บทความวิจัย

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุ

วรกานต์ ทึงทา และ พรศิริ จงกล*
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 4422 4264 อีเมล: pornsiri@sut.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2021.05.001
รับเมื่อ 15 พฤษภาคม 2563 แก้ไขเมื่อ 21 มิถุนายน 2563 ตอบรับเมื่อ 29 กรกฎาคม 2563 เผยแพร่ออนไลน์ 3 พฤษภาคม 2564
© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตู และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุ งานวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ และการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ทดสอบ ส่วนที่ 2 การวัดความสามารถในการออกแรงบิดของผู้สูงอายุ ผู้สูงอายุที่เข้าร่วมในการทดสอบครั้งนี้มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป (อายุเฉลี่ย 71.1 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.99) เป็นผู้ที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง และไม่มีความพิการใดๆ อาศัยอยู่ในจังหวัดนครราชสีมาจำนวนทั้งหมด 108 คน แบ่งเป็นเพศชาย 21 คน และเพศหญิง 87 คน จากการสำรวจผู้สูงอายุทั้งหมดถนัดมือขวา ส่วนใหญ่แล้วจบการศึกษาระดับประถมศึกษา และไม่ได้ประกอบอาชีพ ผลการทดสอบพบว่าในการออกแรงในท่ายืนของผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงนั้น ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือขวาที่ระดับความสูง 1,000 มม. และความสามารถในการออกแรงบิดมีค่าน้อยที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือซ้ายที่ระดับความสูง 1,200 มม. ส่วนการออกแรงในท่านั่งของผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงนั้นพบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือซ้ายที่ระดับความสูง 1,000 มม. และมีค่าน้อยที่สุดเมื่อออกแรงด้วยมือซ้ายที่ระดับความสูง 1,200 มม. นอกจากนี้ยังพบว่า เพศ ระดับความสูง ข้างของมือที่ออกแรง ทิศในการออกแรงมีผลต่อค่าแรงบิดของผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

คำสำคัญ: ความสามารถในการออกแรงบิดข้อมือ ผู้สูงอายุ ลูกบิดประตู

การอ้างอิงบทความ: วรกานต์ ทึงทา และ พรศิริ จงกล, "ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุ," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 32, ฉบับที่ 1, หน้า 65–76, ม.ค.–มี.ค. 2565.

Research Article

Factors Affecting Wrist Torque Exertion Capability on Door Knob of Elderly

Worakan Tuengta and Pornsiri Jongkol*
School of Industrial Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0 4422 4264, E-mail: pornsiri@sut.ac.th
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2021.05.001
Received 15 May 2020; Revised 21 June 2020; Accepted 29 July 2020; Published online: 3 May 2021
© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The objectives of this research were to measure torque exertion capability of the elderly and to study factors affecting wrist torque exerted on doorknob of the elderly. The research was divided into two parts. Part 1 was the survey research consisting of collecting personal data of the subjects and measuring body dimensions of the subjects. Part 2 was the experimental research conducted to measure torque exertion capability of the subjects. The dependent variable was wrist torque exerted on doorknob. The subjects were 108 elderly who were 60 years old and over, and lived in Nakhon Ratchasima Province (21 males and 87 females). The average age was 71.1 years old and the standard deviation of age was 7.99. The subjects were in good health with no disability and they were all right-handed. Most of them were educated at primary level with no occupation. The results showed that posture, height of exertion, hand side, and exertion direction affected wrist torque exertion. For standing posture, the average torque was at the greatest when exerting at 1,000 mm height using right hand, whereas the average torque was at the lowest when exerting at 1,200 mm height using left hand. For seated posture, the average wrist torque was at the greatest when exerting at 1,000 mm using left hand, whereas the average torque was at the lowest when exerting at 1,200 mm using left hand. Furthermore, posture, height of exertion, hand side, and exertion direction affected torque of the elderly significantly ($p<0.05$).

Keywords: Wrist Torque Exertion Capability, Elderly, Door Knob

Please cite this article as: W. Tuengta and P. Jongkol, "Factors affecting wrist torque exertion capability on door knob of elderly," *The Journal of KMUTNB*, vol. 32, no. 1, pp. 65–76, Jan.–Mar. 2022 (in Thai).

1. บทนำ

การดำเนินกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองเป็นสิ่งบ่งชี้ระดับความสามารถในการช่วยเหลือตนเองของผู้สูงอายุ ในการดำเนินกิจวัตรประจำวันบางอย่าง ผู้สูงอายุต้องออกแรงจากมือและข้อมือในการใช้อุปกรณ์ เช่น การปิดเปิดก๊อกน้ำ การใช้ลูกบิดประตู หากผู้สูงอายุมีข้อจำกัดในการออกแรงอาจทำให้ไม่สามารถใช้อุปกรณ์ได้หรืออาจทำให้เกิดการบาดเจ็บบริเวณข้อมือได้ [1] ในการออกแบบการใช้งานอุปกรณ์จึงจำเป็นต้องทราบคุณลักษณะของผู้สูงอายุซึ่งเป็นผู้ใช้งาน เช่น ความสามารถในการออกแรง เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้และเกิดความปลอดภัยจากการใช้งาน

กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา ปี 2548 ได้กล่าวถึงลักษณะการออกแบบประตูที่เหมาะสมต่อการใช้งานสำหรับผู้สูงอายุ อุปกรณ์เปิด-ปิดประตูต้องเป็นชนิดก้านบิดหรือแกนผลักอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1,000 มม. แต่ไม่เกิน 1,200 มม. [2] แต่ในปัจจุบันลูกบิดประตูแบบกลม แบบทรงกระบอก และประตูแบบบานผลัก ยังเป็นที่นิยมใช้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในที่พักอาศัย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการออกแรงบิดสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและติดตั้งลูกบิดประตูที่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ ซึ่งจะทำให้ผู้สูงอายุมีความปลอดภัยในการดำเนินชีวิตประจำวัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการออกแรงบิดของผู้สูงอายุและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อแรงบิดของผู้สูงอายุ

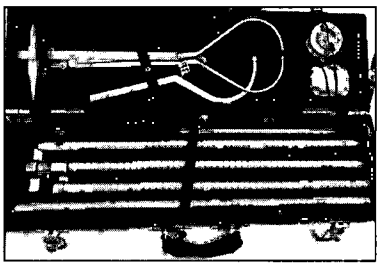
2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดสัดส่วนร่างกาย

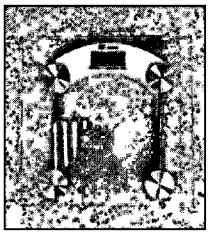
1) เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometer) (รูปที่ 1)
2) เครื่องชั่งน้ำหนัก (รูปที่ 2)
3) สายวัด (รูปที่ 3)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

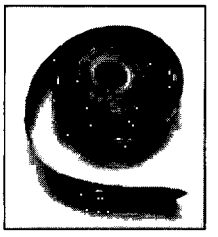
1) เครื่องวัดแรงบิด (GUNT รุ่น WP 500) (รูปที่ 4) ก่อนดำเนินการทดสอบได้มีการสอบเทียบเครื่องวัดแรงบิด และได้ตรวจสอบการวัดค่าแรงบิดก่อนทำการทดลองทุกครั้ง



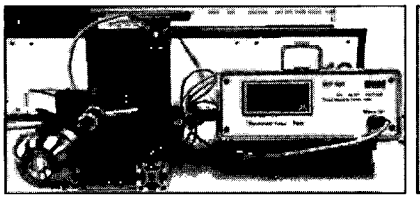
รูปที่ 1 เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย



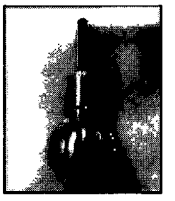
รูปที่ 2 เครื่องชั่งน้ำหนัก



รูปที่ 3 สายวัด



รูปที่ 4 เครื่องทดสอบแรงบิด



รูปที่ 5 ลูกบิด

2) โต๊ะปรับระดับความสูง โดยสามารถปรับระดับความสูงเป็น 1,000 และ 1,200 มม. ได้

3) ลูกบิดประตูมีลักษณะเป็นทรงกลมและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 53 มม. (รูปที่ 5) ก่อนทำการทดสอบทุกครั้งได้เช็ดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อทำความสะอาดคราบเหงื่อและสิ่งสกปรกอื่นๆ

4) รถเข็นนั่ง ในงานวิจัยนี้ได้ใช้รถเข็นนั่งเพื่อทดสอบการวัดแรงบิดในท่านั่ง

2.3 วิธีการวิจัย

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

2.3.1 การวิจัยเชิงสำรวจ

1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ ส่วนนี้เป็นการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ ประกอบด้วย เพศ อายุ มือข้างที่ถนัด ระดับการศึกษา การประกอบการอาชีพ โรคประจำตัว อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย การใช้ยารักษาโรค และการออกกำลังกาย

2) การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบประกอบด้วยความสูง ความสูงปุ่มหัวไหล่ ความสูงข้อศอก (ขณะงอ) ความสูงจากพื้นที่นั่ง–ศีรษะ ความสูงจากพื้นที่นั่ง–ปุ่มหัวไหล่ ความสูงจากพื้นที่นั่ง–ข้อศอก (ขณะงอ) ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงปลายนิ้ว ความยาวฝ่ามือ ความกว้างมือ และน้ำหนัก โดยใช้หลักการรายละเอียดจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เครื่องมือที่ใช้ในการวัดสัดส่วนมีดังต่อไปนี้ เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย (รูปที่ 1) เครื่องชั่งน้ำหนัก (รูปที่ 2) และสายวัด (รูปที่ 3)

3) เกณฑ์ในการคัดเลือกอาสาสมัครเป็นดังนี้

• เกณฑ์การคัดเข้า ใช้อาสาสมัครกลุ่มเปราะบาง คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุ 60.ขึ้นไป ที่ไม่มีปัญหาสุขภาพทางด้านร่างกาย คือ ผู้สูงอายุสามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้ด้วยตัวเอง ไม่เป็นโรคที่มีผลต่อการเคลื่อนไหว และไม่มีปัญหาสุขภาพที่ส่งผลต่อการออกแรงบิดข้อมือ

• เกณฑ์การคัดออก กลุ่มผู้สูงอายุที่มีปัญหาสุขภาพที่ส่งผลต่อการออกแรงบิด คือ ผู้ที่เคยได้รับบาดเจ็บของกล้ามเนื้อบริเวณมือ แขน และมีปัญหาสุขภาพที่ส่งผลต่อการออกแรงบิดข้อมือ

2.3.2 การวิจัยโดยทำการทดลอง

การวิจัยโดยทำการทดลองเป็นการวัดความสามารถในการออกแรงบิดของผู้สูงอายุ

1) การออกแบบการทดลอง

การทดลองวัดความสามารถในการออกแรงบิดเป็นการทดลองแบบแฟกทอเรียล โดยมีตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร และตัวแปรตาม 1 ตัวแปร ดังนี้

• ลักษณะท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตู มี 2 ระดับ คือ ท่ายืน และท่านั่ง

• ระดับความสูงของอุปกรณ์ มี 2 ระดับ คือ 1,000 และ 1,200 มม.

• ข้างของมือ มี 2 ระดับ คือ มือซ้าย และมือขวา

• ทิศทางในการออกแรง มี 2 ระดับ คือ หมุนทวนเข็มนาฬิกา และหมุนตามเข็มนาฬิกา

ตัวแปรตาม มี 1 ตัวแปร คือ ค่าแรงบิด มีหน่วยเป็นนิวตัน.เมตร (N.m)

2) การทดลอง

• ผู้ถูกทดสอบแต่ละคนออกแรงบิดที่ลูกบิดประตูทรงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 53 มม. โดยออกแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มม. ในทิศทวนเข็มนาฬิกา และตามเข็มนาฬิกา โดยใช้ทั้งมือซ้ายและขวา และในท่านั่ง และยืน รวมจำนวนเงื่อนไขการทดสอบเท่ากับ 2 × 2 × 2 × 2 = 16 เงื่อนไข เงื่อนไขละ 3 ซ้ำ ทั้งนี้ขั้นตอนการทดสอบใช้วิธีแบบสุ่ม โดยออกแบบการทดลองให้เป็นแบบ Randomized Complete Block โดยมีอาสาสมัครเป็นบล็อค (Block) ในการทำการทดลองแต่ละ Trial ได้ใช้วิธีสุ่มปัจจัยทั้งหมด คือ ท่าทางในการออกแรง ความสูงของลูกบิดประตู มือข้างที่ใช้วัดแรงบิด และทิศทางในการออกแรง

• ในการวัดค่าความสามารถในการออกแรงบิด ผู้ถูกทดสอบเริ่มต้นออกแรงบิดและเพิ่มแรงให้อยู่ในระดับมากที่สุดภายใน 2 วินาที จากนั้นคงค่าแรงบิดมากที่สุดไว้อีก 3 วินาที รวมเป็นเวลา 5 วินาที เวลาพักคั่นระหว่างการทดสอบแต่ละเงื่อนไขเท่ากับ 2 นาที เพื่อลดความเมื่อยล้าของมือ การออกแรงในท่ายืนและนั่งเป็นดังรูปที่ 6 และ 7

• บันทึกค่าแรงบิดสูงสุดที่ได้จากการทดสอบลงในตารางบันทึกผล

3. ผลการทดลอง

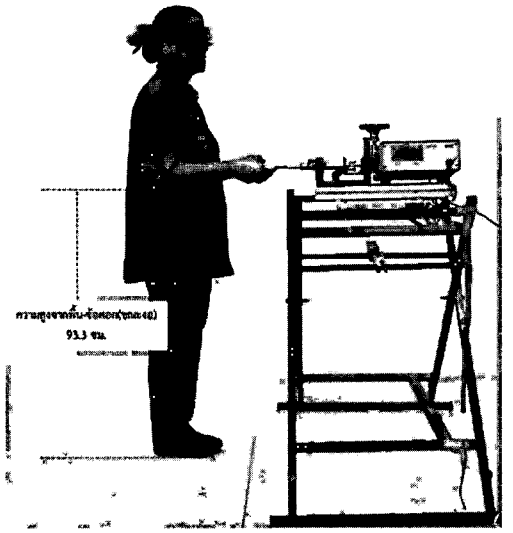
3.1 ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกทดสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบสำรวจข้อมูลทั่วไปเป็นดังนี้

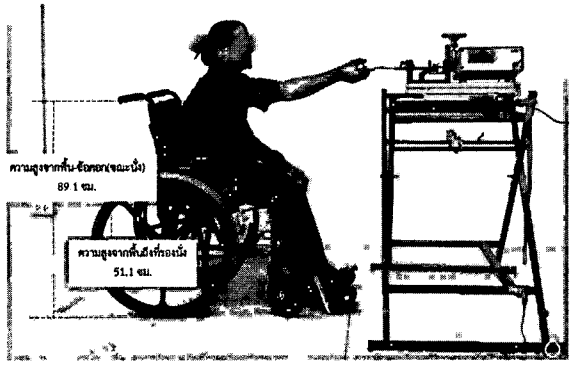
1) ผู้สูงอายุจำนวน 108 คน แบ่งเป็นเพศชาย 21 คน (ร้อยละ 19) และเพศหญิง 87 คน (ร้อยละ 81)

2) ผู้สูงอายุทั้งหมดถนัดมือขวา (ร้อยละ 100)

3) ผู้สูงอายุส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ซึ่งมีจำนวน 97 คน (ร้อยละ 90) และมีผู้สูงอายุที่ไม่ได้รับ



รูปที่ 6 ลักษณะการออกแรงบิดท่ายืนที่ระดับความสูงของลูกบิดประตู 1,000 มิลลิเมตร



รูปที่ 7 ลักษณะการออกแรงบิดท่านั่งที่ระดับความสูงของลูกบิดประตู 1,000 มิลลิเมตร

การศึกษาจำนวน 11 คน (ร้อยละ 10)

4) ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่ได้ประกอบอาชีพ โดยมีจำนวน 49 คน (ร้อยละ 45) และรองลงมาคือประกอบอาชีพเกษตรกรและรับจ้าง

5) ผู้สูงอายุที่ไม่ได้มีโรคประจำตัวมีจำนวน 28 คน (ร้อยละ 26) และผู้ที่มีโรคประจำตัวมีจำนวน 80 คน (ร้อยละ 74)

6) ผลการสำรวจอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย พบว่าผู้สูงอายุที่ไม่มีอาการปวดตามร่างกายมีจำนวน 41 คน (ร้อยละ 38) และผู้ที่มีอาการปวดตามร่างกายมีจำนวน 67 คน (ร้อยละ 62) โดยบริเวณที่ผู้สูงอายุเกิดอาการปวดเมื่อยมากที่สุดคือ บริเวณข้อเข่าจำนวน 46 คน (ร้อยละ 43)

7) ผู้สูงอายุที่ไม่ได้ออกกำลังกายมีจำนวน 3 คน (ร้อยละ 2.8) และผู้ที่ออกกำลังกายมีจำนวน 105 คน (ร้อยละ 97.2)

3.2 ผลการวัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ

ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบเป็นดังตารางที่ 1 ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลสัดส่วนร่างกายพบว่า สัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุเพศชายมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 58.72 กิโลกรัม และเพศหญิงมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 54.63 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ยของเพศชายเท่ากับ 162.25 เซนติเมตร และเพศหญิงมีส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 151.43 เซนติเมตร นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยของรายการวัดสัดส่วนอื่นๆ ได้แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิงมีค่าใกล้เคียงกันในบางรายการ เช่น ความสูงจากพื้นที่นั่ง-ข้อศอก (ขณะงอ) ความยาวฝ่ามือ และความกว้างมือ แต่สัดส่วนร่างกายบางรายการมีความแตกต่างกันระหว่างเพศชายและเพศหญิงอย่างเห็นได้ชัด เช่น ความสูง ความสูงปุ่มหัวไหล่ ความสูงข้อศอก (ขณะงอ) ความสูงจากพื้นที่นั่ง-ปุ่มไหล่ ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงปลายนิ้ว และน้ำหนัก

ตารางที่ 1 ผลการวัดสัดส่วนร่างกาย (หน่วยเป็นเซ็นติเมตร)

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	เพศชาย (อายุเฉลี่ย 72.48 ปี)	เพศหญิง (อายุเฉลี่ย 70.73 ปี)
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
1.	ความสูง	162.25 ± 6.41	151.43 ± 5.68
2.	ความสูงปุ่มหัวไหล่	133.71 ± 6.32	123.82 ± 5.11
3.	ความสูงข้อศอก (ขณะงอ)	96.28 ± 7.63	90.79 ± 6.35
4.	ความสูงจากพื้นที่นั่ง-ศีรษะ	82.93 ± 5.38	78.39 ± 6.22
5.	ความสูงจากพื้นที่นั่ง-ปุ่มไหล่	54.47 ± 3.87	50.71 ± 6.13
6.	ความสูงจากพื้นที่นั่ง-ข้อศอก (ขณะงอ)	19.86 ± 3.53	18.46 ± 4.13
7.	ระยะเอื้อมมือด้านหน้าระดับไหล่ถึงปลายนิ้ว	68.84 ± 4.93	64.71 ± 4.22
8.	ความยาวฝ่ามือ	10.77 ± 1.58	9.91 ± 1.27
9.	ความกว้างมือ	11.11 ± 1.46	9.69 ± 1.08
10.	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	58.72 ± 14.68	54.63 ± 9.69

3.3 ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุ

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูจำแนกตามเงื่อนไขการทดลองแสดงดังตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุเพศชายในท่ายืนพบว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มม. ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.48 ± 0.55 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มม. ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.93 ± 0.65 นิวตันเมตร ในกรณีท่านั่งพบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มม. ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.35 ± 0.49 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มม. ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.55 ± 0.55 นิวตันเมตร

ผลการทดสอบความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุเพศหญิงในท่ายืน (ตารางที่ 3) พบว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มม. โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 ± 0.62 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มม. ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.28 ± 0.56 นิวตันเมตร ส่วนผลการทดสอบในท่านั่งแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มม. โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.58 ± 0.56 นิวตันเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,200 มม. และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 ± 0.45 นิวตันเมตร

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยแรงบิดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้สูงอายุเพศชาย

ท่าทางการใช้งาน	ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	ค่าเฉลี่ยแรงบิด (Nm)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ท่ายืน	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.32	±0.65
			1,200	1.93	±0.65
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.39	±0.62
			1,200	2.11	±0.62
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.48	±0.55
			1,200	2.00	±0.41
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.44	±0.57
			1,200	2.06	±0.54
ท่านั่ง	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.71	±0.48
			1,200	1.55	±0.55
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.35	±0.49
			1,200	2.04	±0.50
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	2.12	±0.48
			1,200	1.88	±0.43
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	2.04	±0.54
			1,200	1.76	±0.50

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยแรงบิดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้สูงอายุเพศหญิง

ท่าทางการใช้งาน	ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	ค่าเฉลี่ยแรงบิด (Nm)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ท่ายืน	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.57	±0.64
			1,200	1.28	±0.56
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	1.63	±0.56
			1,200	1.40	±0.52
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.63	±0.61
			1,200	1.31	±0.56
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	1.70	±0.62
			1,200	1.37	±0.56
ท่านั่ง	ซ้าย	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.34	±0.60
			1,200	1.10	±0.45
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	1.58	±0.56
			1,200	1.35	±0.49
	ขวา	ทวนเข็มนาฬิกา	1,000	1.46	±0.57
			1,200	1.25	±0.52
		ตามเข็มนาฬิกา	1,000	1.48	±0.56
			1,200	1.26	±0.50

3.4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดของผู้สูงอายุ

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุจำแนกตามเพศ และท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู แสดงดังตารางที่ 4–6

ตารางที่ 4 ความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุจำแนกตามเพศ

ท่าทางการใช้งาน	ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	แรงบิดเฉลี่ย (N.m)	
				เพศชาย	เพศหญิง
ท่ายืน	ซ้าย	ทวนเข็ม	1,000	2.32 ± 0.65	1.57 ± 0.64
		นาฬิกา	1,200	1.93 ± 0.65	1.28 ± 0.56
		ตามเข็ม	1,000	2.39 ± 0.62	1.63 ± 0.56
		นาฬิกา	1,200	2.11 ± 0.62	1.40 ± 0.52
	ขวา	ทวนเข็ม	1,000	2.48 ± 0.61	1.63 ± 0.55
		นาฬิกา	1,200	2.00 ± 0.41	1.31 ± 0.56
		ตามเข็ม	1,000	2.44 ± 0.57	1.70 ± 0.62
		นาฬิกา	1,200	2.06 ± 0.54	1.37 ± 0.56
ท่านั่ง	ซ้าย	ทวนเข็ม	1,000	1.71 ± 0.48	1.34 ± 1.34
		นาฬิกา	1,200	1.55 ± 0.55	1.10 ± 1.10
		ตามเข็ม	1,000	2.35 ± 0.49	1.58 ± 1.58
		นาฬิกา	1,200	2.04 ± 0.50	1.35 ± 1.35
	ขวา	ทวนเข็ม	1,000	2.12 ± 0.48	1.46 ± 1.46
		นาฬิกา	1,200	1.88 ± 0.43	1.25 ± 1.25
		ตามเข็ม	1,000	2.04 ± 0.54	1.48 ± 1.48
		นาฬิกา	1,200	1.76 ± 0.50	1.26 ± 1.26

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูโดยรวมของผู้สูงอายุระหว่างเพศชายและหญิง ดังตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของเพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิงทั้งในท่ายืนและท่านั่ง ส่วนตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุเพศชายในท่ายืนและท่านั่ง ผลการเปรียบเทียบพบว่า ความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุเพศชายในท่ายืนมากกว่าท่านั่งทุกรายการ ค่าความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูในท่ายืนมีค่ามากที่สุด เมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มม. ส่วนในท่านั่งค่าความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มม. และยังพบว่า ผู้สูงอายุเพศชายสามารถออกแรงบิดลูกบิดประตูได้มากขึ้น เมื่อออกแรงในท่ายืนส่วนมือซ้ายและมือขวามีค่าเฉลี่ยแรงบิดที่ใกล้เคียงกันในท่ายืน

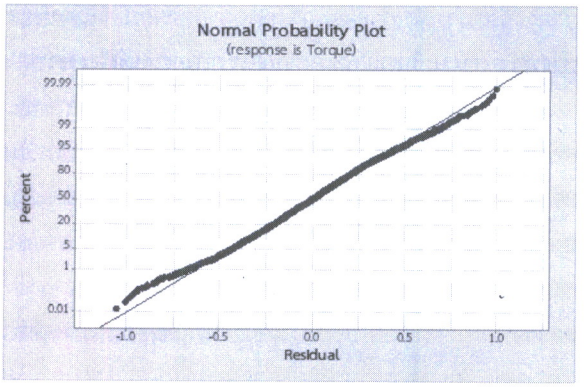
ตารางที่ 5 ความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุเพศชายตามท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู

ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	แรงบิดเฉลี่ย (N.m)	
			ท่ายืน	ท่านั่ง
ซ้าย	ทวนเข็ม	1,000	2.32 ± 0.65	1.71 ± 0.48
	นาฬิกา	1,200	1.93 ± 0.65	1.55 ± 0.55
	ตามเข็ม	1,000	2.39 ± 0.62	2.35 ± 0.49
	นาฬิกา	1,200	2.11 ± 0.62	2.04 ± 0.50
ขวา	ทวนเข็ม	1,000	2.48 ± 0.55	2.12 ± 0.48
	นาฬิกา	1,200	2.00 ± 0.41	1.88 ± 0.43
	ตามเข็ม	1,000	2.44 ± 0.57	2.04 ± 0.54
	นาฬิกา	1,200	2.06 ± 0.54	1.76 ± 0.50

ตารางที่ 6 ความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุเพศหญิงตามท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู

ข้างของมือ	ทิศทางการออกแรง	ระดับความสูง (มม.)	แรงบิดเฉลี่ย (N.m)	
			ท่ายืน	ท่านั่ง
ซ้าย	ทวนเข็ม	1,000	1.57 ± 0.64	1.34 ± 1.34
	นาฬิกา	1,200	1.28 ± 0.56	1.10 ± 1.10
	ตามเข็ม	1,000	1.63 ± 0.56	1.58 ± 1.58
	นาฬิกา	1,200	1.40 ± 0.52	1.35 ± 1.35
ขวา	ทวนเข็ม	1,000	1.63 ± 0.61	1.46 ± 1.46
	นาฬิกา	1,200	1.31 ± 0.56	1.25 ± 1.25
	ตามเข็ม	1,000	1.70 ± 0.62	1.48 ± 1.48
	นาฬิกา	1,200	1.37 ± 0.56	1.26 ± 1.26

ส่วนการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุเพศหญิงในท่ายืน และท่านั่งแสดงในตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบพบว่า ความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูของผู้สูงอายุเพศหญิงในท่ายืน



รูปที่ 8 แผนภาพการกระจายตัวแบบปกติของการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดลูกบิดประตู

มากกว่าท่านั่งทุกรายการ ค่าความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูในท่ายืนมีค่ามากที่สุด เมื่อใช้มือขวาออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกาที่ระดับความสูง 1,000 มม. แต่ในท่านั่งนั้น ค่าความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้มือซ้ายออกแรงในทิศตามเข็มนาฬิกา ที่ระดับความสูง 1,000 มม. ซึ่งสอดคล้องกันกับข้อมูลของเพศชาย

3.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดมือใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า (Analysis of Variance) และการทดสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (MINITAB 19) โดยให้ผู้ถูกทดสอบเป็นบล็อค ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดมือ 5 ปัจจัย ได้แก่ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรงบิด

ผลการทดสอบจากแผนภาพการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Probability Plot) ดังแสดงในรูปที่ 8 พบว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่า ปัจจัยหลักทั้ง 5 ปัจจัยคือ เพศ ท่าทางการใช้งานลูกบิดประตู ระดับความสูง ข้างของมือ และทิศทางการออกแรงมีค่า *p*-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าปัจจัยหลักมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตู จากนั้นจึงวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับ (Treatment Mean Comparisons) ของทั้ง 5 ปัจจัย โดยวิธีของ Tukey ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงบิดของผู้สูงอายุ

แหล่งความแปรปรวน	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	*p*-value
เพศ	1	342.16	342.159	4628.56	0.000
ท่าทาง	1	39.41	39.409	533.11	0.000
ความสูง	1	63.34	63.340	856.83	0.000
มือ	1	1.36	1.360	18.40	0.000
ทิศ	1	12.62	12.620	170.71	0.000
เพศ*ท่าทาง	1	2.82	2.825	38.21	0.000
เพศ*ความสูง	1	1.30	1.299	17.57	0.000
เพศ*มือ	1	0.09	0.088	1.18	0.277
เพศ*ทิศ	1	0.33	0.328	4.44	0.035
Block (เพศ)	106	1264.02	11.925	161.31	0.000
ท่าทาง*ความสูง	1	1.28	1.279	17.30	0.000
ท่าทาง*มือ	1	0.03	0.028	0.37	0.541
ท่าทาง*ทิศ	1	2.32	2.317	31.34	0.000
ความสูง*มือ	1	0.44	0.445	6.01	0.014
ความสูง*ทิศ	1	0.02	0.021	0.28	0.596
มือ*ทิศ	1	12.55	12.552	169.79	0.000
เพศ*ท่าทาง*ความสูง	1	0.42	0.417	5.64	0.018
เพศ*ท่าทาง*มือ	1	0.01	0.013	0.18	0.674
เพศ*ท่าทาง*ทิศ	1	0.37	0.374	5.06	0.025
เพศ*ความสูง*มือ	1	0.08	0.084	1.14	0.286
เพศ*ความสูง*ทิศ	1	0.00	0.001	0.02	0.895
เพศ*มือ*ทิศ	1	3.96	3.956	53.51	0.000
ท่าทาง*ความสูง*มือ	1	0.21	0.210	2.85	0.092
ท่าทาง*ความสูง*ทิศ	1	0.54	0.540	7.31	0.007
ท่าทาง*มือ*ทิศ	1	8.34	8.342	112.85	0.000
ความสูง*มือ*ทิศ	1	0.06	0.058	0.78	0.377
เพศ*ท่าทาง*ความสูง*มือ	1	0.00	0.000	0.00	0.984
เพศ*ท่าทาง*ความสูง*ทิศ	1	0.32	0.325	4.40	0.036
เพศ*ท่าทาง*มือ*ทิศ	1	1.10	1.103	14.92	0.000
เพศ*ความสูง*มือ*ทิศ	1	0.02	0.020	0.28	0.599
ท่าทาง*ความสูง*มือ*ทิศ	1	0.05	0.047	0.63	0.427
เพศ*ท่าทาง*ความสูง*มือ*ทิศ	1	0.08	0.077	1.04	0.308
ค่าความคลาดเคลื่อน	5046	373.02	0.074		
รวม	5183	2156.91			

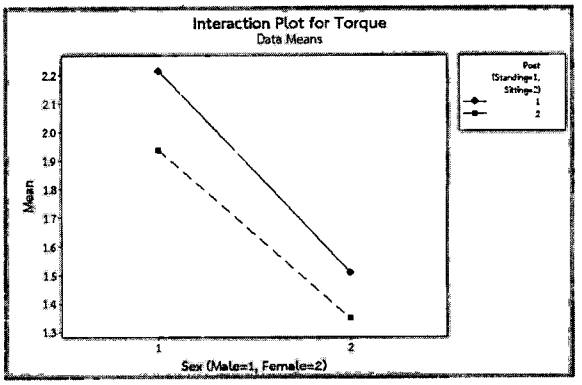
หมายเหตุ: * หมายถึง อันตรกิริยา

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับของทั้ง 5 ปัจจัย โดยวิธีของ Tukey

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย	จำนวนซ้ำ (N)	ค่าเฉลี่ย (N.m.)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	กลุ่ม	
เพศ	ชาย	1008	2.08	±0.61	A	
	หญิง	4176	1.43	±0.59		B
ท่าทาง	ท่ายืน	2592	1.86	±0.67	A	
	ท่านั่ง	2592	1.64	±0.60		B
ความสูง	1,000 มม.	2592	1.89	±0.66	A	
	1,200 มม.	2592	1.61	±0.60		B
มือ	ขวา	2592	1.77	±0.64	A	
	ซ้าย	2592	1.73	±0.65		B
ทิศ	ตามเข็ม	2592	1.81	±0.65	A	
	ทวนเข็ม	2592	1.69	±0.64		B

จากตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดของเพศชายมากกว่าเพศหญิง การออกแรงบิดในท่ายืนได้ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดมากกว่าท่านั่ง การออกแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 มม. ได้ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดมากกว่าที่ระดับความสูง 1,200 มม. มือขวาออกแรงบิดได้มากกว่ามือซ้าย และการออกแรงบิดในทิศตามเข็มนาฬิกาได้ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดมากกว่าทิศทวนเข็มนาฬิกา

ผลจากตารางที่ 7 พบว่า อันตรกิริยาระหว่าง 2 ปัจจัย มีค่า *p*-value น้อยกว่า 0.05 จึงได้ตรวจสอบโดยใช้พล็อตอันตรกิริยา (Interaction Plot) ดังในรูปที่ 9 ซึ่งเป็นพล็อต



รูปที่ 9 พล็อตอันตรกิริยาระหว่างเพศกับท่าทาง

อันตรกิริยาระหว่างเพศกับท่าทางพบว่า เพศชาย และเพศหญิงมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อออกแรงในท่ายืนทำให้ความสามารถในการออกแรงบิดเพิ่มมากขึ้น จึงสรุปได้ว่า เพศ และท่าทางไม่มีอันตรกิริยาต่อกันหรือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ผลการตรวจสอบอันตรกิริยาระหว่าง 2 ปัจจัยอื่นๆ ได้ข้อสรุปเช่นเดียวกัน

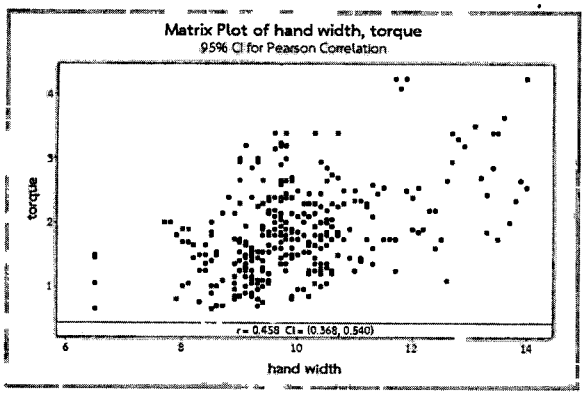
การวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายกับความสามารถในการออกแรงบิด โดยแสดงในรูปของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ดังตารางที่ 9

จากตารางที่ 9 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนร่างกายกับค่าแรงบิดข้อมือในท่ายืนที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มม. มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.153–0.58 ซึ่งหมายความว่าสัดส่วนร่างกายกับค่าแรงบิด

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนร่างกายกับแรงบิดข้อมือ

	ความสูงปุ่มไหล่[1]	ความสูงข้อศอก (ขณะงอ)[1]	ความสูงจากพื้นที่นั่ง–ปุ่มไหล่[2]	ความสูงจากพื้นที่นั่ง–ข้อศอก (ขณะงอ)[2]	ระยะเอื้อมมือด้านหน้า[2]	ความกว้างมือ	น้ำหนัก
แรงบิดข้อมือของท่ายืนที่ความสูง 1,000 มม.	0.453	0.153	-	-	-	0.458	0.309
แรงบิดข้อมือของท่ายืนที่ความสูง 1,200 มม.	0.400	0.194	-	-	-	0.400	0.311
แรงบิดข้อมือของท่านั่งที่ความสูง 1,000 มม.	-	-	0.285	0.132	0.298	0.439	0.288
แรงบิดข้อมือของท่านั่งที่ความสูง 1,200 มม.	-	-	0.285	0.158	0.256	0.369	0.321

หมายเหตุ: [1] คือ สัดส่วนร่างกายที่วัดในท่ายืน, [2] คือ สัดส่วนร่างกายที่วัดในท่านั่ง



รูปที่ 10 แผนภาพการกระจายระหว่างขนาดของมือกับแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 มม.ของท่ายืน

ข้อมือมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ส่วนในท่านั่งพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนร่างกายกับค่าแรงบิดข้อมือที่ระดับความสูง 1,000 และ 1,200 มม. มีค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.132–0.439 หมายความว่าสัดส่วนร่างกายกับค่าแรงบิดข้อมือมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำเช่นเดียวกันกับในท่ายืน

จากรูปที่ 10 แผนภาพการกระจายระหว่างขนาดของมือกับแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 มม. ของท่ายืน จะเห็นว่าข้อมูลสัดส่วนร่างกาย และค่าแรงบิดข้อมือมีแนวโน้มกระจายออกไม่มีแนวเส้นตรง สามารถบอกได้ว่าข้อมูลสัดส่วนร่างกายและค่าแรงบิดข้อมือไม่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งแผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายกับค่าแรงบิดในท่านั่งและที่ระดับอื่นๆ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

4. อภิปรายผลและสรุป

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยเพศมีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตู โดยเพศชายมีความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูมากกว่าเพศหญิงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rohles และคณะ [3] และ Crawford และคณะ [4] ซึ่งได้ข้อสรุปว่าค่าแรงบิดของเพศชายมีค่ามากกว่าของเพศหญิงทั้งในทิศตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกา เนื่องจากสรีระทางร่างกายของเพศชาย และเพศหญิงมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ Imrhan และ Loo [5] พบว่า มือที่มีขนาดใหญ่กว่าสามารถจับภาชนะได้ดีกว่า และออกแรงบิดได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับมือขนาดเล็ก ในส่วนของปัจจัยระดับความสูงพบว่าการออกแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 มม. ทำให้ได้แรงบิดมากกว่าระดับความสูงที่ 1,200 มม. เนื่องจากการออกแรงบิดที่ระดับความสูง 1,000 มม.นั้นข้อศอกของผู้ถูกทดสอบมีมุมใกล้เคียง 90 องศา และข้อมือเหยียดตรง ทำให้ออกแรงบิดได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mital และ Kumar [6]

ปัจจัยด้านท่าทางที่ใช้ในการออกแรงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถในการออกแรงบิด ในงานวิจัยนี้พบว่าการออกแรงบิดลูกบิดประตูในท่ายืนทำให้ออกแรงบิดได้มากกว่าท่านั่ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bordett [7] ที่พบว่า แรงบิดจากการออกแรงในท่ายืนมีค่ามากกว่าแรงบิดในท่านั่ง ปัจจัยด้านข้างของมือที่ใช้ออกแรงบิดนั้นพบว่า มือขวาออกแรงบิดได้มากกว่ามือซ้าย เนื่องจากผู้ทดสอบในงานวิจัยนี้ส่วนใหญ่ถนัดมือขวา ซึ่งสอดคล้องกับ Axelsson [8], Matsuoka [9] และ Richards [10] ที่พบว่า ผลการทดสอบแรงบิดปลายแขนของมือขวามีค่าเฉลี่ยมากกว่ามือซ้าย และการออกแรงบิดในทิศทางที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การออกแรงบิดในทิศตามเข็มนาฬิกาทำให้ค่าแรงบิดได้มากกว่าทิศทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งสอดคล้องกับ Timm [11] ที่ค้นพบว่า การออกแรงบิดลูกบิดประตูโดยการจับแบบคว่ำมือทำให้ออกแรงบิดได้มากกว่าการหงายมือเนื่องจากค่าเฉลี่ยของแรงบิดที่สูงขึ้นอาจเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของตำแหน่งของปลายแขน และทิศทางของการหมุน

และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนร่างกายกับความสามารถในการออกแรงบิดพบว่าสัดส่วนร่างกายกับค่าแรงบิดข้อมือมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ Chain [12], Keyserling [13], Mital และ Ayoub [14] และ Mital และ Manivasagan [15] ที่ได้พยายามพยากรณ์ความแข็งแรงแบบไอโซเมตริกโดยมีตัวแปรคือสัดส่วนร่างกาย ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากในการใช้ตัวแปรสัดส่วนร่างกายเพื่อพยากรณ์ความแข็งแรงแบบไอโซเมตริกนั้น มีข้อเท็จจริงที่ว่าความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงแบบไอโซเมตริกและสัดส่วนร่างกายมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

งานวิจัยนี้มีข้อสรุปดังนี้ 1) ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงบิดลูกบิดประตูอยู่ในช่วง 1.10–2.48 นิวตันเมตร 2) เพศชายมีความสามารถในการออกแรงบิดมากกว่าเพศหญิง 3) ที่ระดับความสูง 1,000 มม. สามารถออกแรงบิดได้มากกว่าที่ระดับความสูง 1,200 มม. 4) ท่าทางในการใช้งานลูกบิดประตูซึ่งท่ายืนสามารถออกแรงบิดได้มากกว่าท่านั่ง 5) มือขวาสามารถออกแรงบิดได้มากกว่ามือซ้ายเนื่องจากในงานวิจัยนี้ผู้ทดสอบถนัดมือขวาทั้งหมดและ 6) การออกแรงบิดในทิศตามเข็มนาฬิกาสามารถออกแรงได้มากกว่าทิศทวนเข็มนาฬิกา

5. กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของผู้สูงอายุที่เป็นผู้ถูกทดสอบที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการดำเนินการศึกษาในครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ได้อุดหนุนทุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Czaja, "Hand Anthropometries," U.S. Patent 300 82 0236, 1984.

[2] *Ministry Regulations Prescribe the Facilities or Services in the Buildings for Persons with Disabilities and Elderly*, Standard 122, 2005 (in Thai).

[3] F. H. Rohles, K. L. Moldrup, and J. E. Laviana, "An anthropometric study of the wrist-twisting strength of the elderly," in *Proceedings of the Human Factors Society*, 1983, pp.112–116.

[4] J. O. Crawford, E. Wanibe, and L. Nayak, "The interaction between lid diameter, height and shape on wrist torque exertion in younger and older adults," in *Proceedings of Ergonomics*, 2002, pp. 922–933.

[5] S. N. Imrhan and C. H. Loo, "Torque capabilities of the elderly in opening screw top containers," in *Proceedings of the Human Factors Society*, 1986, pp. 1167–1171.

[6] A. Mital and S. Kumar, "Human muscle strength definitions, measurement and usage: Part I-guidelines for the practitioner," *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 22, pp. 101–121, 1998.

[7] H. M. Bordett, R. J. Koppa, and J. J. Congelton, "Torque required from elderly females to operate faucet handles of various shapes," in *Proceedings of the Human Factors Society*, 1988, pp. 339–346.

[8] P. Axelsson and J. Karrholm, "New methods to assess forearm torque and lifting strength: Reliability and validity," in *Proceedings of Elsevier*, 2018, pp. 1–17.

[9] J. Matsuoka, R. A. Berger, L. J. Berglund, and K. N. An, "An analysis of symmetry of torque strength of the forearm under resisted forearm rotation in normal subjects," *The Journal of Hand Surgery*, vol. 31, pp. 801–805, 2006.

[10] L. G. Richards, B. Olson, and P. Thomas, "How forearm position affects grip strength," *American Journal of Occupational Therapy*, vol. 50, pp. 133–138, 1996.

[11] W. N. Timm, S. W. O'Driscoll, E. M. Johnson, and K.N. An, "Functional comparison of pronation and supination strengths," *Journal of Hand Therapy*, vol. 6, pp. 190–193, 1993.

[12] D. B. Chaffin, G. D. Herrin, W. M. Keyserling, and J. A. Foulke, "Pre-employment strength testing in selecting workers for materials handling jobs" in *Proceedings of National Institute for Occupation Safety and Health*, 1977.

[13] W. M. Keyserling, G. D. Herrin, and D. B. Chaffin, "An analysis of selected work muscle strengths," in *Proceedings of the Human Factors Society*, 1978.

[14] A. Mital and M. M. Ayoub, "Modeling of isometric strength and lifting capacity," in *Proceedings of the Human Factors Society*, 1980, pp. 285–290.

[15] A. Mital and I. Manivasagan, "Development of non-linear polynomials in identifying human isometric strength behavior," *International Journal of Computer and Industrial Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 1–9, 1984.