



การสร้างข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบเพื่อพัฒนาชุดจำลองความชรา

CREATION OF FRICTION JOINT PROTOTYPE TO DEVELOP A MODEL OF AGING

ธีพิสิฐ คชภักดี¹ และไพโรจน์ ลดาวิชิตกุล²

^{1,2}ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้สร้างข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบเพื่อพัฒนาชุดจำลองความชรา โดยออกแบบจากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงร่างกายผู้สูงอายุ ในส่วนกล้ามเนื้อที่ลดลงตามอายุและใช้หลักการของแรงเสียดทาน มีผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มอายุ 30-34 ปี 4 คน และวัยชราอายุ 59-64 ปี 5 คน ทดลองการทดสอบ Ergometer เปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคงที่กับสูงสุด ระหว่างผู้เข้าร่วมทดลองวัยชรากับผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มที่ไม่สวมและสวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ จากผลการทดลองพบว่าการทดสอบ Ergometer ของผู้เข้าร่วมทดลองวัยชรา อัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคงที่กับสูงสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการทดสอบ Ergometer ของผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มไม่สวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบและการทดสอบ Ergometer ของผู้เข้าร่วมทดลองวัยชรา อัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคงที่กับสูงสุดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการทดสอบ Ergometer ของผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มสวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ การสวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบของวัยหนุ่มมีความใกล้เคียงกับผู้สูงอายุมากกว่าไม่สวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ เนื่องจากการสวมข้อต่อแรงเสียดทานเป็นการเพิ่มภาระให้กับร่างกาย ทำให้เหนื่อยง่ายขึ้น เคลื่อนไหวไม่คล่องตัว ร่างกายใช้พลังงานมากขึ้น กำลังสถิติของกล้ามเนื้อลดลงเหมือนกับผู้สูงอายุ สามารถจำลองความสูงอายุได้

คำสำคัญ: ข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ, Ergometer, อัตราการเต้นของหัวใจ

ABSTRACT

This research was creation of friction joint prototype to develop a model of aging. The design from elderly body change data in muscle decreases with age and uses the principle of friction. With trial participants adult aging 30-34 years, 4 peoples and elderly aging 59-64 years, 5 peoples. Ergometer test compares the ratio between steady heart rate with maximum heart rate. During participants elderly with participants adult not wear and wear friction joint prototype. The result, ergometer test of participants elderly have a ratio of steady heart rate with maximum heart rate is significantly different with ergometer test of

participants adult not wear friction joint prototype and ergometer test of participants elderly have a ratio of steady heart rate with maximum heart rate is no significantly different with ergometer test of participants adult wear friction joint prototype. The wearing of friction joint prototype in adult similar to the elderly more than not wearing. Because wearing friction joint prototype increases a burden on the body. Make more tired, Uncomfortable movement, the body uses more energy, Static muscle strength decreases with age. Can simulate the elderly.

KEYWORDS: Friction Joint Prototype, Ergometer, Heart Rate

1. บทนำ

ประเด็นที่มีความสำคัญในปัจจุบันที่โลกต้องเผชิญ คือ การเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ จากข้อมูลประชากรของโลกในปี 2561 ประชากรทั่วโลกมีจำนวน 7,600 ล้านคน เป็นผู้สูงอายุมากถึง 930 ล้านคน

จากข้อมูลประชากรของประเทศไทยปีพ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีจำนวน 66.2 ล้านคน เป็นผู้สูงอายุ 11.7 ล้านคน มากถึงร้อยละ 17.7 ซึ่งนับได้ว่าประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุแล้ว โดยผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีความแตกต่างจากวัยอื่นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในทุกส่วนของร่างกาย เมื่ออายุมากขึ้นจำนวนและเส้นใยของกล้ามเนื้อลดลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะลดลงเรื่อย ๆ จนเหลือร้อยละ 80 ที่อายุ 60 ปี สำหรับเพศชายและเหลือร้อยละ 50 ที่อายุ 60 ปี สำหรับเพศหญิง มวลกระดูกลดลง แคลเซียมสลายออกจากกระดูกมากขึ้น การเคลื่อนไหวของข้อไม่สะดวก หลอดเลือดแดงแข็งตัว มีความเสื่อมและยืดหยุ่นน้อยลง เกิดความดันโลหิตสูง หัวใจทำงานหนัก [1]

จากจำนวนและสัดส่วนของผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้น รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายของผู้สูงอายุ ก่อให้เกิดความห่วงใย โดยเฉพาะเรื่องของการดูแลผู้สูงอายุ ทักษะการดูแลผู้สูงอายุของคนรุ่นลูกหลานหรือผู้ดูแลผู้สูงอายุเปลี่ยนไป มองผู้สูงอายุเป็นภาระของลูกหลานหรือเป็นภาระของสังคม ทักษะเหล่านี้ย่อมส่งผลต่อการดูแลผู้สูงอายุในอนาคต

ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ต้องอาศัยทักษะในการเคลื่อนไหวของร่างกายเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การเดิน การนั่ง นอน ทำงาน เมื่อพิจารณาถึงสาขารัฐบาลและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่ออกแบบมาในไทย ไม่ออกแบบให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุมากนัก และความสำคัญของการยศาสตร์ในไทยที่แตกต่างจากในประเทศที่พัฒนาแล้วที่ให้ความสำคัญกับการยศาสตร์เป็นอย่างมาก จึงมีการปรับปรุงทักษะเหล่านี้โดยการใช้ Aging suit หรือ ชุดจำลองความชรา เพื่อจำลองการใช้ชีวิตในสภาพของผู้สูงอายุ ทำให้ผู้ทดลองรู้สึกถึงความเป็นผู้สูงอายุผ่านประสบการณ์ตรง เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจและเห็นอกเห็นใจในการใช้ชีวิตร่วมกับผู้สูงอายุในสังคม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. จำลองในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ นักออกแบบหรือวิศวกร ออกแบบโดยคำนึงถึงการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ
 - ออกแบบที่อยู่อาศัยให้สอดคล้องการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อของผู้สูงอายุ เช่น ทางเดินที่ลาดเอียง บันได
 - ออกแบบรถให้มีความเหมาะสมกับผู้สูงอายุ คนขับที่มีอายุมากมีความแข็งแรงน้อยกว่าคนขับที่อายุน้อยกว่า ความต้องการใช้พวงมาลัยพาวเวอร์ หรือเบรกกำลังมากขึ้น
2. การปรับปรุงการออกแบบอาคารสถานที่หรือสิ่งอำนวยความสะดวกที่ผู้สูงอายุไม่สามารถทดสอบได้ เช่น ทางหนีไฟ เนื่องจากเหตุผลด้านความปลอดภัย ต้องใช้นักออกแบบหรือวิศวกรใส่ชุดเพื่อทำการออกแบบ
3. ชุดการเรียนรู้สำหรับเด็กและคนทุกวัย เป็นการจำลองความชราผ่านประสบการณ์ตรง เรียนรู้ที่จะใช้ชีวิตร่วมกับผู้สูงอายุในสังคมผู้สูงอายุในอนาคต

จากการออกแบบของชุดจำลองความชราที่ผ่านมาทั้งในไทยและต่างประเทศ สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1.แบบ Movement Resistance เป็นชุดจำลองความชราที่ด้านการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ลดองศาในการขยับของข้อต่อแขน ขา ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลดลง รวมไปถึงการเพิ่มน้ำหนักในส่วนหลังและลำตัว เพิ่มภาระให้กับร่างกาย ทำให้ความเร็วในการเคลื่อนไหวของร่างกายช้าลง

2.แบบ Force Resistance เป็นชุดจำลองความชราที่ด้านการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย สร้างแรงเสียดทานที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ ร่างกายเกิดความเหนื่อยและความล้าที่มากขึ้น เพิ่มภาระให้กับร่างกาย ทำให้ความเร็วในการเคลื่อนไหวของร่างกายช้าลง

จากการออกแบบชุดจำลองความชราที่ผ่านมา ชุดแบบ Movement Resistance สามารถจำลองความชราได้ แต่ไม่สามารถออกแบบให้ใช้ได้กับทุกช่วงอายุ เพราะชุดไม่เหมาะสมกับกำลังกล้ามเนื้อของแต่ละคน ต่างจากชุดแบบ Force Resistance สามารถปรับแรงให้เหมาะสมกับกำลังกล้ามเนื้อของแต่ละคนที่ทดลองใส่ จำลองในส่วนความเหนื่อยล้า โดยตั้งบนสมมติฐาน การปรับแรงเสียดทานของชุดที่มากขึ้น ทำให้ร่างกายเหนื่อยมากขึ้น เหมือนเป็นผู้สูงอายุ เนื่องจากไม่มีข้อมูลของการสร้างชุดจำลองความชราแบบ Force Resistance ในไทย และข้อจำกัดทางด้านเวลา ค่าใช้จ่าย จึงเลือกทำแบบ Force Resistance เพื่อศึกษาความเป็นไปได้และหารายละเอียดในการสร้างข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ โดยสร้างข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบที่เข้า 1 คู่

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

สร้างข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ เพื่อพัฒนาสร้างชุดจำลองความชรา

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การสร้างข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ เป็นข้อต่อแบบ Force Resistance ต้องการสร้างแรงเสียดทานทำให้กำลังสถิตกล้ามเนื้อของผู้ทดสอบลดลง มีความเหนื่อยล้ามากขึ้น ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจของผู้เข้าร่วมทดลองเพิ่มมากขึ้น

3.1 กำลังสถิตของกล้ามเนื้อ

กำลังสถิตของกล้ามเนื้อ (Static muscle strength) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการสร้างแรงหรือกำลังบิด (Torque) สูงสุด ในช่วงเวลาสั้นๆ ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังสถิตของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ กับอายุ พบว่าในช่วงอายุ 17-35 ปี กำลังสถิตของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ จะเพิ่มขึ้น และจะเริ่มลดลงในช่วงอายุ 35 ปีขึ้นไป และลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่ออายุ 50 ปีขึ้นไป [2],[3],[4]

3.2 อัตราการเต้นของหัวใจ

ชีพจร (Pulse หรือ Pulse rate หรือ Heart rate หรือ Heart beat) คือ การนับอัตราการเต้นของหัวใจโดยนับผ่านการเต้นของหลอดเลือดแดงในระยะเวลา 1 นาทีชีพจรปกติของผู้ใหญ่ปกติขณะพัก คือ ประมาณ 60-100 ครั้งต่อนาที โดยอัตราการเต้นของหัวใจปกติในเพศชายอยู่ที่ 70 ครั้งต่อนาที และเพศหญิงจะสูงกว่าเล็กน้อยอยู่ที่ 75 ครั้งต่อนาที [5]

เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจมีแนวโน้มที่ลดลง อายุ 10 ปี อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดอยู่ที่มากกว่า 200 ครั้งต่อนาที ในขณะที่เมื่ออายุ 60 ปี อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดอยู่ที่ 160-170 ครั้งต่อนาที สามารถแบ่งออกได้ตามช่วงเวลาที่วัดได้ดังนี้

1. Resting heart rate คือ อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก โดยอัตราการเต้นขณะพักของผู้ชายควรอยู่ประมาณ 60-80 ครั้งต่อนาที ขณะที่ผู้หญิงอยู่ที่ 70-90 ครั้งต่อนาที

2. Steady heart rate คือ อัตราการเต้นหัวใจคงที่ ในแต่ละระดับภาระงาน มีค่าไม่แตกต่างกันภายในระดับภาระงานนั้น จึงนำเอาค่าอัตราการเต้นของหัวใจของระดับภาระงานเดียวกันมาเฉลี่ยเป็น 1 ค่า [6]

3. Maximum heart rate คือ อัตราการเต้นหัวใจสูงสุดที่ร่างกายของรับได้

อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด = $220 - \text{อายุ}$ [5] (1)

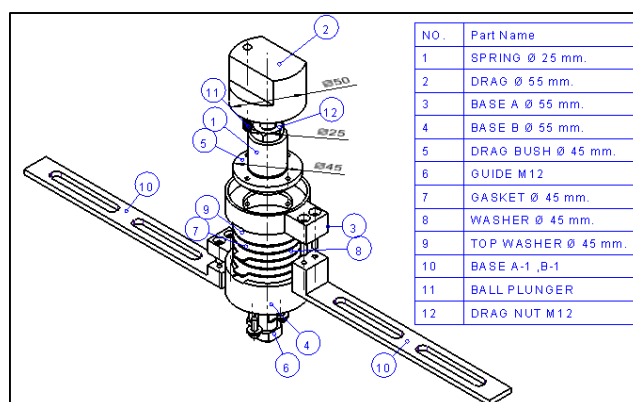
วิธีการประเมินอัตราการเต้นหัวใจดำเนินงานแบบต่อเนื่อง (Continuous or Progressive Procedure) โดยเพิ่มระดับความหนักของงานแบบต่อเนื่องตลอดระยะเวลา ลดระยะเวลาพักในการทดสอบ [6]

4. ขั้นตอนการดำเนินงาน

4.1 การออกแบบและสร้างข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

การออกแบบและสร้างข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ ใช้ค่ากำลังสถิตกล้ามเนื้อแขนของเพศชาย [2],[3],[4],[6] เนื่องจากข้อมูลกำลังสถิตของกล้ามเนื้อขาของผู้สูงอายุนั้นไม่มีในฐานข้อมูลของไทยและการทดสอบหาค่ากำลังสถิตกล้ามเนื้อขาในวัยผู้สูงอายุ มีความกังวลในเรื่องสุขภาพและความปลอดภัยของผู้สูงอายุ รวมไปถึงวิธีการประเมินอัตราการเต้นหัวใจในช่วงล่าง สามารถควบคุมภาระงานได้คงที่กว่าการประเมินในอวัยวะส่วนอื่น จึงอนุมานโดยใช้ค่ากำลังสถิตกล้ามเนื้อแขนในการออกแบบและสร้างข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ ยาว 425 mm. กว้าง 55 mm. สูง 62 mm. หนัก 0.4 Kg. ความยาวของข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ (Base A-1 และ Base B-1) อ้างอิงจากสัดส่วนของร่างกายเพศชายของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [7]

การติดตั้งข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบเข้ากับร่างกาย ติดตั้งบริเวณส่วนบนของหัวเข่าและส่วนล่างของหัวเข่า โดยอ้างอิงขนาดอุปกรณ์ยึดจากสัดส่วนเพศชายของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเช่นเดียวกัน [7]



รูปที่ 1 ข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

ชิ้นส่วน	วัสดุ	หน้าที่
1.Spring	Steel (SKD61)	สร้างแรงกดให้เกิดแรงเสียดทาน ในข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ ค่า $k = 153 \text{ N/mm}$. หาจากกำลังสถิติของกล้ามเนื้อแขนเพศชายในช่วงอายุ 30-34 ปี และอายุ 60 ปี
2.Drag	Aluminium	ด้านในมี Nut และ Ball Plunger ประกอบอยู่ทำหน้าที่ในการหมุนปรับแรงเสียดทาน
3.Base A	Aluminium	เป็นฐานประกอบให้กับ Drag, Drag Bush, Key Washer, Top Washer และ Gasket หมุนข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบตามการเคลื่อนที่ของขา
4.Base B	Aluminium	ประกอบเข้ากับ Guide และเป็นฐานประกอบให้ Key Washer และ หมุนข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบตามการเคลื่อนที่ของขาเช่นเดียวกับ Base A
5.Drag Bush	Aluminium	ล็อกตัว Ball Plunger เพื่อหมุนปรับแรงเสียดทาน
6.Guide M12	Steel (SCM45)	กำหนดระยะทางในการปรับแรงเสียดทานที่หมุนตาม Drag และล็อก Key Washer และ Top Washer ไม่ให้หมุนตาม Gasket
7.Gasket	Asbestos	สร้างแรงเสียดทานในข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ
8.Key Washer	Steel (S45C)	ล็อก Gasket ไม่ให้หมุนตาม Guide M12
9.Top Washer	Steel (S45C)	ล็อก Drag Bush ไม่ให้หมุนตาม Drag ที่คอยหมุนปรับแรงเสียดทาน
10.BaseA-1,B-1	Aluminium	ประกอบเข้ากับ Base A และ Base B ยึดข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบเข้ากับขา



รูปที่ 2 การติดตั้งข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบบนขาของผู้เข้าร่วมทดลอง

หลังการสร้างข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ ทดสอบข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบสามารถทำให้เกิดความใกล้เคียงกับการเป็น
ผู้สูงอายุเมื่อสวมใส่ได้หรือไม่ พิจารณาจากความเหนื่อยล้าโดยวัดอัตราการเต้นของหัวใจ จากการทดสอบ Ergometer เนื่องจาก
สามารถควบคุมภาระงานได้ดีกว่าการทดสอบแบบอื่นและทดสอบเฉพาะช่วงล่าง อังอิงอัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของ

หัวใจคนที่กับสูงสุดของผู้เข้าร่วมทดลองวิจัยเป็นค่าสำหรับเปรียบเทียบกับอัตราส่วนของอัตราการเต้นของหัวใจคนที่กับสูงสุดของผู้เข้าร่วมทดลองวิจัยที่ไม่สวมและสวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

4.2 การประเมินผลการทดสอบข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

4.2.1 ผู้เข้าร่วมการทดลอง

1. อาสาสมัครเพศชาย (วัยชรา) อายุระหว่าง 59-64 ปี จำนวน 5 คน และอาสาสมัครเพศชาย (วัยหนุ่ม) อายุระหว่าง 30-34 ปี จำนวน 4 คน สภาพร่างกายปกติ แข็งแรง สุขภาพดี ไม่เคยพบประวัติการเป็นโรคเกี่ยวกับหัวใจและไม่เคยพบประวัติการบาดเจ็บขาหรือเข่า ในการทดลองใส่กางเกงขายาว เพื่อป้องกันการเสียดสีจากข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

4.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ



รูปที่ 3 ข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

2. ระบบอัตราการเต้นของหัวใจ ประกอบด้วย

- เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบรัดหน้าอก Runtastic รุ่น Combo
- แอปพลิเคชันบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ Sport Gear Tracker



รูปที่ 4 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบรัดหน้าอก Runtastic รุ่น Combo

3.Ergometer ACSM Neuberger



รูปที่ 5 Ergometer ACSM Neuberger

4.2.3 วิธีการทดลอง

ทดสอบ Ergometer โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ผู้เข้าร่วมทดลอง ดังนี้

1. ผู้เข้าร่วมทดลองวัยชรา ทดสอบ Ergometer ที่ 1 เจ็ดคน

- ทดสอบ Ergometer โดยไม่สวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

2. ผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่ม ทดสอบ Ergometer ที่ 2 เจ็ดคน

- ทดสอบ Ergometer โดยไม่สวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

- ทดสอบ Ergometer โดยสวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- สอบถามประวัติเบื้องต้น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง

- ติดเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบรัดหน้าอก Runtastic รุ่น Combo

- ผู้ทดสอบนั่งบน Ergometer ปรับอานนั่ง ที่จับ และขาปั่น Ergometer ให้เหมาะสมกับผู้เข้าร่วมทดลองนั้น ๆ โดยขาของผู้

ทดลองควรยึดได้เต็มที่เมื่อเท้าเหยียบขาปั่น Ergometer ลงถึงตำแหน่งต่ำสุด

- เริ่มบันทึกค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ตลอดการทดลองตั้งแต่ให้ผู้เข้าร่วมทดลองนั่งพัก 3 นาที ให้ได้อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ก่อนการทดสอบ

- เริ่มทดสอบ Ergometer ที่ภาระของงาน 25 วัตต์ ปั่นที่ความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาทีอย่างต่อเนื่อง

- ปรับระดับภาระของงานเพิ่มขึ้นเป็น 50 และ 75 วัตต์ ตามลำดับ โดยปรับระดับภาระของงานเพิ่มขึ้นทุก ๆ 3 นาที

- สังเกตค่าอัตราการเต้นของหัวใจของผู้เข้าร่วมทดลองตลอดการทดสอบ ไม่ควรเกินระดับที่ปลอดภัย โดยคำนวณจากอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ของผู้เข้าร่วมทดลองแต่ละคนจาก 220-อายุ (ปี)

- หลังจากที่ผู้เข้าร่วมทดลองทดสอบ Ergometer ที่ระดับภาระของงานสูงสุดแล้ว ให้นั่งพักจนหายเหนื่อยและสังเกตค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ให้ใกล้เคียงกับเมื่อก่อนเริ่มทดสอบ Ergometer ในขณะนั่งพัก

5. ผลการทดสอบข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

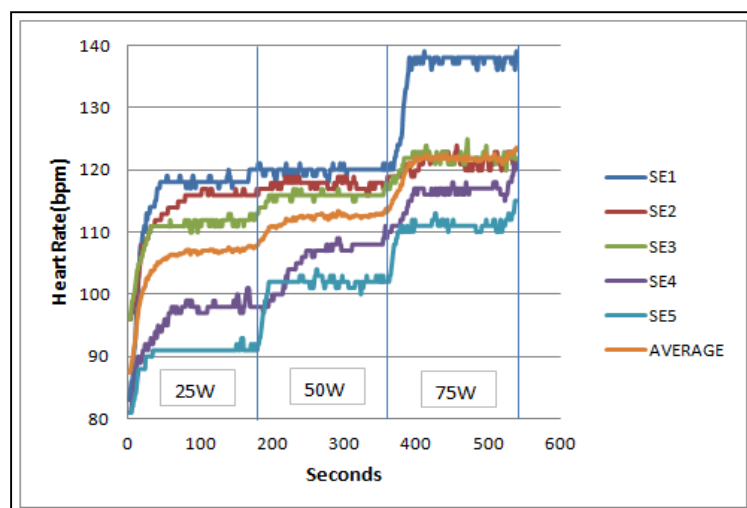
ทดสอบข้อต่อแรงเสียดทาน โดยใช้อัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคนที่กับสูงสุดของผู้เข้าร่วมทดลองวัยชราเป็นค่าอ้างอิงสำหรับเปรียบเทียบกับอัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคนที่กับสูงสุดของผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มที่ไม่สวมและสวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ ใช้แนวคิดจากอัตราการเต้นของหัวใจจากภาระงานที่เท่ากันในการทดสอบ Ergometer ของผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มและวัยชรา ความเหนื่อยล้าจะเท่ากันแต่อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของวัยชราจะน้อยกว่าวัยหนุ่ม โดยมีค่าลดลงตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น

- อัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคนที่กับสูงสุด (Ratio) คำนวณจาก

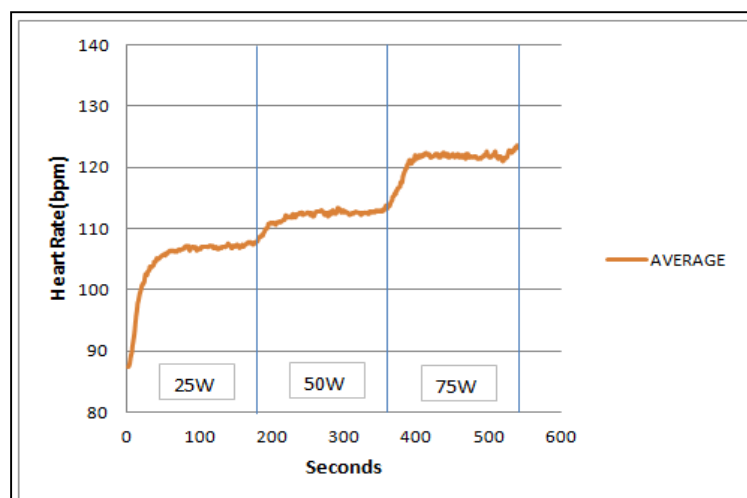
$$\frac{\text{อัตราการเต้นของหัวใจคนที่}}{\text{อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด}}$$

(2)

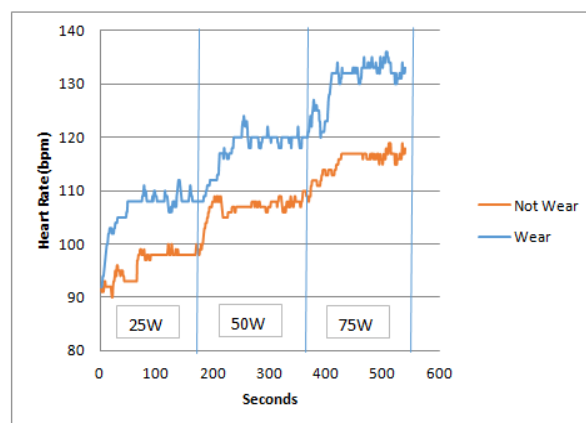
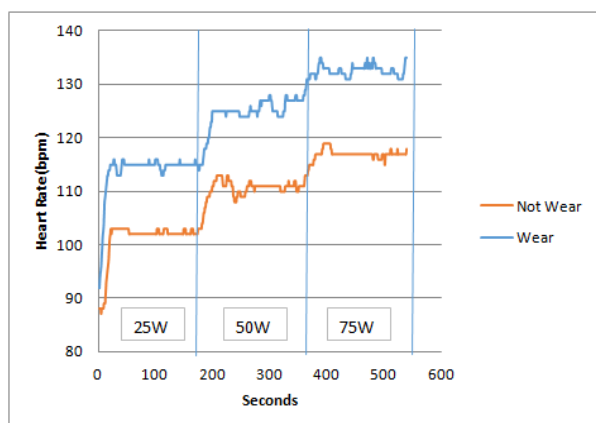
ผลการทดสอบแบ่งเป็นผู้เข้าร่วมทดลองวัยชราและวัยหนุ่ม ดังรูปด้านล่าง
จากกราฟความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและเวลาของผู้เข้าร่วมทดลองวัยชรา พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นในแต่ละระดับภาระงานที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและเวลาของผู้เข้าร่วมทดลองวัยชรา



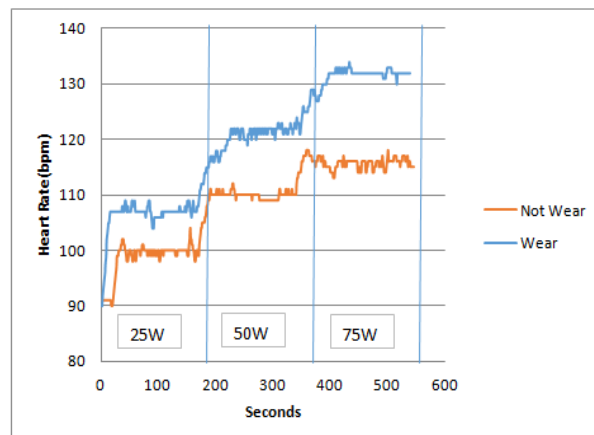
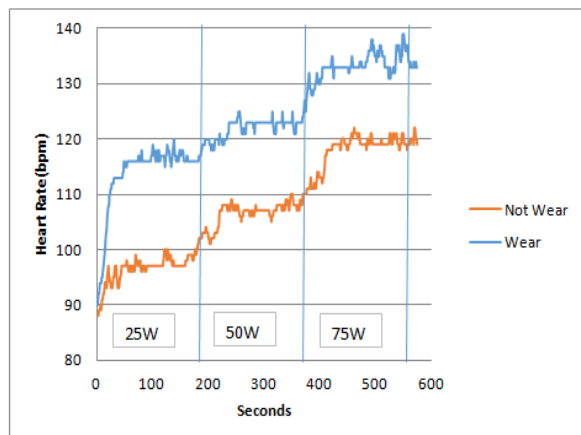
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยและเวลาของผู้เข้าร่วมทดลองวัยชรา



รูปที่ 8 และ รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและเวลาของผู้เข้าร่วมทดลอง คนที่ 1 อายุ 30 ปี (ชาย) และคนที่ 2 อายุ 32 ปี (ขวา) ไม่สวมและสวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

จากกราฟความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและเวลาของผู้เข้าร่วมการทดลองวัยหนุ่มไม่สวมและสวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบมีความแตกต่างกัน เนื่องจากการสวมใส่ข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ เกิดแรงเสียดทานทำให้การเคลื่อนไหวลำบากร่างกายเกิดความเหนื่อยล้าเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น

เมื่อได้อัตราการเต้นของหัวใจในทุกเงื่อนไขของการทดลองแล้ว คำนวณหาอัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคงที่กับสูงสุด เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ ในตารางที่ 2 และ 3



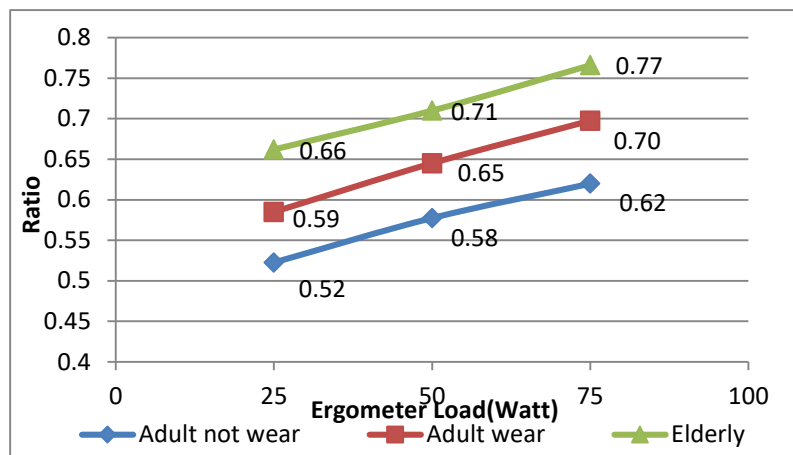
รูปที่ 10 และ รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและเวลาของผู้เข้าร่วมทดลอง คนที่ 3 อายุ 32 ปี (ชาย) และคนที่ 4 อายุ 32 ปี (ชาย) ไม่สวมและสวมข้อต่อแรงเสียดทานต้นแบบ

ตารางที่ 2 อัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคงที่กับสูงสุดของผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่ม

ลำดับ	อายุ(ปี)	ระดับภาระงาน					
		25 วัตต์		50 วัตต์		75 วัตต์	
		อัตราส่วน		อัตราส่วน		อัตราส่วน	
		ไม่สวมข้อต่อ	สวมข้อต่อ	ไม่สวมข้อต่อ	สวมข้อต่อ	ไม่สวมข้อต่อ	สวมข้อต่อ
S1	30	0.53	0.6	0.58	0.66	0.62	0.69
S2	32	0.51	0.57	0.57	0.63	0.61	0.69
S3	32	0.52	0.61	0.57	0.65	0.63	0.71
S4	32	0.53	0.56	0.59	0.64	0.62	0.7

ตารางที่ 3 อัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคงที่กับสูงสุดของผู้เข้าร่วมทดลองวัยชรา

ลำดับ	อายุ(ปี)	ระดับภาระงาน		
		25วัตต์	50วัตต์	75วัตต์
		อัตราส่วน	อัตราส่วน	อัตราส่วน
S1	60	0.72	0.75	0.85
S2	64	0.72	0.76	0.78
S3	64	0.71	0.74	0.78
S4	60	0.6	0.66	0.73
S5	60	0.56	0.64	0.69



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคงที่และสูงสุดเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมทดลองทั้งหมด ที่ภาระของงาน 25, 50 และ 75 วัตต์

จากกราฟความสัมพันธ์ของอัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคงที่และสูงสุดของผู้เข้าร่วมทดลองทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มสาวมีสมรรถนะการออกกำลังกายที่ใกล้เคียงกับผู้สูงอายุมากกว่าผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มสาวที่ไม่สวมชุดออกกำลังกาย

ผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มสาว ทดสอบ Ergometer ระดับภาระของงานที่ 25, 50 และ 75 วัตต์ สมรรถนะการออกกำลังกายเปรียบเทียบกับผู้เข้าร่วมทดลองวัยชรา พบว่าอัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคงที่กับสูงสุด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ที่ P Value = 0.080, 0.052 และ 0.071 ตามลำดับ และผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มสาวที่ไม่สวมชุดออกกำลังกายเปรียบเทียบกับผู้เข้าร่วมทดลองวัยชรา พบว่าอัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคงที่กับสูงสุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ที่ P Value = 0.015, 0.006 และ 0.006 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าหลังจากสวมชุดออกกำลังกายผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มสาวมีความใกล้เคียงกับผู้สูงอายุมากกว่าไม่สวมชุดออกกำลังกาย

6. สรุปการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่าผู้เข้าร่วมทดลองวัยหนุ่มสาวมีสมรรถนะการออกกำลังกายที่ใกล้เคียงกับผู้สูงอายุ ทดสอบ Ergometer อัตราส่วนระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจคงที่กับสูงสุดเพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างกับการทดสอบ Ergometer ของผู้เข้าร่วมทดลองวัยชรา ให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับผู้สูงอายุที่ภาระงานเท่ากัน ให้ความรู้สึกเหนื่อยง่าย การเคลื่อนไหวที่ไม่คล่องตัวเหมือนผู้สูงอายุ สามารถจำลองความชราด้วยชุดออกกำลังกายได้ สำหรับงานวิจัยในอนาคต ทำการศึกษาการจำลองความชราเพิ่มเติมในส่วนอวัยวะส่วนอื่น ๆ ของร่างกายมนุษย์ รวมไปถึงเพิ่มจำนวนช่วงอายุของผู้เข้าร่วมทดลองให้มากขึ้น เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำมากขึ้น เพื่อนำไปพัฒนาชุดจำลองความชราได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] A. Phulsawat. *The change of the elderly*, 2560. Available from <http://www.gj.mahidol.ac.th/th-old/wp-content/uploads/conference/2560/change.pdf> [Accessed 24 May 2561].
- [2] P. Jongkol. *Research need of hand support to assist raising and sitting among the elderly in research project basic requirements of elderly for sustainable living*. Research project, Suranaree University of technology, 2556.
- [3] N. Mekcharoen. *Analysis of anthropometric data and low back compressive force of 13-18 year-old population*. Master of engineering in industrial engineering thesis, Department of industrial engineering, Faculty of engineering, Chulalongkorn University, 2554.
- [4] P. Khokhajaikiat. *Anthropometry and physical work capacity of agricultural male workers in KHON KEAN province*. Master of engineering in industrial engineering thesis, Department of industrial engineering, Faculty of engineering, Chulalongkorn University, 2531.
- [5] P. Ladavichitkul. *Biomechanics handbook*. Chulalongkorn University, 2560.
- [6] K. Intaranont. *Ergonomics*, 3rd ed. Bangkok : Chulalongkorn Publishing, 2559.
- [7] Thai industrial standards institute. *Size of THAILAND part-2 Men (draft)*, 2561. Available from <http://www.nectec.or.th/standard/wp-content/uploads/2017/10/NT4001.2-CDV-6010.pdf.2560> [Accessed 30 June 2561].