วารสารศรีวนาลัยวิจัย ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2569

การสร้างเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง

The Creation of Sensor Light A 3 Minutes Step Up and Down

มนเทียร อยู่เย็น[1*], เวสารัช ชูพงศ์[2]

Montean Youyen[1*], Wasaruch Choopong[2]

[1*] ภาควิชาพลานามัย ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[2] กลุ่มสาระการเรียนรู้เทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์) โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง

[1*] Department of Physical Education, Ramkhamhaeng University

[2] Technology Learning Group (Computer), The Demonstration School Ramkhamhaeng University

[*]Corresponding author; E-mail: montean.y@rumail.ru.ac.th

Received 25 September 2025 Revised 9 October 2025

Accepted 11 May 2026 Available Online 29 June 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง ที่มีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น และความเป็นปรนัย กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักกีฬากรีฑาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง วิ่งระยะทาง 100 เมตร, 200 เมตร และ 400 เมตร จำนวน 15 คน เป็น ชาย 10 คน หญิง 5 คน อายุระหว่าง 13-18 ปี และนักศึกษาที่เรียนวิชา RPE 2801 หลักและวิธีการสอนการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย จำนวน 15 คน เป็นชาย 10 คน หญิง 5 คน อายุระหว่าง 19-29 ปี คัดเลือกด้วยวิธีการแบบเฉพาะเจาะจง

ผลการวิจัย ผลการทดสอบทางด้านประสิทธิภาพของเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง พบว่า คุณภาพของเครื่องทดสอบ ด้านความเที่ยงตรงพิจารณาความเที่ยงตรงด้วยกันทั้งหมด 5 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้งหมดพบว่าเครื่องมือที่ใช้มีค่าความเที่ยงตรงที่ 0.92 เครื่องทดสอบมีคุณภาพด้านความเชื่อมั่น โดยการพิจารณาจากค่าฐานนิยมของคนที่นับกับความถี่ที่นับจากเครื่องทดสอบมีค่าเท่ากัน และทดสอบความเป็นปรนัย โดยการสลับกลุ่มผู้ใช้เครื่องทดสอบต่างกลุ่มกันเข้าร่วมทดสอบ ค่าที่ได้จากเจ้าหน้าที่เป็นผู้นับในการทดสอบ กับค่าที่นับด้วยเครื่องทดสอบมีค่าเท่ากันค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเที่ยงตรง มีค่าเท่ากับ 1.00 และความเป็นปรนัย มีค่าเท่ากับ 1.00

ดังนั้น เครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทดสอบสมรรถภาพทางกายร่างกายด้านความอดทนของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด และระบบหายใจ

คำสำคัญ: เครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง, เซนเซอร์แสง, ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด

ABSTRACT

This research aimed to create a 3-minute step up and down tester with a sensor light that possessed validity, reliability, and objectivity. The target population consisted of 15 track and field athletes (10 males, 5 females) from Ramkhamhaeng University Demonstration School, competing in the 100-meter, 200-meter, and 400-meter events, aged 13–18 years, and 15 students (10 males, 5 females) enrolled in the course RPE 2801 Principles and Methods of Teaching Physical Fitness Enhancement, aged 19-29 years. Participants were selected using a purposive sampling method.

Research Results The results of the performance test of the 3-minute step up and down tester with a light sensor showed that the instrument's quality in terms of validity was confirmed by experts who considered all five relevant aspects of validity. When considering the overall average, the instrument used was found to have a validity coefficient of. The tester demonstrated high reliability by comparing the base value (mode) of the staff's manual count with the frequency counted by the tester, which were congruent. The objectivity of the test was examined by switching different groups of users to participate in the test. The values obtained from the staff's manual count and the values counted by the tester were equal. The correlation coefficient of validity was and the objectivity index was.

Hence, the 3-minute step up and down tester with a sensor light is suitable for assessing physical fitness, specifically cardiovascular and respiratory endurance.

Keywords: Testing Machine Step Up and Down, Light Sensor, Cardiovascular Endurance

บทนำ

สมรรถภาพทางกายนับว่ามีความสำคัญในการดำรงชีวิตประจำวันและการทำงาน การที่มนุษย์จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสบผลสำเร็จ ย่อมขึ้นกับความสมบูรณ์ของร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม จะทำให้บุคคลปราศจากโรคภัยไข้เจ็บทำให้ร่างกายมีความแข็งแรง มีความอดทน มีความคล่องแคล่วว่องไวที่จะประกอบภารกิจประจำวันให้ลุล่วงไปด้วยดีนอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการพัฒนาทั้งทางด้านจิตใจ และอารมณ์ควบคู่กันไปด้วยถ้าหากมนุษย์มีความสมบูรณ์ของร่างกาย ก็จะทำให้จิตใจมีความสดใส สดชื่น ตามไปด้วย แต่ถ้าหากร่างกายไม่สมบูรณ์ก็จะทำให้จิตใจเกิดความท้อแท้เบื่อหน่าย การทำงานไม่มีประสิทธิภาพด้วย ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างร่างกายและจิตใจต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับสมรรถภาพทางกายมนุษย์จึงต้องทำให้ร่างกายมีสมรรถภาพที่ดีอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องตลอดไป (รังสรรค์ อักษรชาติ และคณะ, 2561, หน้า 6-7) ความอดทนของระบบหัวใจไหลเวียนเลือดและระบบหายใจเป็นองค์ประกอบหนึ่งของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ บุคคลที่ออกำลังกายเป็นประจำ อย่างน้อย 3 -4 วันต่อสัปดาห์ วันละประมาณ 20 - 30 นาที ส่งผลทำให้ระบบหัวใจไหลเวียนเลือดและระบบหายใจทำงานได้เป็นระยะเวลานานขึ้น จะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจแข็งแรงขึ้น มีขนาดใหญ่ขึ้น ปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจในแต่ละครั้งที่มีการบีบตัวเพิ่มมากขึ้น (กรมพลศึกษา, 2564, หน้า 3-16) สอดคล้องกับ ฉัตรสุดา ทรัพย์เจริญ (2565, หน้า 77)

ได้ทำการวิจัย เรื่องผลของโปรแกรมกิจกรรมทางกายที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามแนวทางโรงเรียนส่งเสริมกิจกรรมทางกาย พบว่านักเรียนที่ทำกิจกรรมทางกายอย่างต่อเนื่อง 3 วันต่อสัปดาห์ วันละ อย่างน้อย 30 นาที ส่งผลให้ร่างกายมีการพัฒนาด้านความอดทนของระบบหัวใจและระบบไหวเวียนเลือดมากขึ้น

การทดสอบยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที เป็นวิธีการหนึ่งในการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ตามเกณฑ์การทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับเด็กและเยาวชน อายุ 7-18 ปี รวมถึงประชาชนทั่วไป อายุ 19-59 ปี ของกรมพลศึกษา (กรมพลศึกษา, 2562, หน้า 27) ซึ่งสอดคล้องกับ กฤษดา ตามประดิษฐ์ และณัฐกร บุญทวี (2565, หน้า 32-35) ได้ทำการวิจัย เรื่องสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนิสิตรายวิชากิจกรรมนันทนาการและกลุ่มสัมพันธ์ ได้นำแบบทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที มาเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนิสิตกับเกณฑ์มาตรฐาน ก่อนการเรียนและหลังการเรียน และสอดคล้องกับ อภิญญา ว่องสันตติวานิช และคณะ (2563, หน้า 89) ได้ทำการวิจัย เรื่องสมรรถภาพทางกายของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายประถม) ปีการศึกษา 2563 ได้นำแบบทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที มาใช้ในการทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 เพื่อทำให้ทราบถึงสมรรถภาพทางของนักเรียนในระดับชั้นดังกล่าว จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องการทดสอบแต่ละครั้งต้องใช้ผู้ช่วยในการทดสอบหลายคน ส่งผลให้การเก็บรวมรวมข้อมูลมีความคลาดเคลื่อน และขาดความแม่นยำ ส่งผลให้ผลการทดสอบไม่ถูกต้องตามเกณฑ์ที่แท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัษฎางค์ ปาลิวนิช (2565, หน้า 123) ที่พบว่าในการสร้างเครื่องมือทดสอบการดันพื้นด้วยแสงเลเซอร์ ใช้บุคลากรน้อยกว่าการทดสอบการดันพื้นแบบดังเดิม เครื่องทดสอบที่ได้มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ในการทดสอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างเครื่องมือในการทดสอบยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง โดยให้มีความแม่นยำ น่าเชื่อถือ สามารถนำไปใช้ในโรงเรียน มหาวิทยาลัย หรือองค์กรต่างๆ เพื่อให้การเก็บรวมรวมข้อมูล และการประเมินสมรรถภาพเป็นไปได้อย่างแม่นยำ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที โดยใช้เซนเซอร์แสง
2. เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที โดยใช้เซนเซอร์แสง
3. เพื่อตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที โดยใช้เซนเซอร์แสง
4. เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัย (Objectivity) ของเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที โดยใช้เซนเซอร์แสง

ทบทวนวรรณกรรม

เซนเซอร์ (Sensors) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์และเปลี่ยนสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณแบบแอนะล็อกหรือแบบดิจิทัลที่สัมพันธ์กับปริมาณที่ตรวจวัด เช่น แรงดันไฟฟ้า ความจุ ความเหนี่ยวนำ และความต้านทาน เป็นต้น เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ถูกต้อง และมีความแม่นยำ

โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์แสง (Optical Seneor) เป็นเซนเซอร์ที่สามารถตรวจจับวัตถุที่อยู่ใกล้หรือไกลได้ทุกชนิด ใช้ตรวจจับระยะทาง การมีหรือไม่มีวัตถุ สามารถตรวจจับเป้าหมายขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ สามารถจับวัตถุในบริเวณที่มีเนื้อที่ติดตั้งจำกัด บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง มีความเร็วในการตรวจจับสูง โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์จะทำงานโดยการส่งแสงออกไป เมื่อแสงถูกขัดจังหวะ หรือสะท้อนกลับโดยวัตถุที่ถูกตรวจจับ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณ

แสงที่สะท้อนกลับถึงตัวรับสัญญาณ ตัวรับสัญญาณจะตรวจจับการเปลี่ยนแปลง และแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้า มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูงราคาถูก ติดตั้ง และบำรุงรักษาง่าย สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานได้หลายประเภท โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ มีส่วนประกอบพื้นฐาน ได้แก่ แหล่งกำเนิดแสง ตัวรับแสง (Receiver) และอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อขยายสัญญาณของตัวรับแสง

แหล่งกำเนิดแสงมี 3 ชนิด ได้แก่

1. หลอดไฟแอลอีดี Light Emitting Diode (LED) หรือ ไดโอดเปล่งแสง เป็นอุปกรณ์กำเนิดแสงแบบโซลิดสเตด (Solid State) และกึ่งตัวนำ (Semiconductor) จะส่งแสงที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยทั่วไปคือ สีแดง สีเขียว หรือสีน้ำเงิน แสงที่มองเป็นจะช่วยในการติดตั้ง จัดตำแหน่งและการปรับตั้งค่าของเซนเซอร์บนเป้าหมายได้สะดวกรวดเร็ว ลำแสงสีต่างๆ จะถูกนำไปใช้งานที่เฉพาะเจาะจง เช่น ความคมชัด การเรืองแสง และตรวจจับสี

1.1 ลำแสงสีแดง (Red Beam) มีความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร (nm) สามารถส่งแสงได้ระยะไกล สามารถแยกแยะสีต่างๆ ได้ เช่น สีเขียว สีน้ำเงิน และสีดำ

1.2 ลำแสงสีเขียว (Green Beam) มีความยาวคลื่นอยู่ที่ประมาณ 560 นาโนเมตร (nm) จึงมีระยะในการส่งแสงใกล้กว่าตัวกำเนิดแสงชนิดอื่นๆ

1.3 ลำแสงสีน้ำเงิน (Blue Beam) มีความยาวคลื่นอยู่ที่ประมาณ 450 นาโนเมตร (nm) เหมาะสำหรับการตรวจจับสีและการตรวจจับระยะใกล้

2. แอลอีดีแสงเลเซอร์ (Laser LED) เป็นแสงที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่ามีความยาวคลื่นอยู่ที่ 635 นาโนเมตร (nm) โดยทั่วไปจะเป็นลำแสงสีแดง มีความยาวคลื่นอยู่ที่ 0.01 mm หรือในช่วงความถี่ 10^{13} Hz ถึง 10^{15} Hz โดยประมาณ ข้อดี ของเลเซอร์ คือมีระยะการส่งแสงที่ไกลมาก และสามารถเซนเซอร์วัสดุได้ทุกสี ตลอดจนสามารถเซนเซอร์วัสดุที่มีขนาดเล็กได้

3. แอลอีดีแสงอินฟราเรด (Infrared LED) แสงอินฟราเรดเป็นตัวกำเนิดแสงเป็นที่นิยมใช้มากที่สุด เป็นแสงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีความเข้มแสงสูง ความยาวคลื่นสูงกว่า 800 นาโนเมตร (nm) สามารถส่งแสงได้ในระยะทางไกล ๆ สามารถทะลุผ่านวัสดุบางชนิดได้

ตัวรับแสง (Receiver)

1. โฟโตไดโอด (Photodiode) การทำงานของโฟโตไดโอด คือ เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าย้อนกลับให้โฟโตไดโอดและในขณะที่มีแสงตกกระทบตัวโฟโตไดโอดจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลย้อนกลับผ่านตัวไปได้

2. โฟโตทรานซิสเตอร์ (Phototransistor) การทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ คือ เมื่อมีแสงตกกระทบก็จะเปลี่ยนเป็นตัวนำไฟฟ้าทำให้เกิดการไหลของกระแสเบส I_B ไปกระตุ้นให้เกิดการไหลของกระแสคอลเลคเตอร์ I_C

3. โฟโตรีซิสเตอร์ (Photoresistor) หรือ เรียกว่า Light Dependent Resistor (LDR) หรือเรียกว่า แคดเมียมซัลไฟด์ (Cadmium Sulfide; CdS) เป็นการกึ่งตัวนำที่ถูกเปิดออกให้รับแสงและทำให้ความต้านทานภายในเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของแสงที่ตกกระทบ อุปกรณ์ที่ใช้เพื่อผลในการนี้เรียกว่า อุปกรณ์เหนี่ยวนำด้วยแสง หรือเซลล์เหนี่ยวนำด้วยแสง โฟโต้คอนดักตีฟเซลล์ (Photo Conductive Call) (บุญธรรม ภัทรจารุกุล, 2565, หน้า 98-101)

จากการศึกษางานวิจัยเรื่องเซนเซอร์แบบต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ องอาจ ทับบุร และกันยา-รัตน์ เอกเอี่ยม (2565, หน้า 304) ได้ทำการศึกษาเรื่อง อุปกรณ์วัดส่วนสูงแบบพกพาโดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับความเอียง ผลการวิจัยพบว่า อุปกรณ์วัดความสูงมีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่างมุม 0 ถึง ±10 องศา เมื่อเทียบกับเครื่องวัดส่วนสูงมาตรฐาน สามารถนำไปวัดส่วนสูงได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญญารัตน์ วงศ์เก่

และคณะ (2560, หน้า 436) ได้ทำการศึกษาเรื่อง อุปกรณ์วัดความสูงแบบดิจิทัลโดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก ผลการวิจัยพบว่า อุปกรณ์วัดความสูงแบบดิจิทัลที่สร้างขึ้นมีราคาถูกสามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว และไม่ต้องสัมผัสตัวผู้วัด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nozu et al., (2024, p 1) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การบันทึกการเดินประจำวันโดยใช้เซนเซอร์อินฟราเรดอนาล็อก ผลการวิจัยพบว่าการติดตั้งเซนเซอร์อินฟราเรด เอาต์พุตอนาล็อกสองตัวบนเพดานเพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลการเดิน วัดความเร็วในการเดิน ของมนุษย์ซึ่งเดินผ่านใต้เซนเซอร์ จากการสังเกตความแตกต่างของความเร็วในการเดินของบุคคลในแต่ละวัน พบว่าบางคนเปลี่ยนความเร็วในการเดินไปมากในระหว่างวัน

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

เป็นนักกีฬากรีฑาวิ่งระยะทาง 100 เมตร, 200 เมตร และ 400 เมตร จำนวน 15 คน เป็น ชาย 10 คน หญิง 5 คน อายุระหว่าง 13-18 ปี และนักศึกษาที่เรียนวิชา RPE 2801 หลักและวิธีการสอนการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย จำนวน 15 คน เป็น ชาย 10 คน หญิง 5 คน อายุระหว่าง 19-29 ปี คัดเลือกด้วยวิธีการแบบเฉพาะเจาะจง

การสร้างเครื่องมือการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการออกแบบ

1. ศึกษาท่าการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสงและการทำงานของเซนเซอร์แสง ตามรูปแบบทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบตามเกณฑ์มาตรฐาน

2. เสนอแนวคิดและออกแบบเครื่องทดสอบร่วมกับช่างผู้เชี่ยวชาญทางอิเล็กทรอนิกส์ ตามรูปแบบตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที

3. ค้นหาและศึกษาวัสดุสิ่งของที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องมือ

4. คิดค้นหาวิธีการทำงานร่วมกันระหว่างเซนเซอร์แสง กับการนับจำนวนครั้งของเซนเซอร์แสง

5. ร่างแบบจำลองเครื่องทดสอบตามแนวคิด

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างเครื่องมือ

1. ประดิษฐ์เครื่องมือ และทดลองใช้สิ่งประดิษฐ์ด้วยตนเองพร้อมบันทึกผลการทดสอบ ข้อติดขัดต่าง ๆ ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านอิเล็กทรอนิกส์เพื่อปรับปรุงเครื่องต้นแบบ

ผู้วิจัยนำแบบที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ มาประกอบเป็นเครื่องนับจำนวนครั้งในการยกเข้าขึ้น-ลง 3 นาที โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบ Arduino Nano จำนวน 2 บอร์ด เพราะขีดความสามารถของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นรูปแบบการทำงานแบบหน่วยประมวลผลเดียวที่มีแกนสมองเดียวในการประมวลผล (Single core) ที่รองรับการทำงานทีละรอบเนื่องจากทำงานบนเธรดเดียวเท่านั้น เพื่อความเที่ยงตรงของเวลาในการบันทึกจำเป็นต้องใช้ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 2 บอร์ด ต่อผ่านแบบอนุกรม (serial) เพื่อให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานแบบมัลติโปรแกรม เพื่อความเที่ยงตรงของเวลาขณะกำลังนับจำนวน โดยแบ่งการทำงานดังนี้

1.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก มีหน้าที่รับข้อมูลจาก เซนเซอร์แสงเพื่อทำการเริ่มโปรแกรมโดยการส่งข้อมูลไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รองเพื่อเริ่มการนับเวลาถอยหลัง จำนวน 3 นาที ถอยหลังพร้อมดำเนินการแสดงค่าการนับผ่านจอแสดงผลชนิด LED 7 Segment จนกว่าจะมีการรับคำสั่งหยุด จากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รองเมื่อเวลาครบ 3 นาที

1.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รองมีหน้าที่รับคำสั่งเริ่มการทำงานจาก บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หลักเพื่อเริ่มการนับเวลาถอยหลังจำนวน 3 นาที และแสดงเวลาการนับผ่านจอ I2C LCD แบบ 2 บรรทัด และส่งเสียงเมื่อ

เหลือเวลาน้อยกว่า 10 วินาที และเสียงสัญญาณเมื่อหมดเวลา และส่งข้อมูลมาบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หลักเพื่อให้หยุดการทำงาน

ผู้วิจัยนำแบบที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ ประกอบเครื่องนับจำนวนครั้งในการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที โดยสรุปรายละเอียดของการดำเนินการดังนี้ วางเงื่อนไขของการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano ทั้ง บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก และรอง ดังนี้

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หลักใช้ เซนเซอร์ชนิดแสง E18-D80NK Infrared Reflectance Proximity Sensor NPN NO ตรวจจับความเคลื่อนไหว 3-80 ซม. เพื่อตรวจการยกเข่าเมื่อถึงระยะที่ต้องการ เข้าที่ขา D8 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก เมื่อมีการรับค่าจาก เซนเซอร์ชนิดแสง และส่งค่าการนับจำนวนมาที่ จอแสดงผลชนิด LED 7 Segment ที่เชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หลักที่ขา D11 สำหรับการเชื่อมต่อ สถานะของนาฬิกา (CLK) และ D12 สำหรับการเชื่อมต่อแบบ ข้อมูลนำเข้าส่งออก (DIO)

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รองใช้รับคำสั่งเริ่มการทำงานจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก โดยเชื่อมต่อแบบอนุกรมที่ ผ่านขา D6 และ D7 ของ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หลักและรอง เพื่อทำงานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้ง 2 บอร์ดทำงานร่วมกัน เชื่อมต่อโมดูล I2C LCD พร้อมหน้าจอ LCD 1602 เพื่อแสดงผลการนับเวลาถอยหลัง 3 นาที โดยเชื่อมต่อโมดูล SDA (Serial Data Line) ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูล ผ่านขา A4 และ SCL (Serial Clock Line) ใช้กำหนดจังหวะการรับ-ส่งข้อมูล ผ่านขา A5 ทำการเชื่อมต่อโมดูลลำโพง (Buzzer) โดยเชื่อมต่อข้อมูลนำเข้าส่งออก (I/O) ผ่านขา D5 เพื่อส่งสัญญาณให้โมดูลลำโพงทำงานเมื่อมีเวลาเหลือน้อยกว่า 10 วินาที และหมดเวลาดำเนินการเขียนชุดคำสั่งด้วยโปรแกรม Aruduino IDE เพื่อเขียนชุดคำสั่งให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามผังงานที่วางไว้

2. ปรับปรุงแก้ไขเครื่องทดสอบด้วยตนเอง ร่วมกับช่างอิเล็กทรอนิกส์

3. ทดสอบกับตนเอง จากนั้นทดลองนำไปทดสอบกับนักเรียน นักศึกษา จำนวน 2 คน พร้อมสอบถามความคิดเห็นของผู้ถูกทดสอบ

4. นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงอีกครั้งร่วมกับช่างผู้ชำนาญ

5. ได้เครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสงต้นแบบ รวมระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนนี้ประมาณ 60 วัน

ขั้นตอนที่ 3

การทดสอบเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ก่อนการทดลองการทดสอบเครื่องนับจำนวนครั้งในการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ได้ศึกษาทฤษฎีของหลักการเคลื่อนไหวแบบซิมเปิลฮาร์โมนิค (Simple Harmonic motion) โดยยึดหลักการของการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา เพื่อให้วัตถุตัดผ่านลำแสงของเซนเซอร์และแสดงผลที่หน้าจอของ Counter ซึ่งทฤษฎีของการเคลื่อนไหวแบบซิมเปิลฮาร์โมนิค โดยที่ผู้เข้ารับการทดสอบอยู่ในท่าเตรียมพร้อมในการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ตามลักษณะท่าการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที นั้นถูกต้องอย่างเป็นอิสระต่อกัน เมื่อได้รับคำสั่งจากผู้ทดสอบ เริ่ม. ให้ยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ให้เข่าขนานพื้นผ่านเซนเซอร์ เครื่องนับจำนวนครั้งดิจิตอลของเครื่องทดสอบจึงจะนับจำนวนครั้งที่ทำได้ แสดงผลผ่านหน้าจอและแสดงผล



ภาพที่ 1 เครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง
ที่มา เวสารัช ชูพงศ์ จัดทำเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2567

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ในส่วนนี้นำเสนอลำดับขั้นการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือ ประกอบด้วย การหาคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยงตรง คุณภาพด้านความเชื่อมั่น และคุณภาพด้านความเป็นปรนัย โดยนำเสนอวิธีการ กระบวนการ การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อแจกแจงให้เห็นแนวคิดและรายละเอียดทุกขั้นตอนของการประดิษฐ์เครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง

1. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยงตรง (Validity) การสร้างแบบสอบถามเพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยงตรง

1.1. ศึกษาทฤษฎีการทดสอบสมรรถภาพทางกายและการทำงานของเซนเซอร์ เพื่อนำมาประกอบการออกแบบสอบถามความคิดเห็น

1.2. ร่างข้อคำถามและสร้างแบบสอบถาม จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี มีความรู้ความสามารถทางพลศึกษา วิทยาศาสตร์การกีฬา มีประสบการณ์ด้านการทดสอบสมรรถภาพทางกายและผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ทำการสำรวจ และวิเคราะห์ค่าดัชนีค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การใช้งานกับคุณสมบัติของเครื่องทดสอบการการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง (Index of Objective Congruence: IOC) โดยวิธีของ Rovinelli and Hambleton ได้ค่าเท่ากับ 0.92

2. การตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือด้านความเชื่อมั่น (Reliability)

การทดสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่น ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ทดสอบจำนวน 2 ครั้ง ระยะเวลาในการทดสอบห่างกันประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อทดสอบความเชื่อมั่น โดยวิธีการวัดซ้ำของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman’s rank correlation coefficient) ได้ค่าเท่ากับ 1.00

3. การตรวจสอบคุณภาพด้านความเป็นปรนัย (Objectivity)

การตรวจสอบคุณภาพด้านความเป็นปรนัย ดำเนินการทดสอบกับนักกีฬากรีฑาวิ่งระยะทาง 100 เมตร, 200 เมตร และ 400 เมตร จำนวน 15 คน เป็น ชาย 10 คน หญิง 5 คน อายุระหว่าง 13-18 ปี และนักศึกษาที่เรียนวิชา RPE 2801 หลักและวิธีการสอนการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายจำนวน 15 คน เป็น ชาย 10 คน หญิง 5 คน

อายุระหว่าง 19-29 ปี ทั้งเป็นผู้ถูกทดสอบ นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's rank correlation coefficient) ได้ค่าเท่ากับ 1.00

กลุ่มเป้าหมาย

1. กลุ่มผู้ทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง จำนวน 10 คน ซึ่งเรียกว่ากลุ่มทดสอบ ทำการแยกกลุ่มทดสอบออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A1 จำนวน 5 คน คือนักกีฬากรีฑาวิ่งระยะทาง 100 เมตร, 200 เมตร, 400 เมตร และกลุ่ม B2 จำนวน 5 คน คือ นักศึกษาที่เรียนวิชา RPE 2801 หลักและวิธีการสอนการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย

2. กลุ่มเครื่องมือ จำนวน 10 คน ทำหน้าที่เป็นเจ้าหน้าที่ทดสอบโดยใช้เครื่องมือแยกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน หมุนเวียนเข้าใช้เครื่องมือทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย

3. กลุ่มเจ้าหน้าที่ทดสอบ จำนวน 10 คน ทำหน้าที่ประเมินนับตามลักษณะการยืนยกข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสงของกลุ่มทดสอบจนครบทั้ง 2 กลุ่ม

ขั้นเตรียมการ

1. ทำการชี้แจงแบ่งหน้าที่ของแต่ละกลุ่มให้ชัดเจน

2. สาธิตการใช้เครื่องมือให้กับทุกคนที่ร่วมการทดสอบ

3. กลุ่มเครื่องมือสลับสับเปลี่ยนกันมาทดลองใช้เครื่องมือ ทำความเข้าใจรายละเอียดต่าง ๆ ภายใต้คำแนะนำของหัวหน้าโครงการวิจัย

4. จัดลำดับกลุ่มผู้ถูกทดสอบ

5. จัดลำดับกลุ่มเครื่องมือเข้าทดสอบโดยใช้เครื่องมือ สลับหมุนเวียนกัน

รอบที่ 1 กลุ่มทดสอบ A - กลุ่มเครื่องมือ B

รอบที่ 2 กลุ่มทดสอบ B - กลุ่มเครื่องมือ A

ทำการทดสอบ 2 ครั้ง กล่าวคือ รอบที่ 1 รอบที่ 2 ถือเป็น 1 ครั้ง พัก 60 นาที แล้วจึงเข้าทดสอบครั้งที่ 2

6. กลุ่มทดสอบเตรียมร่างกายให้พร้อมสำหรับการทดสอบ

7. กลุ่มเครื่องมือ ทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ แบบบันทึกข้อมูลลำดับของผู้ทดสอบ

8. กลุ่มเจ้าหน้ากรอกข้อมูลผู้ทดสอบตามลำดับ

กระบวนการทดสอบ

1. ทำการทดสอบการยืนยกเข่า-ลง ด้วยเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง ผู้ทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง ทำไปพร้อมกับการนับของกลุ่มเจ้าหน้าที่ทดสอบไปพร้อมกัน เมื่อสิ้นสุดการทดสอบจดบันทึกจำนวนครั้งที่ทำได้

2. กลุ่มเจ้าหน้าที่ประเมินนับจำนวนยืนประจำจุดที่มองไม่เห็นจำนวนนับจากเครื่องมือ

3. กลุ่มเครื่องมือปรับอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับผู้เข้าทดสอบ

4. กลุ่มเครื่องมือให้สัญญาณเตรียมความพร้อม กลุ่มเจ้าหน้าที่นับจำนวน และกลุ่มผู้ทดสอบ เมื่อทุกฝ่ายพร้อม ใช้คำสั่ง "เริ่ม" กลุ่มเครื่องมือกดปุ่มเริ่ม ผู้ทดสอบแสดงท่าการยืนยกเข่าขึ้น-ลง จนครบ 3 นาที สัญญาณของเครื่องดังขึ้น เป็นการยุติการทดสอบ

5. เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ กลุ่มเครื่องมือบันทึกผลการทดสอบจากตัวเลขที่แสดงผลบนเครื่องมือ และกลุ่มเจ้าหน้าที่บันทึกผลจากการนับประเมินของตนเอง

6. รอบที่ 1 กลุ่มทดสอบ A1-A5 ทดสอบ กลุ่มเครื่องมือ B1-B5 จดบันทึกตามลำดับ

7. รอบที่ 2 กลุ่มทดสอบ B1-B5 ทดสอบ กลุ่มเครื่องมือ A1-A5 จดบันทึกตามลำดับ

วิธีการก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบเครื่องการยืนยกเข่าขึ้น-ลง ด้วยเซนเซอร์แสง มีขั้นตอนดังนี้

1. ผ่านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะอนุกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยรามคำแหง ด้วยเลขที่การรับรอง RU-HRE 67/0061

2. ติดต่อโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหงเพื่อใช้สถานที่ในการเก็บข้อมูลพร้อมทั้งแจ้งรายละเอียดของการวิจัย

3. กลุ่มเป้าหมายเป็นนักกีฬากรีฑาวิ่งระยะทาง 100 เมตร, 200 เมตร และ 400 เมตร จำนวน 15 คน เป็น ชาย 10 คน หญิง 5 คน อายุระหว่าง 13-18 ปี และนักศึกษาที่เรียนวิชา RPE 2801 หลักและวิธีการสอนการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย จำนวน 15 คน เป็น ชาย 10 คน หญิง 5 คน อายุระหว่าง 19-29 ปี

4. แจ้งรายละเอียดของงานวิจัย และข้อตกลงของการวิจัยแก่ผู้ปกครอง และผู้เข้ารับการทดสอบอ่านรายละเอียดก่อนที่จะมีการเซ็นยินยอมเข้าร่วมการทดลอง

5. นัดหมายผู้เข้าร่วมทดสอบเพื่อชี้แจงรายระเอียด เรื่องวัน เวลา สถานที่ และการแต่งกายชุดพลศึกษา

6. ชี้แจงรายละเอียดและสาธิตวิธีการใช้เครื่องทดสอบกับกลุ่มผู้ทดสอบ กลุ่มผู้ใช้เครื่องทดสอบ และกลุ่มเจ้าหน้าที่ทดสอบ ให้เข้าใจก่อนการทดสอบดูจนเข้าใจ

7. ทำการทดสอบกับเครื่องมือ ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมดูแลการทดสอบ และเก็บบันทึกผลการทดสอบ

8. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของเครื่องมือทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง จากดุลพินิจผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี มีความรู้ความสามารถทางพลศึกษา วิทยาศาสตร์การกีฬา มีประสบการณ์ด้านการทดสอบสมรรถภาพทางกาย และผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ นำมาประเมินค่าโดยวิธีของ Rovinelli & Hambleton (Rovinelli & Hambleton, 1977, pp 49-60)

2. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ใช้วิธีการทดสอบซ้ำ (Test-Retest Method) โดยใช้เครื่องมือทดสอบกับผู้ทดสอบกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 ห่างกัน 1 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman’s rank correlation coefficient) (อ้างถึงใน กัลยา วานิชย์บัญชา, 2566, หน้า 97)

3. หาค่าความเป็นปรนัย (Objectivity) ใช้วิธี แบ่งกลุ่มตัวอย่าง เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ10 คน รวมทั้งหมด 30 คน กลุ่ม 1, กลุ่ม 2 ทำการทดสอบ และใช้เครื่องทดสอบ จำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 2 ห่างกัน 60 นาที และกลุ่มที่ 3 ทำการนับจำนวนครั้งด้วยตนเองทั้ง 2 ครั้ง นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman’s rank correlation coefficient) (อ้างถึงใน กัลยา วานิชย์บัญชา, 2566, หน้า 97)

ผลการวิจัย

1. คุณภาพความเที่ยงตรง (Validity)

ตาราง 1 คุณภาพความเที่ยงตรงของเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสงจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
1. ใช้ทดสอบยืนยกเข่าขึ้น-ลงที่ถูกต้องได้	1
2. นับจำนวนครั้งในการทดสอบยืนยกเข่าขึ้น-ลงที่ถูกต้องได้	0.60
3. ความเหมาะสมของการออกแบบของเครื่อง	1
4. มีความปลอดภัย	1
5. ความสะดวกต่อการใช้งาน	1
ค่าเฉลี่ย	**0.92**

จากตาราง 1 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง มีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ อยู่ในเกณฑ์ 0.92 ระดับดีมาก และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านการใช้ทดสอบยืนยกเข่าขึ้น-ลงที่ถูกต้องได้ ด้านความเหมาะสมของการออกแบบของเครื่องทดสอบยืนยกเข่าขึ้น-ลง ด้านมีความปลอดภัย และด้านความสะดวกต่อการใช้งาน อยู่ในเกณฑ์ 1.00 ระดับดีมาก ด้านนับจำนวนครั้งในการทดสอบยืนยกเข่าขึ้น-ลง ที่ถูกต้องได้ อยู่ในเกณฑ์ 0.60 ระดับยอมรับได้

2. คุณภาพด้านความเชื่อมั่น (Reliability)

ตาราง 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ความเชื่อมั่นของเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง

ผู้ทดสอบคนที่	นับโดยเครื่อง			r_{xy}
	ครั้งที่	ผลการทดสอบ	ระดับ	
P1	ครั้งที่ 1	124	2	1.00
	ครั้งที่ 2	152	2	
P2	ครั้งที่ 1	120	2	
	ครั้งที่ 2	133	3	
P3	ครั้งที่ 1	162	3	
	ครั้งที่ 2	182	4	
P4	ครั้งที่ 1	137	3	
	ครั้งที่ 2	142	3	
P5	ครั้งที่ 1	157	3	
	ครั้งที่ 2	172	4	

จากตาราง 2 แสดงค่าความเชื่อมั่นของเครื่องทดสอบการนับจำนวนครั้งของการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ของกลุ่มทดสอบ ทั้ง 2 ครั้ง พบว่า ค่าความเชื่อมั่น มีค่าเท่ากับ 1.00 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

3. คุณภาพด้านความเป็นปรนัย

ตาราง 3 เทียบผลการทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง ระหว่างการประเมินนับผลโดยเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที กับกลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ใช้เครื่องทดสอบ (รายบุคคล) ครั้งที่ 1

ผู้ทดสอบ	เจ้าหน้าที่นับ										Mode	เครื่อง	r_{xy}
10 คน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		ทดสอบ	
A1	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
A2	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	111	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
A3	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
A4	143	142	142	143	143	143	143	143	143	142	143	143	
ระดับ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
A5	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.00
B1	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
B2	135	135	135	136	136	135	135	135	135	135	135	135	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
B3	140	140	140	140	140	140	141	139	140	140	140	140	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
B4	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
B5	148	148	149	148	148	148	148	148	148	148	148	148	
ระดับ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

จากตาราง 3 แสดงว่า ผลการทดสอบการนับจำนวนครั้งของการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง ของกลุ่มทดสอบ 10 คน ครั้งที่ 1 ด้วยวิธีการใช้เครื่องทดสอบโดยกลุ่มผู้ใช้เครื่องทดสอบต่างกลุ่ม และวิธีใช้เจ้าหน้าที่เป็นผู้นับ พบว่ามีจำนวนเท่ากันค่าความเป็นปรนัยอยู่ที่ 1.00 ระดับดีมาก

ตาราง 4 เทียบผลการทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง ระหว่างการประเมินนับผลโดยเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที กับกลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ใช้เครื่องทดสอบ (รายบุคคล) ครั้งที่ 2

ผู้ทดสอบ	เจ้าหน้าที่นับ										Mode	เครื่อง	r_{xy}
10 คน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		ทดสอบ	
A1	120	120	120	120	120	120	120	120	121	120	120	120	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
A2	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
A3	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
A4	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	
ระดับ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
A5	120	120	120	120	120	120	120	120	121	120	120	120	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.00
B1	116	116	116	116	116	117	117	116	116	116	116	116	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
B2	143	143	143	143	143	143	143	143	142	143	143	143	
ระดับ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
B3	166	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	
ระดับ	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
B4	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	
ระดับ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
B5	149	149	149	149	149	149	149	148	148	149	149	149	
ระดับ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

จากตาราง 4 แสดงว่า ผลการทดสอบการนับจำนวนครั้งของการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสงของกลุ่มทดสอบ 10 คน ครั้งที่ 2 ด้วยวิธีการใช้เครื่องทดสอบโดยกลุ่มผู้ใช้เครื่องทดสอบต่างกลุ่ม และวิธีใช้เจ้าหน้าที่เป็นผู้นับ พบว่ามีจำนวนเท่ากันค่าความเป็นปรนัยอยู่ที่ 1.00 ระดับดีมาก

สรุปผลการวิจัย

คุณภาพของเครื่องการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง

ด้านความเที่ยงตรง จากการศึกษาพบว่า แบบประเมินเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ความเที่ยงตรงรวมทั้งฉบับ เท่ากับ 0.92 แสดงว่า มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาในเกณฑ์ดีมาก

ด้านความเชื่อมั่น จากการศึกษาพบว่า เครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง เมื่อพิจารณาค่าฐานนิยม (Mode) ของคนที่นับกับเครื่องทดสอบ มีค่าเท่ากัน ทั้ง 2 ครั้ง จึงสามารถที่จะสรุปได้ว่าเครื่อง

ทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง นี้มีความเชื่อมั่น และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ได้ค่าเท่ากับ 1.00 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

ด้านความเป็นปรนัย จากการศึกษาพบว่า เมื่อสลับกลุ่มผู้ใช้เครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง ในการทดสอบ พบว่าค่าที่ได้จากเจ้าหน้าที่เป็นผู้นับ กับค่าที่นับด้วยเครื่องทดสอบ ทั้ง 2 ครั้ง มีค่าเท่ากันแม้ว่าจะเกิดการสลับหมุนเวียนกลุ่มผู้ใช้เครื่องทดสอบก็ตาม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง เครื่องนี้มีความเป็นปรนัย และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ได้ค่าเท่ากับ 1.00 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

สรุปได้ว่า เครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเที่ยงตรง มีความเชื่อมั่น และมีความเป็นปรนัยเป็นที่ยอมรับได้ และสามารถนำไปใช้ได้

อภิปรายผลการวิจัย

1. ด้านความเที่ยงตรง จากการประเมินความสามารถในการทดสอบได้ตรงตามวัตถุประสงค์ทั้ง 5 ด้าน ของเครื่องทดสอบโดยการนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา และด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์เป็นผู้ประเมิน วิธีการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องทดสอบวิเคราะห์ค่าดัชนีค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ (Index of Item - Objective Congruence : IOC) การใช้งานกับคุณสมบัติของเครื่องทดสอบ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.92 ถือว่าอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับ อัษฎางค์ ปาลิวนิช (2564, หน้า 132) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างเครื่องทดสอบการดันพื้นด้วยแสงเลเซอร์ ได้ทำการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องทดสอบค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การใช้งานกับคุณสมบัติของเครื่องทดสอบ (IOC) ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.80 ถือว่าอยู่ในระดับดีมาก สามารถนำไปใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับ Rovinelli & Hambleton, (1977, pp 49-60) ที่กล่าวว่าค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปสามารถคัดเลือกข้อคำถามข้อนั้นไว้ใช้ได้ จึงสรุปได้ว่าคุณสมบัติของเครื่องทดสอบ ภาพรวมมีค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับความสามารถในการทดสอบของเครื่องทดสอบ เท่ากับ 0.92 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง มีคุณสมบัติในการทดสอบวัดความสามารถได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย

2. ด้านความเชื่อมั่น จากผลการทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง ของกลุ่มทดสอบจำนวน 5 คน โดยระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ 2 ครั้ง ห่างกัน 1 สัปดาห์ หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง พบว่า ค่าที่ได้รับทั้ง 2 ครั้ง นั้นเท่ากันกับการนับโดยเจ้าหน้าที่ มีความแน่นอนคงที่ และใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับ ณัฐวุฒิ ไวโรจนานันต์ และชาญชัย ขันติศิริ (2559, หน้า 172) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างเครื่องทดสอบเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของการทำงานระหว่างตากับการเคลื่อนไหวของร่างกายไปยังตำแหน่งเป้าหมาย เพื่อใช้ในกีฬาแบดมินตัน พบว่าระยะเวลาในการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ ระยะเวลาดังกล่าวผู้เข้าทดสอบจะได้ผลที่คงที่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิสา ธนะอรรถวุฒิ (2561, หน้า 82) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างเครื่องมือการเตะสูงในกีฬาตะกร้อ เพื่อหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ พบว่าเครื่องมือไม่มีความคลาดเลื่อน และมีความคงที่ของเครื่องมือ สอดคล้องกับ สมชาย วรกิจเกษมสกุล (2567, หน้า 265) ที่กล่าวว่าเครื่องมือในการวิจัยที่ดีต้องมีความเชื่อมั่นที่ได้จากการวัดจะมีความคงที่ ชัดเจนไม่เปลี่ยนแปลงไปมา ผลการวัดครั้งแรกเป็นอย่างไรเมื่อวัดซ้ำโดยใช้เครื่องมือวัดผลชุดเดิมก็จะให้ผลการวัดเหมือนเดิมใกล้เคียงกันหรือสอดคล้องกัน และเมื่อนำค่าที่ได้ทั้งสองครั้งหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้ค่าเท่ากับ 1.00 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก และสอดคล้องกับค่ามาตรฐานของ Kirkendall & Johnson (1987, pp. 56-57) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.90-1.00 อยู่ใน

เกณฑ์ดีมาก แสดงให้เห็นว่าเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ได้อย่างแม่นยำ

3. ความเป็นปรนัย จากผลการทดสอบคุณภาพด้านความเป็นปรนัย ของเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง พบว่าผลการทดสอบความสามารถในการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ของกลุ่มทดสอบกลุ่มใช้เครื่องทดสอบ เข้าใจและสามารถปฏิบัติ วิธีการใช้งานของเครื่องทดสอบ และอ่านค่าได้ตรงกัน โดยให้กลุ่มผู้ใช้เครื่องทดสอบต่างกลุ่มสลับหมุนเวียนในการทดสอบ ทั้ง 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 2 ห่างกัน 60 นาที ถึงแม้จะมีการสลับกลุ่มผู้ใช้ เครื่องทดสอบก็ตาม พบว่าค่าที่ได้เท่ากัน สอดคล้องกับ อัษฎางค์ ปาลิวนิช (2564, หน้า 132) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างเครื่องทดสอบการดันพื้นด้วยแสงเลเซอร์ พบว่าผลการทดสอบความสามารถในการดันพื้นของกลุ่มทดสอบโดยการที่ให้เจ้าหน้าผู้ใช้นวัตกรรมต่างกลุ่มสลับหมุนเวียนในการทดสอบ กลุ่มเป้าหมายจำนวน 2 ครั้ง ค่าที่ได้รับเท่ากันถึงแม้จะมีการสลับกลุ่มผู้ใช้นวัตกรรมก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับ ณัฐวุฒิ ไวโรจนานันต์ และชาญชัย ขันติศิริ (2559, หน้า 170) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างเครื่องทดสอบเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของการทำงานระหว่างตากับการเคลื่อนไหวของร่างกายไปยังตำแหน่งเป้าหมาย เพื่อใช้ในกีฬาแบดมินตัน โดยมีการอธิบายขั้นตอนพร้อมทำความเข้าใจกับผู้เข้ารับการทดสอบและผู้ดำเนินการทดสอบทั้ง 2 คน ได้หาค่าความเป็นปรนัยเท่ากับ 1.00 ซึ่งสอดคล้องกับ สมชาย วรกิจเกษมสกุล, (2567, หน้า 295) ที่กล่าวว่า ความเป็นปรนัยเป็นลักษณะของเครื่องมือที่มีความชัดเจน เข้าใจง่ายสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้อง การตรวจให้คะแนนได้เท่ากันไม่ว่าใครก็ตามที่เป็นผู้ตรวจคะแนนที่ตรวจได้จะเท่ากัน และเมื่อนำค่าที่ได้ทั้งสองครั้งหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้ค่าเท่ากับ 1.00 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับค่ามาตรฐานของ Kirkendall & Johnson, (1987, pp. 56-57) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเป็นปรนัยอยู่ที่ 0.95-1.00 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก แสดงให้เห็นว่าเครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง ไม่ว่าจะทดสอบเมื่อใด หรือใครจะใช้เครื่องทดสอบก็ตามผลที่ได้จะเท่าเดิมเสมอ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ได้เครื่องทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ด้วยเซนเซอร์แสง สามารถใช้ในการทดสอบการยืนยกเข่าขึ้น-ลง 3 นาที ที่มีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น และความเป็นปรนัย
2. เปลี่ยนกลุ่มเป้าหมายให้หลาย เช่น เพศ กลุ่มอายุมากขึ้น
3. ทำเครื่องหมายที่พื้นเพื่อไม่ให้ผู้ทดสอบเคลื่อนที่ออกจากเซนเซอร์แสง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรสร้างแอพพลิเคชั่นเพื่อเชื่อมโยง และบันทึกผลได้สะดวกรวดเร็วมากขึ้น
2. ควรนำเกณฑ์การทดสอบการยืนยกเข่า-ขึ้นลง 3 นาที เขียนไว้ในโปรแกรม
3. ควรนำเทคโนโลยีอื่นมาใช้ประกอบทดแทน เช่น การใช้รังสีอินฟราเรทตรวจจับภาพ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหงที่สนับสนุนงานวิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ช่วยตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย และกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

กรมพลศึกษา. (2562). *คู่มือแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของเด็ก เยาวชน และประชาชนไทย*. สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เวิลด์เอ็กซ์เพิร์ท จำกัด.

กรมพลศึกษา. (2564). *คู่มือการออกกำลังเพื่อเสริมสร้างพัฒนาการเด็ก*. สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัดแสงจันทร์การพิมพ์.

กฤษดา ตามประดิษฐ์ และณัฐกร บุญทวี. (2565). สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนิสิตรายวิชากิจกรรมนันทนาการและกลุ่มสัมพันธ์. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ, 14*(3), 25-37.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2566). *สถิติสำหรับงานวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วนสาม-ลดาจำกัด.

ฉัตรสุดา ทรัพย์เจริญ. (2565). *ผลของโปรแกรมกิจกรรมทางกายที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ณัฐวุฒิ ไวโรจนานันต์ และชาญชัย ขันติศิริ. (2559). การสร้างเครื่องทดสอบเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของการทำงานระหว่างตากับการเคลื่อนไหวของร่างกายไปยังตำแหน่งเป้าหมาย เพื่อใช้ในกีฬาแบดมินตัน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 31*(3), 165-174.

ธัญญารัตน์ วงศ์เก๋, ปนัสดา อวิคุณประเสริฐ, และชยานนท์ อวิคุณประเสริฐ. (2560). อุปกรณ์วัดความสูงแบบดิจิทัลโดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก. *Journal of Associated Medical Sciences 2560; 50*(3), 435-441. Doi: 10.14456/jams.2017.60

นิสา ธนะอรรถวุฒิ. (2561). *การสร้างเครื่องมือฝึกการเตะสูงในกีฬาตะกร้อ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

บุญธรรม ภัทราจารุกุล. (2565). *เซ็นเซอร์ในงานอุตสาหรรม.* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น.

รังสรรค์ อักษรชาติ, จิรภัทร ตันติทวีกุล, ชัยชนะ มิตรสัมพันธ์, ขจรเกียรติ ขุนชิต, เกษสุนีย์ บำรุงจิตต์. (2561). *รายงานการวิจัยการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักศึกษา คณะศิลปะศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สมชาย วรกิจเกษมสกุล. (2567). *ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

องอาจ ทับบุร และกันยารัตน์ เอกเอี่ยม. (2565). อุปกรณ์วัดส่วนสูงแบบพกพาโดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับความเอียง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 41*(6), 304-316.

อภิญญา ว่องสันตติวานิช, วินวงศ์ ว่องสันตติวานิช และนายิกา เกตุใหญ่. (2563). สมรรถภาพทางกายของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายประถม) ปีการศึกษา 2563. *วารสารรามคำแหง ฉบับบัณฑิตวิทยาลัย, 4*(3), 89-101.

อัษฎางค์ ปาลิวนิช. (2567). การสร้างเครื่องทดสอบการดันพื้นด้วยแสงเลเซอร์. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ, 16*(2), 123-133.

Kirkendall, D. R., & Johnson, R. E. (1987). *Measurement and evaluation for physical educators.* Champaign, IL: Human kinetics.

Nozu, S., Kudo, M., & Kimura, K. (2024). Daily Gait Recording Using Infrared Analog Sensors. *International Journal of Activity and Behavior Computing, 2024* (1), 1-17. https://doi.org/10.60401/ijabc.4

Rovinelli,R.J. & Hambleton, R.K. (1977). On the Use Content Specialiats in the Assessment of Criterin Reference Test Item Validity. *Dutch Journal of Educational Research, 2*, 49-60.