

การพัฒนาเครื่องประเมินการฝึกยิมนาสติก: ท่ากางแขนบนอุปกรณ์ห่วงนึ่ง

The Development of an Assessment Device for Gymnastic Training: An Iron Cross Position on The Rings

ชุมพล วงศ์คำจันทร์¹ อภิชาติ โชติชื่น² และกนกวรรณ บัณฑุชัย^{3*}

^{1*} คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตเชียงใหม่ อีเมล: wutgym@hotmail.com

² คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตเชียงใหม่ อีเมล: apichart.cm@gmail.com

^{3*} ผู้ประพันธ์บรรณกิจ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตเชียงใหม่
อีเมล: ganokwun.bun@gmail.com

Chumpon Wongkhamchan¹, Apichart Chotchuen² and Ganokwun Buntuchai^{3*}

^{1*} Faculty of Education, Thailand National Sports University, Chiang Mai Campus, Email: wutgym@hotmail.com

² Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University, Chiang Mai Campus,
Email: apichart.cm@gmail.com

^{3*} Corresponding Author, Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University, Chiang Mai
Campus, Email: ganokwun.bun@gmail.com

Received: November 17, 2023 / Revised: March 01, 2024 / Accepted: June 03, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมประเมินความก้าวหน้าการฝึกยิมนาสติกในท่ากางแขนบนอุปกรณ์ห่วงนึ่ง ใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนา เครื่องต้นแบบสร้างขึ้นตามทฤษฎีแรง โดยวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนทั้งสองข้างขณะออกแรงดึงห่วงลง อุปกรณ์ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดแรงติดตั้งกับห่วงและกล่องควบคุม มีความละเอียดในการวัดที่ 0.01 กิโลกรัม ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม ± 0.001 และค่าความถูกต้องที่ร้อยละ 99.58 จากนั้นทดสอบการใช้งานในนักศึกษาชายที่มีพื้นฐานยิมนาสติก จำนวน 10 คน โดยเลือกจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ผู้เข้าร่วมรับการทดสอบ 10 ครั้ง ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล และทดสอบความแตกต่างของแรงข้างซ้ายและขวาด้วยสถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการศึกษาพบว่าอุปกรณ์สามารถตรวจจับความแปรผันของแรงแขนตามระดับความแข็งแรงของแต่ละบุคคล ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายอยู่ในช่วงร้อยละ 3.38 – 47.09 ค่าเฉลี่ยที่ร้อยละ 16.36 ± 9.32 ซึ่งมีความแปรปรวนในระดับปานกลาง เมื่อทดสอบความต่างของสัมประสิทธิ์การกระจายทั้งข้างซ้ายและขวาไม่แตกต่างกัน โดยสรุปอุปกรณ์นี้วัดแรงของแขนทั้งสองข้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เหมาะสมกับการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสมดุลแรงแขน และประเมินความก้าวหน้าในการฝึกยิมนาสติกท่ากางแขนบนอุปกรณ์ห่วงนึ่งได้ ในการพัฒนาอุปกรณ์นี้สามารถปรับปรุงการแสดงผลเพื่อประมวลผลความสมดุลและการออกแรงตามน้ำหนักผู้ใช้ นอกจากนี้การใช้ระบบไร้สาย และแสดงข้อมูลออนไลน์พร้อมการดูย้อนหลังจะช่วยเพิ่มความทนทานและความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน

คำสำคัญ: การฝึกยิมนาสติก ท่ากางแขน, อุปกรณ์ประเมิน, ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ, เซ็นเซอร์วัดแรงดึง

ABSTRACT

This research aimed to develop an innovative assessment device for evaluating gymnastic training in the challenging Iron Cross position on rings. Following a research and development project design, the prototype was created based on force theory, measuring muscle strength in both arms during the rings' downward pull. The device, consisting of a tension sensor on the rings and a controller box, exhibited a resolution of 0.01 kilograms, with a random error of ± 0.001 and an accuracy rate of 99.58 percent. Subsequently, testing involved 10 male students with a gymnastics background, selected through simple sampling. Participants underwent arm force assessments 10 times. Descriptive statistics were utilized for data analysis, and differences in left and right forces were examined using the Wilcoxon Signed Ranks Test at a significance level of .05.

Results indicated the device's ability to detect variations in arm force according to individual strength levels, without statistical difference. The coefficient of variation (C.V.) ranged from 3.38 to 47.09 percent, averaging 16.36 ± 9.32 percent, indicating a moderate level of variation. When assessing C.V. differences, both left and right sides showed no significant distinctions. In conclusion, the device effectively measures both arms' force, rendering it suitable for assessing muscle strength, balancing arm forces, and evaluating progression in practicing the gymnastics Iron Cross position on rings equipment. For further development, the device's display could be enhanced to analyze balance and exertion relative to user weight. Additionally, incorporating wireless systems and enabling online data display with retrospective viewing would improve both the device's robustness and user convenience.

Keyword: Gymnastics training, Iron Cross Position, Assessment device, Muscle strength, Tension sensor

บทนำ

ยิมนาสติกเป็นกีฬาชนิดหนึ่งที่แสดงออกถึงสมรรถภาพทางกายทุกด้าน คือ ความแข็งแรง ความคล่องตัว ความอ่อนตัว ความเร็ว พลัง และอดทน รวมถึงการทำงานประสานกันระหว่างประสาทและกล้ามเนื้อ ตลอดจนท่าทางการเคลื่อนไหวที่สวยงามซึ่งเป็นการแสดงออกทางศิลปะ นักกีหายิมนาสติกต้องผ่านการฝึกฝนให้สามารถบังคับกล้ามเนื้อต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ถูกจังหวะเป็นไปตามลักษณะของท่า เพื่อให้เกิดความสำเร็จและลดการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้น ท่ากางแขน (Iron cross) บนห่วงยิมนาสติก เป็นทักษะพื้นฐานของนักกีหายิมนาสติกศิลป์ชาย โดยลักษณะของท่าคือการควบคุม

หัวไหล่กางออก (Shoulder abduction) ข้อศอกเหยียดตรง (Elbow extension) ให้ได้มุม 90 องศา จากลำตัว เกร็งลำตัวตรง คงอยู่บนห่วงให้ได้อย่างน้อย 2 วินาที (Fédération Internationale de Gymnastique, 2020) ทำนี้เป็นท่าทางที่ต้องใช้ความแข็งแรงของร่างกายส่วนบนอย่างมาก ซึ่งแสดงให้เห็นความสามารถทางกายภาพและความชำนาญในทักษะของนักกีฬา

การทรงตัว หรือการเคลื่อนไหวขณะอยู่บนห่วงด้วยท่าทางเช่นนี้ จึงเป็นทักษะที่ต้องอาศัยระยะเวลาในการฝึกฝน ผู้ฝึกสอนจะเน้นพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน หัวไหล่ และหน้าอก (Bernasconi et al., 2004) เพื่อให้มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะทำได้ โดยไม่เกิดการบาดเจ็บ ความสมดุลของการออกแรงแขนทั้งสองข้างอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ นักกีฬาสามารถทำท่านี้ได้ ปัญหาสำคัญประการหนึ่งของผู้ฝึกสอนกีฬายิมนาสติก และนักกีฬาคือ การประเมินความก้าวหน้า และศักยภาพของนักกีฬาในระหว่างฝึก (Sand et al., 2006) ซึ่งการประเมินอย่างเฉพาะเจาะจง สามารถใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์การกีฬาประเมินตามวัตถุประสงค์การฝึก เช่น การตรวจคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography: EMG) การใช้แผ่นรองรับแรง (Force plate) (Dordevic et al., 2023) การวัดด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion sensor) และการวัดแรงทั้งหมดที่ใช้ในการทำท่าทางเช่นโดยใช้เครื่องวัดแรงดึงเครียดที่กระทำต่อสายเคเบิล (Carrara, 2015) เป็นต้น บางสถานที่ฝึกไม่สามารถเข้าถึงอุปกรณ์เหล่านี้ได้ ผู้ฝึกสอนจะเป็นผู้ประเมินความก้าวหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้ฝึกสอนเอง ไม่มีการใช้อุปกรณ์เฉพาะเจาะจงที่แสดงค่าเชิงตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้เห็นภาพชัดเจน การประเมินแบบนี้เป็นอุปสรรคต่อนักกีฬาในการทำความเข้าใจถึงระดับสมรรถนะของตนเองในปัจจุบัน และระยะห่างของการพัฒนาให้ถึงจุดเป้าหมาย ในปี ค.ศ. 2007 Dunlavy et al. (2007) ได้พัฒนาอุปกรณ์ประเมินศักยภาพความแข็งแรงกล้ามเนื้อของนักกีฬายิมนาสติกชาย โดยใช้แผ่นวัดแรงกดติดตั้งบนแท่น ใช้ประเมินความแตกต่างของแรงกล้ามเนื้อแขนทั้ง 2 ข้าง เพื่อวิเคราะห์ว่าสมรรถภาพของนักกีฬาในปัจจุบันมีความเหมาะสมในการทำท่าทางเช่น บนอุปกรณ์ห่วงหนึ่งหรือไม่ พบว่าอุปกรณ์นี้สามารถใช้จำแนกนักกีฬาที่มีสมรรถนะเหมาะสมกับการทำท่าทางได้ แต่ลักษณะของอุปกรณ์ เป็นเพียงการจำลองสถานการณ์ขึ้น วางจุดรับแรงไว้บนแท่น และให้นักกีฬาทำท่าทางเช่น โดยที่นักกีฬาไม่ได้ทำท่าทางเช่นบนห่วงยิมนาสติกจริง ๆ

จากการทบทวนวรรณกรรมคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องประเมินความก้าวหน้าในการฝึกยิมนาสติกท่าทางเช่นบนอุปกรณ์ห่วงหนึ่ง เพื่อประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และวิเคราะห์ความสมดุลการออกแรงของแขนทั้ง 2 ข้าง โดยใช้ระบบวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์วิเคราะห์การทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ วิเคราะห์การใช้แรงถ่ายเทน้ำหนักของแขนทั้ง 2 ผ่านด้วยเซ็นเซอร์ชนิดที่มีความเร็วและแม่นยำสูง แสดงออกเป็นตัวเลขหรือระดับสถานะในหน้าจอแสดงผลเพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขให้ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาเห็นถึงระดับสมรรถนะในปัจจุบัน และสามารถนำไปใช้ประกอบการฝึกซ้อมเพื่อให้เห็นความก้าวหน้าการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาสู่ความเป็นเลิศ โดยการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับการฝึกซ้อม ให้เกิดเป็นมาตรฐานในการฝึกฝนนักกีฬายิมนาสติกมืออาชีพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

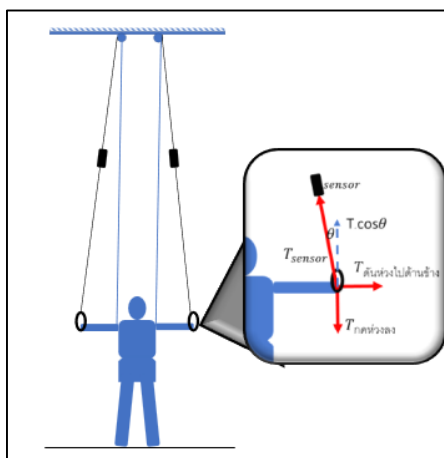
- 1) เพื่อพัฒนาเครื่องประเมินความก้าวหน้าการฝึกยิมนาสติก โดยการประเมินการออกแรงของแขนทั้งสองข้างในขณะที่ทำท่าทางแขนบนอุปกรณ์ห้อยในนักศึกษาศาสนาที่มีทักษะพื้นฐานกีฬายิมนาสติก
- 2) เพื่อประเมินผลการใช้งานเครื่องประเมินความก้าวหน้าการฝึกยิมนาสติกเบื้องต้นในนักศึกษาศาสนาที่มีทักษะพื้นฐานกีฬายิมนาสติก

ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตการวิจัยโดยประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา เป็นนักศึกษาศาสนาที่มีทักษะพื้นฐานกีฬายิมนาสติก ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรต้น คือ การใช้เครื่องวัดการออกแรงของกล้ามเนื้อแขนสำหรับท่าทางแขนบนอุปกรณ์ห้อย และตัวแปรตาม คือ แรงกล้ามเนื้อแขนทั้ง 2 ข้าง หน่วยเป็นกิโลกรัม ระยะเวลาในการวิจัย ดำเนินการระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2564 ถึง 30 พฤศจิกายน 2565

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนานวัตกรรม เพื่อประเมินความก้าวหน้าในการฝึกท่าทางแขนบนอุปกรณ์ห้อย โดยธรรมชาติในการออกแรงของนักกีฬาที่สามารถท่าทางแขนได้ดี ความสมดุลของแรงทั้งสองข้างไม่ควรต่างกันเกิน ร้อยละ 9.9 ± 6.4 (Carrara, 2015) และตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Halliday et al., 2013) เมื่อวัตถุหยุดนิ่งตามหลักสมดุลของแรง แรงดึงเชือกจะมีค่าเท่ากับขนาดของแรงที่ใช้ดึง เมื่อนักกีฬาออกแรงกดห้อยลงในทิศทางตั้ง แรงที่กระทำต่อสายเคเบิลทั้งหมดจะแตกออกเป็น 2 ทิศทาง คือ แรงที่กดห้อยลง ($T_{กดห้อยลง}$) และแรงดันห้อยไปด้านข้าง ($T_{ดันห้อยไปด้านข้าง}$) ในการออกแบบเครื่องมือวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนในท่าทางแขนนี้ ผู้วิจัยต้องการทราบแรงทั้งหมดที่กระทำต่อเคเบิล จึงเลือกใช้เซ็นเซอร์ชนิดวัดแรงดึง (Tension sensor) ติดตั้งกับสายเคเบิล เพื่อให้สามารถวัดแรงทั้งหมดที่กระทำต่อสายเคเบิล (T_{sensor}) ได้ โดยมุมมองของเคเบิลไม่มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณแรงที่วัดได้ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การแตกแรงที่กระทำต่อห้อยตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
ที่มา: จัดทำเมื่อ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2565

หลังจากพัฒนาต้นแบบนวัตกรรม และมีการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อปรับปรุงคุณภาพในการวัด และการแสดงผลแล้ว จึงนำไปทดสอบการใช้งานในผู้ที่มีพื้นฐานกีฬายิมนาสติกเพื่อประเมินว่าเครื่องสามารถตรวจจับการออกแรงทั้งสองข้างได้พร้อมกันหรือไม่ในการใช้งานจริง และประเมินรูปแบบการทำงานของเครื่องว่าเพียงพอที่จะใช้ประเมินความก้าวหน้าในการฝึกหรือไม่

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้เป็นการสร้างเครื่องประเมินการออกแรงกล้ามเนื้อแขนท่าทางแขนกับอุปกรณ์ห่วงนึ่ง ซึ่งเป็นท่าการแข่งขันยิมนาสติกชาย กลุ่มตัวอย่างจึงต้องมีทักษะพื้นฐานกีฬายิมนาสติก เพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือ และออกแรงได้อย่างถูกต้อง และเพื่อป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อขณะใช้งานเครื่อง จึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตเชียงใหม่ เกณฑ์การคัดเลือก คือ 1) เพศชาย 2) ที่มีทักษะพื้นฐานกีฬายิมนาสติก และ 3) ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย เกณฑ์การคัดออกคือ มีอาการบาดเจ็บทางกล้ามเนื้อ หรือระบบประสาท ในระยะ 3 เดือนที่ผ่านมา คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power โดยกำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power) เท่ากับ .80 ค่าขนาดของอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .9 ค่าความคลาดเคลื่อน (α error) เท่ากับ .05 ได้กลุ่มตัวอย่าง 10 คน การศึกษาในครั้งนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ก่อนเก็บข้อมูลจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ รหัสโครงการวิจัย TNSU-EDU 038/2565 ใบรับรองเลขที่ EDU 081/2565 วันที่รับรอง 18 ตุลาคม 2565

เครื่องมือวิจัย

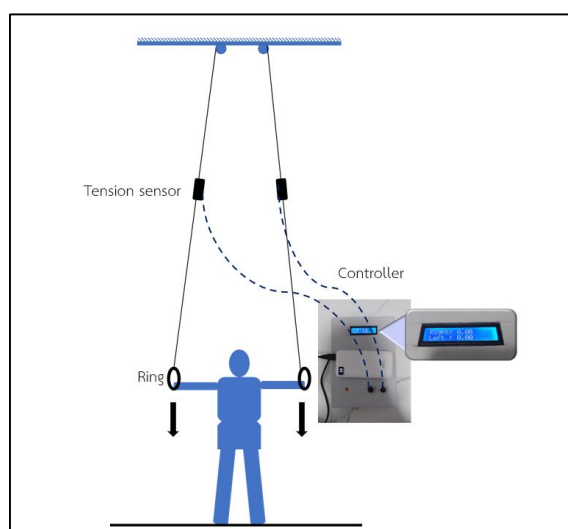
แบบบันทึกข้อมูลข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย ค่าร้อยละของไขมัน ค่าร้อยละกล้ามเนื้อ และความยาวของแขน คณะวิจัยใช้เครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย (Omron HBF-375) สำหรับชั่งน้ำหนัก ประเมินร้อยละไขมัน และร้อยละของกล้ามเนื้อ โดยให้ผู้ทดสอบสวมเสื้อฝ้าน้อยชิ้น ไม่สวมรองเท้า งดดื่มน้ำก่อนประเมินอย่างน้อย 2 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักที่แท้จริงมากที่สุด วัดความยาวของแขนโดยใช้สายวัดที่มีค่าความละเอียด 0.1 เซนติเมตร วัดตำแหน่งจากปุ่มกระดูกหัวไหล่ (Acromion process) ถึงปุ่มกระดูกข้อต่อระหว่างฝ่ามือกับนิ้วกลาง (3rd Metacarpophalangeal joints)

เครื่องวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนท่าทางแขน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสำหรับการวัดแรงจากกล้ามเนื้อแขนในการทำไม้กางแขนบนห่วงนึ่ง ประกอบด้วยเซ็นเซอร์รับน้ำหนัก 2 ตัว รับน้ำหนักจากแขนข้างซ้าย และแขนข้างขวา ส่งสัญญาณไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงผลการวัดทางหน้าจอ ในการใช้งาน ให้กดปุ่มปรับเทียบศูนย์ (Tare) ทุกครั้งก่อนการวัด จากนั้นผู้ทดสอบยืนตัวตรง ทำท่าทางแขน 90 องศา นำมือมือทั้ง 2 ข้างจับไปที่ห่วงในลักษณะคว่ำมือ ออกแรงกดห่วงด้วยแขนทั้ง

2 ข้างพร้อมกัน ตามวิธีการออกแรงของยิมนาสติก กดค้างไว้นาน 5 วินาทีแล้วปล่อย ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตรวจจับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ นำมาประมวลผลลัพธ์ที่ได้แสดงเป็นตัวอักษรซ้าย (Life) ขวา (Right) และตัวเลขดิจิทัลที่จอแสดงผล คณะวิจัยบันทึกค่าที่ได้ในแต่ละราย จะได้รับการทดสอบ 10 ครั้ง โดยให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบยึดเหยียดกล้ามเนื้ออย่างน้อย 10 นาที ก่อนทดสอบ และระหว่างการทดสอบแต่ละครั้งให้เว้นระยะพัก อย่างน้อย 10 นาที หรือจนกว่าจะรู้สึกปกติจึงทำการทดสอบต่อ

การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนท่าทางแขน ใช้หลักการวัดแรงขณะอยู่นิ่ง โดยอนุมานแรงที่กระทำกับเคเบิลเทียบกับแรงทั้งหมดของแขนในการทำท่าทางแขน ผู้วิจัยเลือกใช้เซ็นเซอร์ชนิดวัดแรงตึง (Tension sensor) ติดตั้งกับสายเคเบิลซึ่งติดอยู่กับอุปกรณ์ห้วง ออกแบบโปรแกรมประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แปลงสัญญาณ ประมวลผลการออกแรงจากแขนแต่ละข้างในหน่วยกิโลกรัม และสามารถต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟสำรองได้ โดยมีหลักการทำงานดังภาพที่ 2 จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์การกีฬา และด้านกีฬายิมนาสติก จำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้ ได้คะแนนประเมินเฉลี่ย 4.92 (เต็ม 5 คะแนน) มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด



ภาพที่ 2 จำลองหลักการทำงานของเครื่อง

ที่มา: จัดทำเมื่อ 24 กรกฎาคม 2566

หาค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด ด้วยการปรับเทียบน้ำหนักมาตรฐาน ทดสอบโดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานขนาดต่าง ๆ แขนที่ห้วง แล้วปรับแต่งหน่วยประมวลผลให้แสดงค่าน้ำหนักตรงกับถ่วงน้ำหนักมาตรฐานที่ใช้ จากนั้นทดสอบการชั่งน้ำหนักจำนวน 100 ครั้ง หาค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม ค่าความแม่นยำ (Relative Error) และค่าความเที่ยง (Precision) แสดงในตารางที่ 1 จากนั้นเพื่อลด

ความคลาดเคลื่อนในการวัด จึงเขียนโปรแกรมการเทียบค่ามาตรฐาน (Calibration) โดยให้ผู้ใช้งาน กดปุ่ม เพื่อให้หน้าจอเป็น 0.00 ทั้งซ้าย และขวา ก่อนการวัด

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของเครื่องวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนท่าทางเขนบนอุปกรณ์ห้วงนี้

คุณลักษณะ	รายละเอียด
หลักการ	วัดแรงดึงในเคเบิล (Tension force)
หน่วย	กิโลกรัม
ความละเอียดในการวัด (กิโลกรัม)	0.01
Reading Error	± 0.005
Random Error	± 0.001
%Error	0.417
%Accuracy	99.583
Precision (%CV)	0.081

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ดำเนินการในรูปแบบการวิจัยและพัฒนา มีขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูลวิจัยดังนี้

1) ออกแบบโครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องมือ โดยการกำหนดวัตถุประสงค์ของเครื่อง ประเมินความก้าวหน้าในการฝึกเป็นการวัดการออกแรงของกล้ามเนื้อแขนทั้งสองข้างพร้อมกันในท่าทางเขน จากนั้นทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการฝึกท่าทางเขน และการวัดแรงกล้ามเนื้อขณะท่าท่า

2) พัฒนาเครื่องต้นแบบ และทดสอบการใช้งานเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการเพื่อกำหนดท่าทาง ที่ถูกต้องในการใช้ การแสดงผลของเครื่อง จากนั้นพัฒนาหน่วยประมวลผล และกำหนดการแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมิน

3) ประเมินคุณภาพและความเหมาะสมในการใช้งานของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นขอ อนุญาตเก็บข้อมูลการวิจัยในมนุษย์

4) หลังจากได้รับอนุญาตให้เก็บข้อมูลในมนุษย์ จึงประชาสัมพันธ์ให้ผู้ที่มีความสนใจเข้าร่วม การทดสอบการใช้งานเบื้องต้น

5) ในการทดสอบการใช้งานเบื้องต้น แบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลพื้นฐานของ กลุ่มตัวอย่าง บันทึกในแบบบันทึกข้อมูลพื้นฐาน ส่วนผลการใช้งานได้จากการประมวลผลของกล่อง ควบคุม และบันทึกในคอมพิวเตอร์ จากนั้นรวบรวมความคิดเห็นเชิงคุณภาพจากประสบการณ์การใช้งาน เครื่อง

6) นำข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้ แปลงเป็นรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ ก่อนนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบการใช้งานในกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบและค่าที่ได้จากการทดสอบใช้สถิติพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) โดยค่า CV ที่ยอมรับได้อ้างอิงจากการศึกษาของ Aronhime et al. (2014) ดังนี้

ค่า CV น้อยกว่าร้อยละ 10 คือ ระดับยอดเยี่ยม

ค่า CV อยู่ในช่วงร้อยละ 10–20 คือ ระดับดี

ค่า CV อยู่ในช่วงร้อยละ 20–30 คือ ยอมรับได้

ค่า CV มากกว่าร้อยละ 30 คือ ระดับแย่

จากนั้นวิเคราะห์ความต่างของแรงจากข้างซ้ายและขวาด้วยสถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาที่ใช้การสรุปแบบอุปนัย

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการทดสอบการใช้งานเบื้องต้นของเครื่องวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนท่าทางเขน จำนวน 10 คน มีลักษณะทั่วไป แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปร	MEAN	SD	MIN	MAX	CV
อายุ (ปี)	21.40	1.85	19.00	25.00	8.67
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	170.80	6.81	163.00	185.00	3.99
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	69.97	13.61	50.90	98.50	19.45
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	23.86	3.59	17.80	29.60	15.05
คาร์บอนไฮดรเจน	16.52	6.80	7.60	24.80	41.16
รอยละมวลกล้ามเนื้อทั้งร่างกาย	35.75	2.74	31.70	39.60	7.67
ความยาวแขนซ้าย (เซนติเมตร)	65.50	3.01	62.00	71.00	4.59
ความยาวแขนขวา (เซนติเมตร)	65.35	2.81	61.00	70.00	4.30

จากตารางที่ 2 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุ 21.40 ± 1.85 ปี ค่าดัชนีมวลกาย 23.86 ± 3.59 กก/ม² คาร์บอนไฮดรเจน 16.52 ± 6.80 ความยาวแขนซ้าย-ขวา 65.5 ซม. และ 65.4 ซม. ตามลำดับ ตัวแปรส่วนใหญ่มีค่า CV ยอมรับได้ (น้อยกว่า 30) ยกเว้นคาร์บอนไฮดรเจนอยู่ในระดับแย่

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องวัดความแข็งแรง
กล้ามเนื้อแขนท่าทางเขน

ที่	แรงข้างซ้าย (กิโลกรัม)					แรงข้างขวา (กิโลกรัม)				
	MEAN	SD	MIN	MAX	CV	MEAN	SD	MIN	MAX	CV
1	10.15	1.76	7.27	12.36	17.34	9.21	1.54	6.31	11.42	16.72
2	14.93	2.70	10.13	18.14	18.08	16.07	3.86	7.08	19.71	24.02
3	6.88	0.55	6.14	7.43	7.99	6.54	0.74	5.94	7.94	11.31
4	11.23	0.38	10.93	11.72	3.38	12.89	3.05	7.11	16.56	23.66
5	12.71	1.21	10.33	14.21	9.52	12.32	1.07	10.31	13.49	8.69
6	13.32	3.17	10.38	18.53	23.80	13.00	2.81	9.53	17.41	21.62
7	5.46	0.55	4.93	6.50	10.07	5.30	0.58	4.61	6.80	10.94
8	6.29	0.71	5.85	8.24	11.29	7.02	0.74	6.58	9.01	10.54
9	13.63	2.35	10.98	16.10	17.24	13.76	2.65	10.68	15.86	19.26
10	15.19	2.23	13.96	20.27	14.68	12.89	6.07	10.85	18.67	47.09

จากตารางที่ 3 ในการทดสอบ 10 ครั้ง พบว่าค่าน้ำหนักแรงสูงสุดคือ 20.27 กิโลกรัม และค่าต่ำสุดคือ 4.61 กิโลกรัม มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0.38 ถึง 6.07 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายอยู่ในช่วงยอมรับได้ทั้งฝั่งซ้าย (3.38 – 23.80%) และขวา (8.69 – 47.09%) ยกเว้น 1 รายที่มีผลลัพธ์แย่มาก การทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่างของแรงแขนทั้งสองข้าง ($z=-1.085$, $p = .278$) และไม่มี ความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์การกระจายข้างซ้ายและขวา ($z= -1.580$, $p = .114$)

ความคิดเห็นจากการใช้งาน คือ 1) การติดตั้งระดับของห่วงควรอยู่ในระนาบเดียวกับหัวไหล่ผู้ทดสอบ และห่วงต้องเท่ากันทั้งสองข้าง 2) ช่วงจังหวะในการออกแรงแขนทั้งสองข้างควรเท่ากัน 3) การออกแรงควรให้ผู้ทดสอบออกแรงสูงสุดในทุกครั้ง และ 4) ทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วจึงใช้ค่าเฉลี่ยแทนแรงที่วัดได้

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาเครื่องประเมินความก้าวหน้าของการฝึกยิมนาสติกท่าทางเขน เป็นการใช้เทคโนโลยีเพื่อวัดและประเมินความสามารถของนักกีฬาในออกแรงแขนทั้ง 2 ข้างพร้อมกัน อิงตามหลักการของทฤษฎีกลศาสตร์ (Kumar, & Kushreshtha, 2015) ที่เกี่ยวข้องกับแรงดึงเชือก แรงดึง แรงกด แรงเสียดทาน และโมเมนต์ อุปกรณ์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ กล้องควบคุมการแสดงผลซึ่งสามารถต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟสำรองได้ และชุดเซ็นเซอร์วัดแรงซึ่งติดตั้งอยู่กับอุปกรณ์ห่วงหนึ่ง วัดแรงโดยผู้ทดสอบยืนบนพื้นราบ ท่าทางเขนท่ามุม 90 องศาหัวไหล่ แล้วดึงห่วงในแนวตั้งแสดงผลพร้อมกันแยกเป็นแรง

ข้างซ้าย และขวา มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ความละเอียดในการวัดที่เทคนิคสองตำแหน่ง อุปกรณ์ผ่านการเทียบปรับกับน้ำหนักมาตรฐาน และผ่านการหาค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดตามหลักการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของ Taylor (1997) พบว่ามีความถูกต้อง และความแม่นยำในการวัดระดับยอดเยี่ยมสามารถใช้งานในการวัดทั่วไปได้

ในการประเมินการใช้งานในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก เพื่อประเมินความสามารถในการวัดทั้งสองข้างพร้อมกัน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายในการวัดของแต่ละคน ข้างซ้ายอยู่ในช่วง 3.38 – 23.80 ข้างขวา อยู่ในช่วง 8.69 - 47.09 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากขณะใช้งานผู้ทดสอบยังไม่มีสมาธิในการใช้อุปกรณ์ ทำให้ออกแรงในแต่ละรอบไม่เท่ากัน และจังหวะในการออกแรงข้างขวาไม่พร้อมกัน แต่เมื่อทดสอบความต่างของค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย โดยใช้สถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test แล้ว พบว่าไม่มีความแตกต่าง แสดงว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้เพื่อประเมินการออกแรงของกล้ามเนื้อแขนสองข้างพร้อมกันในการทำางแขนได้ ซึ่งในการทดสอบนี้มีประเด็นที่ต้องพิจารณา 2 ประเด็น คือ ทำางในการทดสอบ และระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

ทำางในการทดสอบเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญในการใช้งาน โดยการทำให้ทำางแขนตามหลักการออกแรงของกีฬายิมนาสติกนั้น นักกีฬาจะต้องยกแขนโดยควบคุมหัวไหล่กางออก ข้อศอกเหยียดตรงให้ได้มุม 90 องศาจากลำตัว เกร็งลำตัวตรง (Fédération Internationale de Gymnastique, 2020) ซึ่งกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงทั้งหมดได้แก่ Pectoralis major, Latissimus dorsi, Teres major, Infraspinatus, Romboideus, Trapezius, Serratus anterior, Biceps brachii และ Triceps brachii (Bernasconi et al., 2004) การกำหนดทำางที่ถูกต้องในการใช้งาน จึงมีความสำคัญ และอาจมีผลต่อการประเมินความก้าวหน้าของการฝึกได้

ระยะเวลาและจำนวนครั้งในการทดสอบ เป็นอีกประเด็นที่ต้องพิจารณา โดยในการออกแรงจะมีจังหวะในการออกแรง ตั้งแต่เริ่มจับ ออกแรงกด คงแรงค้างไว้ 3 วินาที แล้วจึงผ่อนแรง ข้อจำกัดของเซ็นเซอร์ที่ถูกกำหนดด้วยโปรแกรมให้แสดงผลค่าแรงที่อ่านได้ทุก 5 วินาที ดังนั้น ค่าแรงที่แสดงออกมาคือค่าแรงเฉลี่ยในช่วงจังหวะหนึ่งที่เซ็นเซอร์อ่านได้ อาจยังไม่ใช่ค่าแรงสูงสุด จากการศึกษาของ Dunlavy et al. (2007) ที่ศึกษาความแข็งแรงในการแสดงทำางแขนบนหัวของนักยิมนาสติกศิลป์ชาย ด้วยการจำลองสถานการณ์ให้นักกีฬาออกแรงบนแท่น และใช้แผ่นรับแรง วัดปริมาณของแรงที่นักกีฬาออก พบว่า จังหวะในการออกแรงจะเริ่มจากวินาทีที่ 0 แรงเริ่มเพิ่มมากขึ้นในวินาทีที่ 1- 2 และแรงคงที่ในวินาทีที่ 2 – 4 จากนั้นจึงเข้าสู่จังหวะผ่อนแรง ในการจับสัญญาณของเซ็นเซอร์สามารถจับค่าได้ทุกขณะ แต่ข้อจำกัดในการออกแบบโปรแกรมแสดงผลจึงทำให้สามารถแสดงค่าได้เพียง 1 ค่า ซึ่งเป็นช่วงที่ค่าแรงหนึ่งที่สูงสุด คือ ช่วงค่าเฉลี่ยของแรงนั่นเอง ซึ่งการแสดงผลในลักษณะนี้เพียงพอต่อการประเมินแรงที่นักกีฬาออกในแต่ละครั้งได้ แต่หากต้องการความละเอียดมากขึ้นก็เป็นประเด็นที่ควรมีการพัฒนาโปรแกรมการแสดงผลต่อไป

การพัฒนาเครื่องมือที่สามารถวัดการออกแรงแขนในท่ากางแขนบนอุปกรณ์ห้วงหนึ่งได้เป็นการขั้นตอนที่สำคัญในการพัฒนาทักษะและประสิทธิภาพของนักกีฬายิมนาสติก ผลการศึกษาเบื้องต้นแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการพัฒนาเครื่องมือนี้ และมีศักยภาพในการนำไปใช้ในการฝึกยิมนาสติกอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ผลการศึกษานี้เป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนต่อไปของการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือเพื่อต่อยอดการพัฒนาและการใช้งานในทางปฏิบัติ นอกจากนี้ยังควรมีการตรวจสอบความถูกต้องในการวัดด้านอื่น ๆ เพื่อให้มีหลักฐานจากหลายแหล่งสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจที่เกิดขึ้นจากผลทดสอบ (Kane, 1992) นำไปสู่การพัฒนากระบวนการวัด วิเคราะห์ และประเมินผลทักษะด้านยิมนาสติกต่อไป

ถึงแม้การศึกษานี้จะสามารถพัฒนาเครื่องมือให้สามารถวัดแรงทั้งสองข้างพร้อมกันได้ แต่ยังคงมีข้อจำกัดอยู่ โดยการทดสอบเบื้องต้นในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ซึ่งเป็นนักศึกษาชายที่เคยฝึกทักษะพื้นฐานกีฬายิมนาสติกเท่านั้น ไม่สามารถนำไปอ้างอิงกับกลุ่มนักกีฬายิมนาสติกได้ และการใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรงของแขนในท่ากางแขน สามารถวัดได้ขณะอยู่นิ่ง ทำสัมผัสพื้น และเป็นการอนุมานแรงของแขนจากแรงในสายเคเบิลที่กระทำต่อเซ็นเซอร์เท่านั้น เครื่องมือนี้ไม่สามารถวัดขณะยกตัวลอยจากพื้นได้ เนื่องจากขณะลอยตัว หรือมีการเคลื่อนไหว มุมองศา และแรงแกว่งจะมีผลต่อขนาดของแรงที่ปรากฏ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อประเมินความก้าวหน้าในการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงตามอุปกรณ์ที่ใช้ โดยการใส่ชุดเซ็นเซอร์ตรวจจับและประมวลผล

นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อสังเกตที่ได้จากการใช้งาน มาพัฒนาเป็นโปรแกรมการฝึกยิมนาสติกศิลป์ชาย ประเภทอุปกรณ์ห้วง โดยใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรงของแขนที่สร้างขึ้นนี้เป็นอุปกรณ์ในการประเมินความก้าวหน้าของการฝึกได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษารoundต่อไปควรมีการทดสอบการใช้งานกลุ่มนักกีฬายิมนาสติก เพื่อหาค่ามาตรฐานเป็นจุดอ้างอิงในการประเมินความสามารถการทำท่ากางแขนบนห้วงหนึ่งของนักกีฬายิมนาสติก และประเมินความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยเทียบกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ

การต่อยอดนวัตกรรม สามารถกระทำได้ 2 แนวทาง คือ แนวทางที่ 1 ปรับแต่งรูปแบบการแสดงผลที่หน้าจอ โดยให้มีการประมวลค่าความแตกต่างความสมดุลการออกแรงทั้ง 2 ข้าง หรือให้สามารถเพิ่มข้อมูลน้ำหนักผู้ทดสอบ เพื่อประมวลเป็นค่าร้อยละของการออกแรงเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัวได้ แนวทางที่ 2 พัฒนาโครงสร้างของเครื่องให้มีความแข็งแรงและมีความเร็วในการประมวลผลมากขึ้น

โดยปรับแต่งเซ็นเซอร์เป็น รับ-ส่ง สัญญาณด้วยระบบไร้สาย ประเมินผลข้อมูล แสดงผลข้อมูลบน อินเทอร์เน็ต หรือประเมินการออกแรงของแขนในขณะที่แสดงท่าทาง บันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล อินเทอร์เน็ตและสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยการออกแบบเครื่องวัดความแข็งแรงของแขนสำหรับ ท่ากางแขน (Iron cross) บนอุปกรณ์ห่วงหนึ่ง ได้รับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากมหาวิทยาลัย การกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตเชียงใหม่ แผนงบประมาณรายจ่าย (เงินรายได้) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

References

- Aronhime, S., Calcagno, C., Jajamovich, G. H., Dyvorne, H. A., Robson, P., Dieterich, D., ... & Taouli, B. (2014). DCE-MRI of the liver: effect of linear and nonlinear conversions on hepatic perfusion quantification and reproducibility. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 40(1). 90-98.
- Bernasconi S., Tordi N., Parratte B., Rouillon JD., & Monnier G. (2004). Surface electromyography of nine shoulder muscles in two iron cross conditions in gymnastics. *Journal of Sport Medicine et Physical Fitness*, 44(3). 240-245.
- Carrara, P. D. S. (2015). *Biomechanical analysis of the cross on rings in gymnastics* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
https://teses.usp.br/teses/disponiveis/39/39132/tde-19112015-162202/publico/Paulo_Daniel_Sabino_Carrara_corrigida.pdf
- Dordevic D., Paunovic M., Velickovic S., Velickovic P., Stankovic M., Radanovic D., Mujanovic R., Mujanovic D., Jelaska I., Pezelj L., & Sporis D. (2023). Technical elements on the rings in men's artistic gymnastics--a systematic review. *Journal of Men's Health*, 19(10). 7-15.
- Dunlavy, J. K., Sanda, W.A., McNeal, J. R., Stone, M.H., Smith, S.L., Jemni, M., & Haff, G.G. (2007). Strength performance assessment in a simulated men's gymnastics still rings cross. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6. 93-97.

- Fédération Internationale de Gymnastique. (2020). *2022-2024 Code of Points: Men's artistic gymnastics*. <https://gymnasticsresults.com/technical/code-of-points/2022-2024-mag-cop.pdf>
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). *Fundamentals of Physics (10th ed.)*. John Wiley & Sons.
- Kane, M. T. (1992). Validating the performance of tests. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 11(4), 5-17.
- Kumar, A., & Kushreshtha, D. C. (2015). *Engineering Mechanics: Statics and Dynamics*. Jaypee University of Information Technology, Solan, HP.
- Sands, W.A., Dunlavy, J.K., Smith, S.L., Stone, M.H. & McNeal, J.R. (2006) Understanding and training the Maltese. *Technique*, 26(5). 6-9.
- Taylor, J. R. (1997). *An introduction to error analysis: The study of uncertainties in physical measurements* (2nd ed.). Sausalito, CA: University Science Books.