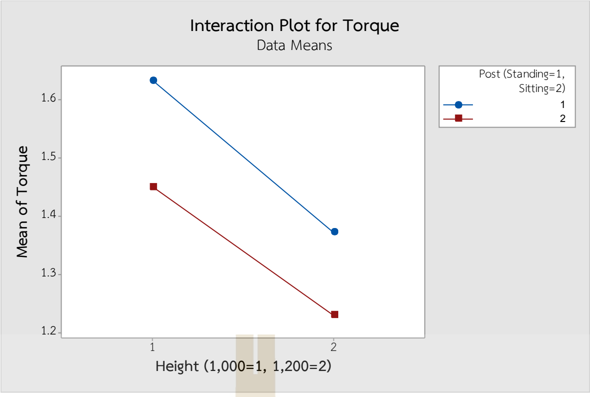
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากการพิจารณาค่า P-Value ของอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุที่แตกต่างกันกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูแสดงดังตารางที่ 4.35 ซึ่งเท่ากับ 0.003 น้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตอันตรกิริยาของช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูแสดงดังรูปที่ 4.31 พบว่าลักษณะของเส้นกราฟมีลักษณะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน และผู้สูงอายุเพศหญิงช่วงอายุ 60-69 ปีสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากที่สุด



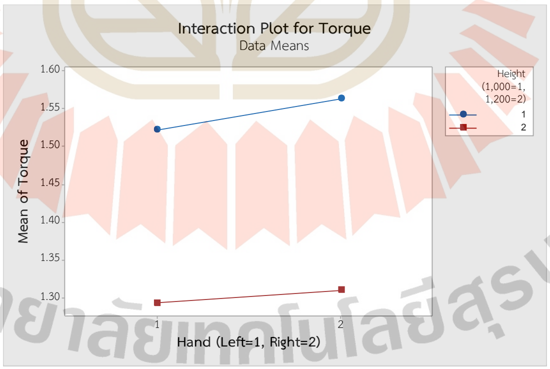
รูปที่ 4.31 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างช่วงอายุกับท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู

จากการพิจารณาค่า P-Value ของอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูงที่แตกต่างกันแสดงในตารางที่ 4.35 ซึ่งเท่ากับ 0.012 น้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูงแสดงดังรูปที่ 4.32 พบว่าลักษณะของกราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูงไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน ท่ายืนสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าท่านั่ง และระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าระดับความสูงที่ 1,200 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.32 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับระดับความสูง

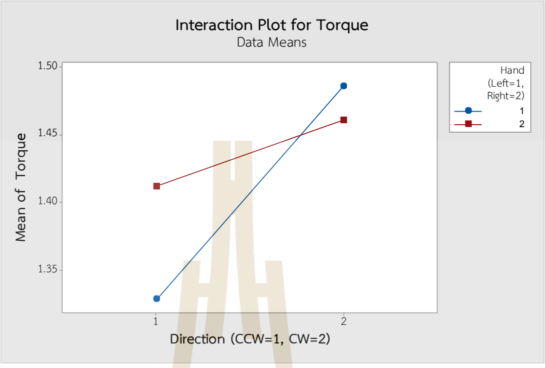
จากการพิจารณาค่า P-Value ของอันตรกิริยาระหว่างระดับความสูงที่แตกต่างกันกับข้างของมือ แสดงในตารางที่ 4.35 ซึ่งเท่ากับ 0.024 น้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตอันตรกิริยาระหว่างระดับความสูงกับข้างของมือแสดงดังรูปที่ 4.33 พบว่าลักษณะของกราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แสดงว่าระดับความสูงกับข้างของมือไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน ที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าระดับความสูงที่ 1,200 มิลลิเมตร และมือขวาสามารถออกแรงบิดได้มากกว่ามือซ้าย



รูปที่ 4.33 พล็อตอันตรกิริยาระหว่าระดับความสูงกับข้างของมือ

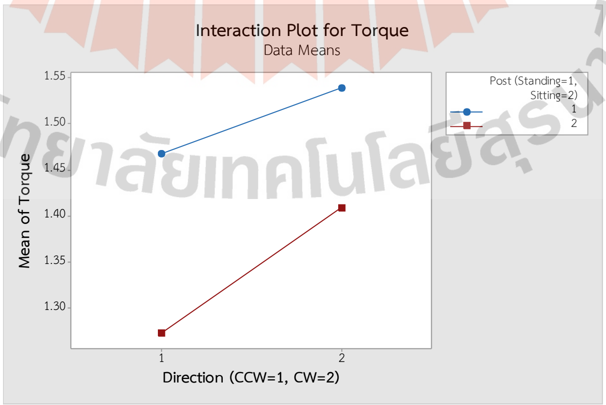
จากการพิจารณาค่า P-Value ของอันตรกิริยาระหว่างข้างของมือที่ใช้ออกแรงกับทิศทางการออกแรงจากตารางที่ 4.35 ซึ่งเท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตอันตรกิริยาระหว่างข้างของมือและทิศทางการออกแรงแสดงดังรูปที่ 4.34 พบว่าลักษณะของกราฟไม่เป็นไปในทิศทาง

เดียวกันแสดงว่าข้างของมือกับทิศทางการออกแรงมีอันตรกิริยาต่อกัน เนื่องจากค่าเฉลี่ยแรงบิดที่สูงขึ้นเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของตำแหน่งของปลายแขน และทิศทางการหมุน



รูปที่ 4.34 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างข้างของมือกับทิศทางการออกแรง

จากการพิจารณาค่า P-Value ของอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับทิศทางการออกแรงจากตารางที่ 4.35 ซึ่งเท่ากับ 0.001 น้อยกว่า 0.05 เมื่อพล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูและทิศทางการออกแรงแสดงดังรูปที่ 4.35 พบว่าลักษณะของกราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับทิศทางการออกแรงไม่มีอันตรกิริยาต่อกัน และการออกแรงในยืนออกแรงได้มากกว่าท่านั่ง หมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาออกแรงได้มากกว่าทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 4.35 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างท่าทางการใช้งานลูกบิดประตูกับทิศทางการออกแรง

4.4 การอภิปรายผล

การศึกษาในครั้งนี้พบว่า ปัจจัยช่วงอายุของผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปีมีค่าเฉลี่ยแรงบิดมากที่สุด รองลงมาคือช่วงอายุระหว่าง 70-79 ปี และผู้สูงอายุในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไปมีค่าแรงบิดเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Crawford et al. (2002) และ Imrhan and Loo (1986) ที่กล่าวว่าผู้สูงอายุเมื่ออายุมากขึ้นค่าแรงบิดก็จะน้อยลงด้วย ส่วนปัจจัยเพศมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ โดยเพศชายมีความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือมากกว่าเพศหญิงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rohles et al. (1983) และ Crawford et al. (2002) ซึ่งได้ข้อสรุปว่าค่าแรงบิดข้อมือของเพศชายมีค่ามากกว่าของเพศหญิงทั้งในทิศตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาและในทุกๆขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฝาที่ใช้มือบิด เนื่องจากสรีระทางร่างกายของผู้ชายและผู้หญิงมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ Imrhan and Loo (1986) พบว่ามือที่มีขนาดใหญ่กว่าสามารถจับภาชนะได้ดีกว่าและออกแรงบิดได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับมือขนาดเล็ก ในส่วนของปัจจัยระดับความสูงพบว่าการออกแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร ทำให้ได้แรงบิดข้อมือมากกว่าระดับความสูงที่ 1,200 มิลลิเมตร เนื่องจากการออกแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร นั้นข้อศอกของผู้ถูกทดสอบมีมุมใกล้เคียง 90 องศา(ท่ายืน) ในการวัดความแข็งแรงของแขนแบบไอโซเมตริก ตำแหน่งปลายแขนจะต้องงอทำมุม 90 องศา และข้อมือเหยียดตรง(ท่านั่ง) เป็นไปตามหลักการของท่าทางในการเอื้อมเมื่อนั่งอยู่บนรถเข็น โดยจะทำให้ออกแรงบิดได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mital and Kumar (1998)

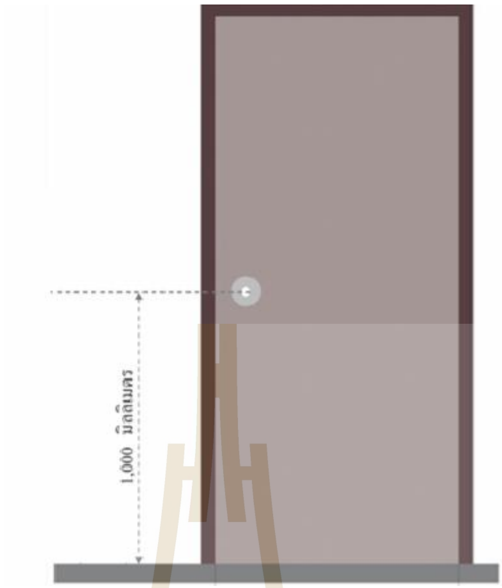
ปัจจัยด้านท่าทางที่ใช้ในการออกแรงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิด ในงานวิจัยนี้พบว่า การออกแรงบิดลูกบิดประตูในท่ายืนทำให้ออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าท่านั่ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bordett et al. (1988) ที่พบว่าแรงบิดจากการออกแรงในท่ายืนมีค่ามากกว่าแรงบิดในท่านั่ง ปัจจัยด้านข้างของมือที่ใช้ออกแรงบิดนั้นพบว่า มือขวาออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่ามือซ้าย เนื่องจากผู้ทดสอบในงานวิจัยนี้ส่วนใหญ่ถนัดมือขวา สอดคล้องกับ Axelsson et al. (2018), Matsuoka et al. (2006) และ Richards et al. (1996) ที่พบว่าผลการทดสอบแรงบิดปลายแขนของมือขวามีค่าเฉลี่ยมากกว่ามือซ้าย และการออกแรงบิดข้อมือในทิศทางที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการออกแรงบิดในทิศตามเข็มนาฬิกาทำให้ออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าทิศทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งสอดคล้องกับ Timm et al. (1992) ที่ค้นพบว่าการออกแรงบิดลูกบิดประตูโดยการจับแบบคว่ำมือทำให้ออกแรงบิดได้มากกว่าการหงายมือเนื่องจากค่าเฉลี่ยของแรงบิดที่สูงขึ้นอาจเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของตำแหน่งของปลายแขน และทิศทางของการหมุน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทำให้สรุปได้ดังนี้ 1) ผู้สูงอายุในช่วง 60-69 ปี มีค่าเฉลี่ยแรงบิดข้อมือมากที่สุด รองลงมาคือช่วงอายุระหว่าง 70-79 ปี และผู้สูงอายุในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป 2) เพศชายมีความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือมากกว่าเพศหญิง 3.ที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตร สามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร 4) ท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตูซึ่งท่ายืนสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าท่านั่ง 5) มือขวาสามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่ามือซ้าย เนื่องจากในงานวิจัยนี้ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ถนัดมือขวาและ 6) การออกแรงบิดข้อมือในทิศตามเข็มนาฬิกาสามารถออกแรงได้มากกว่าทิศทวนเข็มนาฬิกา

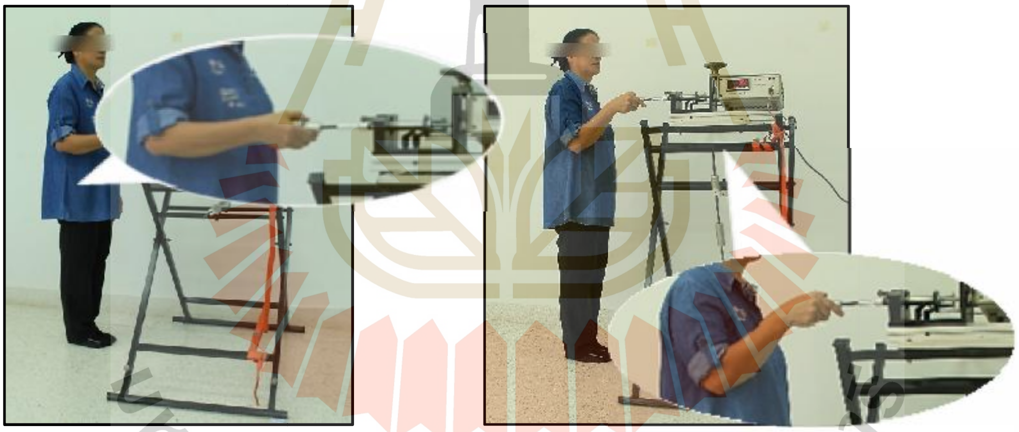
4.5 การนำเสนอตำแหน่งลูกบิดประตู

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุในระดับความสูงที่ 1,000 และ 1,200 มิลลิเมตร เปรียบเทียบกับกฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา พ.ศ.2548 ในหมวดที่ 6 ประตู (กระทรวงมหาดไทย, 2548) ซึ่งกล่าวว่าอุปกรณ์เปิด-ปิดของประตูต้องเป็นชนิดก้านบิดหรือแกนผลัก อยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 1,200 มิลลิเมตร พบว่าค่าแรงบิดข้อมือที่ระดับ 1,000 มิลลิเมตรมีค่ามากที่สุดและมีแนวโน้มค่าแรงบิดลดลงเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น ซึ่งจากช่วงความสูงที่กฎกระทรวงฯกำหนด จึงควรกำหนดให้ระดับความสูงของลูกบิดประตูเท่ากับ 1,000 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 4.36 จากการศึกษางานวิจัยของ กรรณิการ์ พันธ์ต้น (2562) ซึ่งได้ทำการทดลองที่ระดับความสูงของลูกบิดประตูที่ต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตรให้ค่าแรงบิดข้อมือที่มากกว่าเนื่องจากที่ระดับความสูงของลูกบิดประตูที่ต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตร ตำแหน่งข้อศอกของผู้ทดสอบมีมุมใกล้เคียง 90 องศา(ท่ายืน)โดยตั้งฉากกับลำตัว แขนส่วนบนแนบลำตัว ข้อมือตรงจะทำให้สามารถออกแรงบิดได้มาก และข้อมือเหยียดตรง(ท่านั่ง) ซึ่งเป็นเป็นหลักการของท่าทางการเอื้อมบนรถเข็นด้านหน้าแบบปกติในลักษณะแขนเหยียดตรงไปด้านหน้าทำให้ออกแรงบิดได้มาก ดังนั้นตำแหน่งของลูกบิดประตูที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุไทย ควรอยู่สูงจากพื้นไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร โดยลักษณะการออกแรงบิดข้อมือแสดงดังรูปที่ 4.37 และ 4.38

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



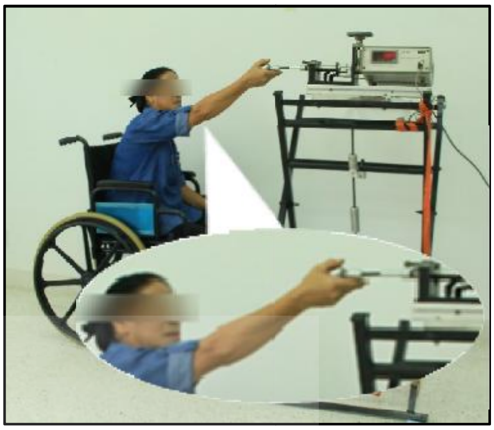
รูปที่ 4.36 ระดับความสูงของลูกบิดประตู



(ก) ระดับความสูง 1,000 มม. (ข) ระดับความสูง 1,200 มม.

รูปที่ 4.37 การเปรียบเทียบลักษณะการออกแรงบิดข้อมือในท่ายืน

(ก) ระดับความสูง 1,000 มม.



(ข) ระดับความสูง 1,200 มม.

รูปที่ 4.38 การเปรียบเทียบลักษณะการออกแรงบิดข้อมือในท่านั่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อวัดและวิเคราะห์แรงบิดข้อมือที่ใช้ในการบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุไทย 2) เพื่อศึกษาผลกระทบของท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตูและความสูงของลูกบิดประตูที่มีผลต่อการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุไทย 3) เพื่อนำเสนอตำแหน่งของลูกบิดประตู ที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุไทย ซึ่งได้ดำเนินการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ 1) การวิจัยเชิงสำรวจประกอบไปด้วยการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ และการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ทดสอบ 2) การวิจัยเชิงการทดลองเป็นการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ โดยผู้สูงอายุที่เข้าร่วมในการทดสอบครั้งนี้มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปอาศัยอยู่ในพื้นที่อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวนทั้งหมด 110 คน แบ่งเป็นเพศชาย 22 คน(ร้อยละ 20) และเพศหญิง 88 คน(ร้อยละ 80) โดยผู้ถูกทดสอบที่อยู่ในช่วงอายุ 60-69 ปี มีจำนวน 56 คน(ร้อยละ 50.9) เป็นเพศชาย 11 คน และเพศหญิง 45 คน ผู้ถูกทดสอบที่อยู่ในช่วงอายุ 70-79 ปี มีจำนวน 35 คน (ร้อยละ 31.8) เป็นเพศชาย 7 คน และเพศหญิง 28 คน ผู้ถูกทดสอบที่อยู่ในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป มีจำนวน 19 คน(ร้อยละ 17.3) เป็นเพศชาย 4 คน และเพศหญิง 15 คน ซึ่งผลการสำรวจและผลการทดสอบเป็นดังต่อไปนี้

1. ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไป

ผลการสำรวจพบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีความถนัดมือขวาจำนวน 108 คน(ร้อยละ 98.2) และถนัดมือซ้าย 2 คน(ร้อยละ 1.8) ระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษาจำนวน 99 คน(ร้อยละ 90) การประกอบอาชีพซึ่งผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่ได้ประกอบอาชีพมีจำนวน 50 คน(ร้อยละ 45.5) รองลงมาคือรับจ้างทั่วไปจำนวน 27 คน(ร้อยละ 24.5) โรคประจำตัวผู้สูงอายุพบว่าที่ไม่ได้มีโรคประจำตัวมีจำนวน 28 คน(ร้อยละ 25.5) และผู้ที่มีโรคประจำตัวมีจำนวน 82 คน (ร้อยละ 74.5) ส่วนใหญ่ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูงจำนวน 59 คน(ร้อยละ 53.6) และโรคเบาหวานจำนวน 23 คน(ร้อยละ 20.9) อาการปวดตามร่างกายผู้ที่ไม่มีอาการปวดตามร่างกายมีจำนวน 42 คน (ร้อยละ 38.2) และผู้ที่มีอาการปวดตามร่างกายมีจำนวน 68 คน(ร้อยละ 61.8) ส่วนใหญ่ได้แก่บริเวณข้อเข่าจำนวน 46 คน(ร้อยละ 41.8) ข้อตะโพกจำนวน 15 คน(ร้อยละ 13.6) การออกกำลังกายพบว่ามีผู้ที่ไม่ได้ออกกำลังกายจำนวน 3 คน(ร้อยละ 2.7) และผู้ที่ออกกำลังกายมีจำนวน 107 คน

(ร้อยละ 97.3) และความถี่ในการใช้งานลูกบิดประตูพบว่าส่วนใหญ่มีการใช้งานลูกบิดประตูมีจำนวน 68 คน(ร้อยละ 61.8) ซึ่งความถี่ในการใช้งานได้แก่ 1-5 ครั้ง/วัน มีจำนวน 55 คน (ร้อยละ 50) รองลงมาคือ 6-10 ครั้ง/วัน มีจำนวน 13 คน (ร้อยละ 11.8)

2. ผลการวัดสัดส่วนร่างกาย

2.1 ผลการวัดสัดส่วนในท่ายืน พบว่าของเพศชายมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 59.22 กิโลกรัม และเพศหญิงเท่ากับ 54.45 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ยของเพศชายเท่ากับ 162.17 เซนติเมตรและเพศหญิงเท่ากับ 151.40 เซนติเมตร ความสูงข้อศอก(ขณะงอ)ของเพศชายเท่ากับ 96.42 เซนติเมตรและเพศหญิงเท่ากับ 90.80 เซนติเมตร

2.2 ผลการวัดสัดส่วนในท่านั่ง พบว่าความสูงจากพื้นที่นั่งถึงศีรษะของเพศชายเท่ากับ 83.02 เซนติเมตรและเพศหญิงเท่ากับ 78.35 เซนติเมตร ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มไหล่ของเพศชายเท่ากับ 64.60 เซนติเมตรและเพศหญิงเท่ากับ 50.69 เซนติเมตร ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงปลายนิ้วของเพศชายเท่ากับ 68.77 เซนติเมตรและเพศหญิงเท่ากับ 64.77 เซนติเมตร ยังมีรายการวัดอื่น ๆ และสัดส่วนมืออีก 13 รายการ

3. ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ

ผลการทดสอบพบว่า การออกแรงลักษณะท่ายืนผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยแรงบิดมากที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือขวาที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรและมีค่าแรงบิดน้อยที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือซ้ายที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร และการออกแรงในลักษณะท่านั่งผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยแรงบิดมากที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือซ้ายที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรและมีค่าแรงบิดน้อยที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือซ้ายที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร ยังพบว่าเพศชายมีความสามารถในการออกแรงบิดมากกว่าเพศหญิง และการออกแรงในลักษณะท่ายืนทำให้สามารถออกแรงได้มากกว่าลักษณะท่านั่ง นอกจากนี้ผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปีมีค่าเฉลี่ยแรงบิดมากที่สุด รองลงมาคือช่วงอายุระหว่าง 70-79 ปี และผู้สูงอายุในช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไปมีค่าแรงบิดเฉลี่ยที่น้อยที่สุด

4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ

ผลการวิเคราะห์ พบว่าเพศ ช่วงอายุ ท่าทางการใช้งาน ระดับความสูง มือ และทิศทางการออกแรงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเพศชายสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าเพศหญิง ช่วงอายุ 60-69 ปีสามารถออกแรงบิดได้มากที่สุด รองลงมาคือช่วงอายุ 70-79 ปีและ 80 ปีขึ้นไป การออกแรงในลักษณะท่ายืนสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าการออกแรงบิดลักษณะท่านั่ง ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรสามารถทำให้ผู้สูงอายุออกแรงบิดได้มากกว่าระดับ 1,200 มิลลิเมตร มือ

ขวาสามารถออกแรงบิดได้มากกว่ามือซ้ายอาจเป็นเพราะผู้สูงอายุที่ส่วนใหญ่ถนัดมือขวา และการออกแรงบิดในทิศตามเข็มนาฬิกาสามารถออกแรงได้มากกว่าการออกแรงบิดในทิศทวนเข็มนาฬิกา

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า 1) ผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60-69 ปี สามารถออกแรงบิดข้อมือได้มากกว่าช่วงอายุ 70-79 ปี และช่วงอายุ 80 ปีขึ้นไป 2) ผู้สูงอายุสามารถออกแรงบิดข้อมือในท่ายืนได้มากกว่าในท่านั่ง และสามารถออกแรงบิดข้อมือที่ระดับความสูง 1,000 มิลลิเมตรได้มากกว่าที่ระดับความสูง 1,200 มิลลิเมตร โดยมือขวามีความสามารถในการออกแรงบิดมากกว่ามือซ้าย และการออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าทิศทวนเข็มนาฬิกา และ 3) ตำแหน่งของลูกบิดประตูที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุไทยควรมีระดับความสูงไม่เกินกว่า 1,000 มิลลิเมตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลกระทบของท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตูและระดับความสูงของลูกบิดประตูที่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ ในการทดสอบผู้ทดสอบได้ทำการออกแรงบิดลูกบิดประตูแบบทรงกลมเพียงอุปกรณ์เดียว ในงานวิจัยต่อไปควรมีการศึกษาความสามารถในการออกแรงบิดด้วยอุปกรณ์ในรูปทรงอื่น ๆ ด้วย และในการทดสอบท่านั่งบนรถเข็นนั่งซึ่งในการทดสอบนี้เป็นผู้สูงอายุที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงดีไม่มีความบกพร่องทางด้านร่างกาย ควรมีการศึกษาผู้สูงอายุที่มีความบกพร่องทางด้านร่างกายหรือทุพพลภาพด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการอ้างอิง

Axelsson, P., Fredrikson, P., Nilsson, A., Andersson, J.K. and Karrholm, J. (2017) **Forearm torque and lifting strength: normative data**. Scientific article.

Axelsson, P. and Karrholm, J. (2018) **New methods to assess forearm torque and lifting strength: reliability and validity**. J Hand Surg Am.

Bordett, H.M., Koppa, R.J. and Congelton, J.J., (1988). **Torque required from elderly females to operate faucet handles of various shapes**. The human factors, 30(3), 339-346.

Chen, S.H., Lee, Y.H., Chiou, W.K., and Chen, Y.L. (2010). **A pilot study examining seat heights and subjective ratings during rising and sitting**. International Journal of Industrial Ergonomics, 40(1), 41-46.

Czaja, S. (1983). **Hand Anthropometries (Contract #300-82-0236)**. Washington, DC: U.S. Architectural and Transportation Barriers Compliance Board.

Kobayashi, S., Kobayashi, Y., Yamamoto, Y., Watasue, T., Ohtsubo, Y., Inoue, T., Yasuda, M. and Takamori, T. (2008). **Development of a Door Opening System on Rescue Robot for Search "UMRS-2007"**. Kobe City College of Technology, Kobe, Japan.

Kramer, J.F., Nusca, D., Bisbee, L., MacDermid, J., Kemp, D. and Boley, S. (1994). **Forearm pronation and supination: reliability of absolute torques and nondominant/ dominant ratios**. J Hand Ther, 7(1), 15-20.

Matsuoka, J., Berger, R.A., Berglund, L.J. and An, K.N. (2006). **An analysis of symmetry of torque strength of the forearm under resisted forearm rotation in normal subjects**. J Hand Surg Am, 31(5), 801-805.

Mital, A., and Kumar, S. (1998). **Human muscle strength definitions, measurement, and usage: Part I – Guidelines for the practitioner**. International Jouenal of Industrial Ergonomics 22: 101-121

Morse, J.L., Jung, M.C., Bashford, G.R. and Hallbeck, M.S. (2006). **Maximal dynamic grip force and wrist torque: The effects of gender, exertion direction, angular velocity, and wrist angle**. Applied Ergonomics, 37, 737–742.

Richards, L. G., Olson, B. and Palmiter Thomas, P. (1996). **How forearm position affects grip strength**. American Journal of Occupational Therapy, 50, 133–138.

Sanders, M.S. and McCormick, E.J. (1993). **Human Factors in Engineering and Design**. 7th Edition, McGraw-Hill, Singapore.

Timm, W.N., O'Driscoll, S.W., Johnson, M.E. and An, K.N. (1993). **Functional comparison of pronation and supination strengths**. J Hand Ther, 6(3), 190-193.

Wong, C.K. and Moskovitz, N. (2010). **Brief Report – New assessment of forearm strength: Reliability and validity**. American Journal of Occupational Therapy, 64, 809-813.

Yoshii, Y., Yuine, H., Kazuki, O., Tung, WL. and Ishii, T. (2015). **Measurement of wrist flexion and extension torques in different forearm positions**. Published in Biomedical engineering online.

กระทรวงมหาดไทย. (2548). **กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. 2548**. เล่ม 122 ตอนที่ 52 ก ราชกิจจานุเบกษา.

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2554). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการวัดสัดส่วนร่างกายพื้นฐานสำหรับการออกแบบเชิงเทคโนโลยี.** เล่ม 128 ตอนที่ 5 ง ราชกิจจานุเบกษา.

กรรณิการ์ พันธ์ต้น. (2562). **การศึกษาแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุเพื่อใช้ในการออกแบบลูกบิดประตูและก๊อกน้ำ.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

กู้เกียรติ ทุดปอ. (2563). **กายวิภาคศาสตร์ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ** (Anatomy of Musculoskeletal System). กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาพื้นฐานสำหรับงานสาธารณสุข.

กิตติ อินทรานนท์. (2548). **การยศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์. (2555). **การจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ.** กรุงเทพมหานคร : สำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน แบบฟอร์มการวัดสัดส่วน และตารางบันทึกผล

ลำดับที่..................................

วันที่......................................

แบบสอบถามโครงการวิจัย“ผลกระทบของท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตูที่มีผลต่อการออกแรงบิดข้อมือของผู้สูงอายุ”

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ให้ตรงตามความเป็นจริงของท่าน

<u>ตอนที่ 1:</u> ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1.1 เพศ

ชาย หญิง

1.2 ความถนัดมือ

มือซ้าย มือขวา

1.3 ระดับการศึกษา

ไม่ได้เรียน ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา

ระดับปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี อื่นๆ (ระบุ) ....

1.4 อาชีพ

ไม่ได้ประกอบอาชีพ ข้าราชการบำนาญ ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว

พนักงานเอกชน รับจ้างทั่วไป เกษตรกร

อื่นๆ (ระบุ) ....

1.5 โรคประจำตัว

ไม่มี

มี ให้ระบุทุกโรคของตนเอง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน

โรคหัวใจ โรคไขมันในเลือดสูง

โรคไต โรคความจำเสื่อม

โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดสมอง

โรคกระดูกและข้อ อื่นๆ (ระบุ) ....

1.6 ปัจจุบันท่านมีอาการบาดเจ็บ หรือโรคเกี่ยวกับกระดูกและข้อหรือไม่

ไม่มี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มี ให้ระบุบริเวณที่มีอาการบาดเจ็บ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

ข้อไหล่ หลัง นิ้วมือ ข้อมือ

ข้อศอก คอ ข้อตะโพก ข้อเข่า

ข้อเท้า ฝ่าเท้า อื่นๆ (ระบุ) ....

1.7 ปัจจุบันมีการรับประทานยาหรือไม่

ไม่ใช่ ใช่ (โปรดระบุ) ....

1.8 ท่านออกกำลังกายหรือไม่

ไม่ใช่

ใช่ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

การเดิน การวิ่ง ปั่นจักรยาน แอโรบิค

โยคะ ยกน้ำหนัก ว่ายน้ำ อื่นๆ (ระบุ) ....

1.9 ความถี่ในการใช้งานลูกประบิดประตู

ไม่ใช้

ใช้

1-5 ครั้ง 6-10 ครั้ง มากกว่า 10 ครั้ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.1 การวัดสัดส่วนร่างกายท่ายืน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกายท่ายืน	อุปกรณ์	ค่าวัด 1 (cm)	ค่าวัด 2 (cm)	ค่าวัด 3 (cm)	ค่าเฉลี่ย (cm)
1	เส้นรอบศีรษะ	สายวัด				
2	เส้นรอบคอ	สายวัด				
3	เส้นรอบอก	สายวัด				
4	เส้นรอบใต้อก	สายวัด				
5	เส้นรอบเอว	สายวัด				
6	เส้นรอบหน้าท้อง	สายวัด				
7	เส้นรอบตะโพก	สายวัด				
8	เส้นรอบต้นขา	สายวัด				
9	เส้นรอบน่องที่ใหญ่ที่สุด	สายวัด				
10	เส้นรอบวงในแขนใน	สายวัด				
11	เส้นรอบต้นแขน	สายวัด				
12	เส้นรอบข้อศอก	สายวัด				
13	เส้นรอบแขนล่างส่วนที่ใหญ่ที่สุด	สายวัด				
14	เส้นรอบข้อมือ	สายวัด				
15	ความกว้างของอก	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
16	ความกว้างของเอว	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
17	ความกว้างของหน้าท้อง	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
18	ความกว้างของตะโพก	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
19	ความกว้างของต้นขา	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
20	ความหนาของอก	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
21	ความหนาของเอว	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
22	ความหนาของหน้าท้อง	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
23	ความหนาของตะโพก	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
24	ความหนาของต้นขา	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
25	ความสูง	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
26	ความสูงตา	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
27	ความสูงปุ่มไหล่	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
28	ความสูงรักแร้ (ด้านหลัง)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
29	ความสูงเอว (ด้านหลัง)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
30	ความสูงข้อศอก (ขณะงอ)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
31	ความสูงใต้เป้า	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
32	ความสูงปุ่มเข่าด้านใน	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
33	น้ำหนัก(กิโลกรัม)	เครื่องชั่งน้ำหนัก				

*อ้างอิงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.2 การวัดสัดส่วนร่างกายท่านั่ง

ลำดับ	สัดส่วนร่างกายท่านั่ง	อุปกรณ์	ค่าวัด 1 (cm)	ค่าวัด 2 (cm)	ค่าวัด 3 (cm)	ค่าเฉลี่ย (cm)
1	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงศีรษะ	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
2	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงตา	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
3	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มคอด้านหลัง	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
4	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มไหล่	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
5	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงเอว	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
6	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงข้อศอก (ขณะงอ)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
7	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงต้นขา	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
8	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
9	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนล่าง (ขณะนั่ง)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
10	ระยะห่างจากปุ่มไหล่ถึงข้อศอก (ขณะงอ)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
11	ความกว้างไหล่ (ขณะนั่ง)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
12	ความกว้างข้อศอกขวาถึงซ้าย (กางข้อศอกในแนวระดับ)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
13	ความกว้างข้อศอก (ขณะนั่ง)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
14	ความกว้างตะโพก (ขณะนั่ง)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
15	ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงปลายนิ้ว	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
16	ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงข้อนิ้ว	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
17	ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงจุดกึ่งกลางกำปั้น	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
18	ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงปลายนิ้ว (ขณะนั่ง)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
19	ความหนาของหน้าท้อง (ขณะนั่ง)	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
20	ระยะห่างจากหน้าท้องถึงหัวเข่า	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
21	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงหัวเข่า	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
22	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงข้อพับที่หัวเข่า	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				
23	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงระดับน่องตอนบน	เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย				

*อ้างอิงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม

ตารางที่ ก.3 การวัดสัดส่วนมือ

ลำดับ	**จุดวัดร่างกาย**	**อุปกรณ์**	**ค่าวัด 1 (cm)**	**ค่าวัด 2 (cm)**	**ค่าวัด 3 (cm)**	**ค่าเฉลี่ย (cm)**
1	ความยาวรอบฝ่ามือ	คาลิปเปอร์				
2	ความยาวนิ้วหัวแม่มือ	คาลิปเปอร์				
3	ความยาวนิ้วชี้	คาลิปเปอร์				
4	ความยาวนิ้วกลาง	คาลิปเปอร์				
5	ความยาวนิ้วนาง	คาลิปเปอร์				
6	ความยาวนิ้วก้อย	คาลิปเปอร์				
7	ระยะจากปลายนิ้วชี้ถึงกึ่งกลางโคนฝ่ามือ	คาลิปเปอร์				
8	ความยาวฝ่ามือ	คาลิปเปอร์				
9	ระยะจากปลายนิ้วชี้ถึงง่ามนิ้วหัวแม่มือ	คาลิปเปอร์				
10	ความกว้างฝ่ามือ	คาลิปเปอร์				
11	ความกว้างมือ	คาลิปเปอร์				
12	ความหนาฝ่ามือ	คาลิปเปอร์				
13	ความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางกำมือ	คาลิปเปอร์				

*อ้างอิงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม

ตารางที่ ก.4 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตัวแปลในการทดสอบ	ระดับความสูง (มม.)	ท่ายืน				ท่านั่ง			
		มือซ้าย		มือขวา		มือซ้าย		มือขวา	
		ทวนเข็มนาฬิกา	ตามเข็มนาฬิกา	ทวนเข็มนาฬิกา	ตามเข็มนาฬิกา	ทวนเข็มนาฬิกา	ตามเข็มนาฬิกา	ทวนเข็มนาฬิกา	ตามเข็มนาฬิกา
แรงบิด (Nm)	1,000								
ค่าเฉลี่ย (Nm)									
แรงบิด (Nm)	1,200								
ค่าเฉลี่ย (Nm)									

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 50 และ 95 ของสัดส่วนร่างกาย และสัดส่วนมือ

ตารางที่ ข.1 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 50 และ 95 ของสัดส่วนร่างกายท่ายืน

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	เพศชาย (n=22)			เพศหญิง(n=88)		
		P_5	P_{50}	P_{95}	P_5	P_{50}	P_{95}
1	เส้นรอบศีรษะ	52.00	54.50	57.95	50.00	54.00	58.00
2	เส้นรอบคอ	35.00	38.00	43.90	32.00	36.00	41.00
3	เส้นรอบอก	77.05	87.00	96.00	80.45	92.50	104.07
4	เส้นรอบใต้อก	71.15	84.00	93.90	75.00	88.00	100.00
5	เส้นรอบเอว	69.30	82.00	94.90	75.32	90.00	102.65
6	เส้นรอบหน้าท้อง	77.05	90.50	108.45	79.35	96.00	109.00
7	เส้นรอบตะโพก	84.01	92.55	109.75	89.18	101.00	115.65
8	เส้นรอบต้นขา	33.20	44.00	52.00	35.00	44.00	53.52
9	เส้นรอบน่องที่ใหญ่ที่สุด	28.15	35.00	40.19	28.00	33.00	38.65
10	เส้นรอบวงในแขนใน	30.10	36.00	42.95	31.35	39.00	46.65
11	เส้นรอบต้นแขน	40.24	46.10	55.90	41.00	50.00	56.65
12	เส้นรอบข้อศอก	22.10	26.00	29.95	21.35	26.00	30.00
13	เส้นรอบแขนล่างส่วนที่ใหญ่ที่สุด	20.05	25.00	28.00	19.35	23.00	26.65
14	เส้นรอบข้อมือ	16.00	19.00	20.00	14.35	17.00	19.00
15	ความกว้างของอก	24.83	27.60	30.29	22.68	27.00	30.63
16	ความกว้างของเอว	23.71	27.00	30.35	21.74	27.10	31.00
17	ความกว้างของหน้าท้อง	23.63	28.70	34.76	26.14	30.15	34.52
18	ความกว้างของตะโพก	29.03	31.00	34.76	28.87	32.45	37.07
19	ความกว้างของต้นขา	8.50	11.00	18.21	9.00	11.80	15.00
20	ความหนาของอก	20.00	22.10	24.86	21.11	26.00	30.73
21	ความหนาของเอว	18.57	23.55	27.28	18.37	23.45	28.47
22	ความหนาของหน้าท้อง	18.00	22.53	30.27	20.40	24.65	29.86
23	ความหนาของตะโพก	19.00	24.00	27.99	21.00	26.00	29.93
24	ความหนาของต้นขา	9.71	12.05	14.48	9.90	13.00	17.80
25	ความสูง	153.59	161.70	169.95	142.55	151.00	160.00
26	ความสูงตา	144.00	149.45	158.10	132.00	139.25	148.20
27	ความสูงปุ่มไหล่	125.05	133.00	141.89	116.50	123.35	131.57
28	ความสูงรักแร้ (ด้านหลัง)	112.31	116.65	124.52	97.87	108.25	117.10
29	ความสูงเอว (ด้านหลัง)	91.24	100.35	109.26	85.44	95.60	103.63
30	ความสูงข้อศอก (ขณะงอ)	88.64	98.10	102.48	82.83	91.20	97.72
31	ความสูงใต้เป้า	62.44	70.60	76.91	58.24	66.50	73.40
32	ความสูงปุ่มเข่าด้านใน	36.45	44.15	48.90	35.64	41.10	48.13
33	น้ำหนัก	37.80	55.38	77.62	38.99	54.63	69.70

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข.2 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 50 และ 95 ของสัดส่วนร่างกายท่านั่ง

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	เพศชาย (n=22)			เพศหญิง(n=88)		
		P_5	P_{50}	P_{95}	P_5	P_{50}	P_{95}
1	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงศีรษะ	74.39	83.65	89.98	71.00	78.10	85.00
2	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงตา	66.35	72.50	76.98	60.48	67.30	73.70
3	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มคอด้านหลัง	53.70	59.50	63.86	49.50	55.10	61.33
4	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มไหล่	47.78	55.10	59.19	45.20	51.00	55.65
5	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงเอว	23.25	27.60	30.50	19.74	24.80	33.65
6	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงข้อศอก (ขณะงอ)	14.53	20.45	24.48	12.07	18.60	23.13
7	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงต้นขา	6.32	9.80	13.40	3.20	7.50	12.27
8	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	46.99	51.10	53.79	43.34	47.95	52.91
9	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนล่าง (ขณะนั่ง)	36.78	40.70	46.29	35.87	39.40	42.47
10	ระยะห่างจากปุ่มไหล่ถึงข้อศอก (ขณะงอ)	29.00	32.15	35.00	25.54	29.60	33.59
11	ความกว้างไหล่ (ขณะนั่ง)	37.81	41.25	44.76	34.00	37.95	41.93
12	ความกว้างข้อศอกขวาถึงซ้าย (กางข้อศอกในแนวระดับ)	73.47	82.40	89.98	65.01	76.00	83.47
13	ความกว้างข้อศอก (ขณะนั่ง)	31.10	42.15	52.88	36.18	42.00	50.10
14	ความกว้างตะโพก (ขณะนั่ง)	30.04	33.40	38.95	30.00	34.80	39.87
15	ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงปลายนิ้ว	60.77	68.85	76.64	59.27	65.10	70.59
16	ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงข้อนิ้ว	54.03	60.65	65.48	51.61	57.00	64.30
17	ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงจุดกึ่งกลางกำปั้น	32.03	34.40	37.18	29.44	31.95	35.60
18	ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงปลายนิ้ว (ขณะนั่ง)	43.22	45.60	49.79	39.05	42.70	46.47
19	ความหนาของหน้าท้อง (ขณะนั่ง)	19.81	23.40	29.00	19.82	25.45	30.97
20	ระยะห่างจากหน้าท้องถึงหัวเข่า	30.61	35.60	42.58	24.44	30.15	36.65
21	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงหัวเข่า	50.03	53.90	58.97	45.94	51.80	56.80
22	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงข้อพับที่หัวเข่า	41.30	43.75	47.49	38.34	42.80	48.13
23	ระยะห่างจากเส้นสัมผัสก้นถึงระดับน่องตอนบน	40.33	44.10	47.44	37.68	42.85	47.93

ตารางที่ ข.3 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 50 และ 95 ของสัดส่วนมือ

ลำดับ	สัดส่วนมือ	เพศชาย (n=22)			เพศหญิง(n=88)		
		P_5	P_{50}	P_{95}	P_5	P_{50}	P_{95}
1	ความยาวรอบฝ่ามือ	20.00	22.00	24.00	18.00	20.00	21.00
2	ความยาวนิ้วหัวแม่มือ	6.01	6.45	7.10	5.20	5.90	6.90
3	ความยาวนิ้วชี้	6.51	7.00	7.60	6.00	6.75	7.67
4	ความยาวนิ้วกลาง	7.20	7.68	8.19	6.54	7.25	8.00
5	ความยาวนิ้วนาง	6.71	7.28	7.70	6.04	6.80	7.60
6	ความยาวนิ้วก้อย	5.21	5.85	6.40	4.80	5.50	6.00
7	ระยะจากปลายนิ้วชี้ถึงกึ่งกลางโคนฝ่ามือ	16.40	17.00	18.30	14.24	16.00	17.77
8	ความยาวฝ่ามือ	9.70	10.50	11.30	8.50	10.00	11.00
9	ระยะจากปลายนิ้วชี้ถึงง่ามนิ้วหัวแม่มือ	10.04	11.45	12.10	8.50	10.40	11.77
10	ความกว้างฝ่ามือ	7.81	8.45	9.20	7.00	7.50	8.73
11	ความกว้างมือ	9.22	10.85	13.49	8.24	9.55	11.47
12	ความหนาฝ่ามือ	2.70	2.90	3.30	2.30	2.70	3.07
13	ความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางกำมือ	4.56	6.95	7.99	4.87	6.10	7.33

ภาคผนวก ค

กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคาร สำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา พ.ศ.๒๕๔๕

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคาร สำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. ๒๕๔๘

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ (๓) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ และมาตรา ๘ (๑) (๔) (๕) (๖) (๗) (๘) และ(๙) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๔๓ อันเป็น พระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๑ มาตรา ๓๕ มาตรา ๔๘ มาตรา ๔๙ และมาตรา ๕๐ ของรัฐธรรมนูญ แห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมอาคารออกกฎกระทรวงไว้โดย ข้อ ๒ ในกฎกระทรวงนี้ “สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา” หมายความว่า ส่วนของ อาคารที่สร้างขึ้นและอุปกรณ์อันเป็นส่วนประกอบของอาคารที่ติดหรือตั้งอยู่ภายในและภายนอกอาคาร เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้อาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา ซึ่งหมวด ๖ ประตู ข้อ ๑๘ ประตูของอาคารตามข้อ ๓ ต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

๑) เปิด-ปิดได้ง่าย

๒) หากมีธรณีประตู ความสูงของธรณีประตูต้องไม่เกินกว่า ๒๐ มิลลิเมตร และให้ขอบทั้งสองด้านมีความลาดเอียงไม่เกิน ๔๕ องศา เพื่อให้เก้าอี้ล้อหรือผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา ที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดินสามารถข้ามได้สะดวก

๓) ช่องประตูต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า ๙๐๐ มิลลิเมตร

๔) ในกรณีที่ประตูเป็นแบบบานเปิดผลักเข้า-ออก เมื่อเปิดออกสู่ทางเดินหรือระเบียงต้องมี พื้นที่ว่างขนาดกว้างไม่น้อยกว่า ๑,๕๐๐ มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า ๑,๕๐๐ มิลลิเมตร

๕) ในกรณีที่ประตูเป็นแบบบานเลื่อนหรือแบบบานเปิดให้มีมือจับที่มีขนาดเท่ากับราวจับตามข้อ ๘

(๗) (ข) ในแนวดิ่งทั้งด้านในและด้านนอกของประตูซึ่งมีปลายด้านบนสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า ๑,๐๐๐ มิลลิเมตร และปลายด้านล่างไม่เกิน ๘๐๐ มิลลิเมตร ในกรณีที่เป็นประตูบานเปิดออกให้มีราวจับ ตามแนวนอนด้านในประตู และในกรณีที่เป็นประตูบานเปิดเข้าให้มีราวจับตามแนวนอนด้านนอกประตู ราวจับดังกล่าวให้สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า ๘๐๐ มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน ๙๐๐ มิลลิเมตร ยาวไปตาม ความกว้างของประตู

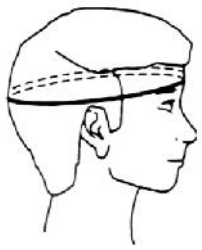
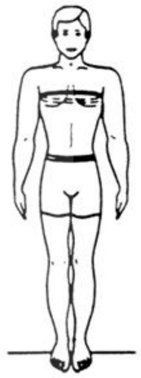
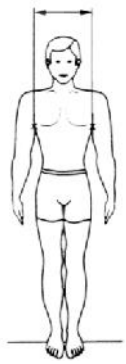
๖) ในกรณีที่ประตูเป็นกระจกหรือลูกฟักเป็นกระจกให้ติดเครื่องหมายหรือแถบสีที่สังเกตเห็นได้ชัด

๗) อุปกรณ์เปิด-ปิดประตูต้องเป็นชนิดก้านบิดหรือแกนผลัก อยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า ๑,๐๐๐ มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน ๑,๒๐๐ มิลลิเมตร ประตูตามวรรคหนึ่งต้องไม่ติดตั้งอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เองที่อาจทำให้ประตูหนีบหรือกระแทกผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา ข้อ ๑๙ ข้อกำหนดตามข้อ ๑๘ ไม่ใช่บังคับกับประตูหนีไฟและประตูเปิด-ปิดโดยใช้ระบบอัตโนมัติ

ภาคผนวก ง

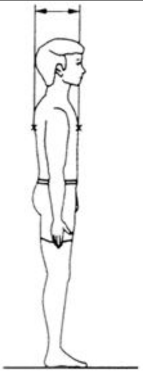
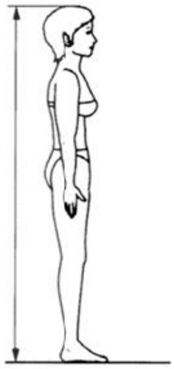
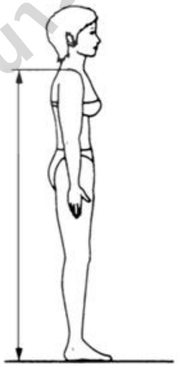
ภาพแสดงตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย และสัดส่วนมือ

ตารางที่ ง.1 การวัดสัดส่วนร่างกาย และสัดส่วนมือ

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	ภาพประกอบ
1	**เส้นรอบศีรษะ (Head Circumference)** **Description:** Maximum, approximately horizontal, circumference of head measured above the glabella and crossing the rearmost point of the skull. **Method:** Tape measure is held on the glabella and led around the head so as to pass over the rearmost point of the skull. Hair shall be included in the measurement.	
2	**เส้นรอบอก (Chest Circumference)** **Description:** Circumference of the torso measured at nipple level. **Method:** Subject stands fully erect with feet together, arms hanging freely downwards. Females wear their usual brassiere.	
3	**เส้นรอบต้นขา (Thigh Circumference)** **Description:** Maximum circumference of the thigh. **Method:** Subject stands erect. Measurement is taken by passing the tape horizontally around the thigh immediately below the gluteal fold.	
4	**ความกว้างของอก (Chest Breadth, Standing)** **Description:** Breadth of the torso measured at mesosternal level. **Method:** Subject stands fully erect with feet together and arms hanging freely downwards.	

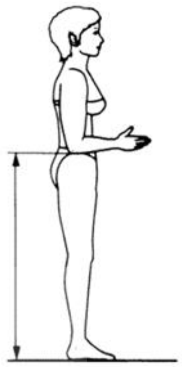
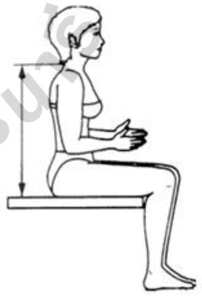
*อ้างอิงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	ภาพประกอบ
5	**ความหนาของอก (Chest Depth, Standing)** **Description:** Depth of the torso measured in the midsagittal plane at mesosternal level. **Method:** Subject stands fully erect with feet together. Arms hang freely downwards.	
6	**ความสูง (Body Height)** **Description:** Vertical distance from the floor to the highest point of the head (vertex). **Method:** Subject stands fully erect with feet together. Head is oriented in the Frankfurt plane.	
7	**ความสูงตา (Eye Height)** **Description:** Vertical distance from the floor to the outer corner of the eye. **Method:** Subject stands fully erect with feet together. Head is oriented in the Frankfurt plane.	
8	**ความสูงปุ่มไหล่ (Shoulder Height)** **Description:** Vertical distance from the floor to the acromion. **Method:** Subject stands fully erect with feet together. Shoulders are relaxed, with arms hanging freely.	

*อ้างอิงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	ภาพประกอบ
9	**ความสูงข้อศอกขณะงอ (Elbow Height)** **Description:** Vertical distance from the floor to the lowest bony point of the bent elbow. **Method:** Subject stands fully erect with feet together. Upper arm hangs freely downwards, with forearm flexed at right angles to it.	
10	**ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงศีรษะ (Sitting Height)** **Description:** Vertical distance from a horizontal sitting surface to the highest point of the head (vertex). **Method:** Subject sits fully erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. Head is oriented in the Frankfurt plane.	
11	**ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงตา (Eye Height, Sitting)** **Description:** Vertical distance from a horizontal sitting surface to the outer corner of the eye. **Method:** Subject sits fully erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. Head is oriented in the Frankfurt plane.	
12	**ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มคอด้านหลัง (Cervicale Height, Sitting)** **Description:** Vertical distance from a horizontal sitting surface to the cervicale. **Method:** Subject sits fully erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. Head is oriented in the Frankfurt plane.	

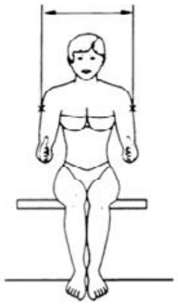
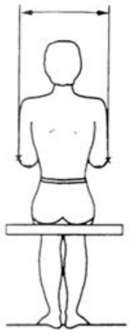
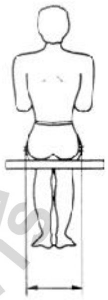
*อ้างอิงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

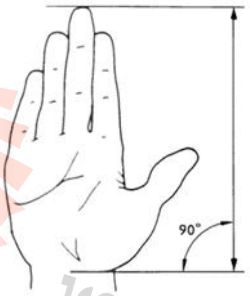
ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	ภาพประกอบ
13	**ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มไหล่ (Shoulder Height, Sitting)** **Description:** Vertical distance from a horizontal sitting surface to the acromion. **Method:** Subject sits fully erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. Shoulders are relaxed, with upper arms hanging freely.	
14	**ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงข้อศอกขณะงอ (Elbow Height, Sitting)** **Description:** Vertical distance from a horizontal sitting surface to the lowest bony point of the elbow bent at a right angle with the forearm horizontal. **Method:** Subject sits fully erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. Upper arms hang freely downwards and forearm are horizontal.	
15	**ระยะห่างจากปุ่มไหล่ถึงข้อศอกขณะงอ (Shoulder-elbow length)** **Description:** Vertical distance from a horizontal sitting surface to the bottom of the elbow bent at a right angle with the forearm horizontal. **Method:** Subject sits fully erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. Upper arms hang freely downwards and forearm are horizontal.	

*อ้างอิงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	ภาพประกอบ
16	**ความกว้างไหล่ขณะนั่ง (Shoulder Breadth, Sitting)** **Description:** Distance across the maximum lateral protrusions of the right and left deltoid muscles. **Method:** Subject sits fully erect with shoulders relaxed.	
17	**ความกว้างข้อศอกขณะนั่ง (Elbow-to-elbow Breadth, Sitting)** **Description:** Maximum horizontal distance between the lateral surfaces of the elbow region. **Method:** Subject sits erect with upper arms hanging down and lightly touching the sides of the body. Forearms are extended horizontally and parallel to each other and the floor. Measurement is taken without pressing into the flesh at the elbows.	
18	**ความกว้างตะโพกขณะนั่ง (Hip Breadth, Sitting)** **Description:** Breadth of the body measured across the widest portion of the hips. **Method:** Subject sits with thighs fully supported and lower legs hanging freely, knees together. Measurement is taken without pressing into the flesh of the hips.	
19	**ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงจุดกึ่งกลางกำปั้นขณะนั่ง (Elbow-grip Length, Sitting)** **Description:** Horizontal distance form back of the upper arm (at the elbow) to grip axis, with elbow bent at right angles. **Method:** Subject sits erect, upper arm hanging freely downwards. Hand holds measuring rod with grip axis vertical.	

*อ้างอิงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	ภาพประกอบ
20	**ระยะห่างจากข้อศอกขณะงอถึงปลายนิ้วขณะนั่ง (Forearm-fingertip Length)** **Description:** Horizontal distance form back of the upper arm (at the elbow) to the fingertips, with the elbow bent at right angles. **Method:** Subject sits erect with upper arm hanging downwards, forearm horizontal and hand extended.	
21	**ความยาวนิ้วชี้ (Index Finger Length)** **Description:** Distance from the tip of the second finger to the proximal fingercrease on the palm of the hand. **Method:** Subject holds forearm horizontal with hand stretched out flat and fingers spread, palm up. Measurement is taken on the palmar surface of the hand.	
22	**ความยาวฝ่ามือ (Hand Length)** **Description:** Perpendicular distance from a line drawn between the styloid processes to the tip of the middle finger. **Method:** Subject holds forearm horizontal with hand stretched out flat, palm up. The point of measurement at the styloid process corresponds approximately to the middle skin furrow of the wrist.	
23	**ความกว้างฝ่ามือ (Hand Breadth at Metacarpals)** **Description:** Projected distance between radial and ulnar metacarpals at the level of the metacarpal heads from the second to the fifth metacarpal. **Method:** Subject holds forearm horizontal with hand stretched out flat, palm up.	

*อ้างอิงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นางสาววรกานต์ ทึงทา เกิดเมื่อวันอังคารที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2538 เริ่มศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนเทศบาล 2 (สหกรณ์สมทบ) ตำบลบัวใหญ่ อำเภอบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนบัวใหญ่ ตำบลบัวใหญ่ อำเภอบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2559 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโททางวิศวกรรมศาสตร์ในหลักสูตรวิศวกรรมระบบอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ.2560

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี