

ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ในนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

EFFECTS OF A RESISTANCE TRAINING PROGRAM ON HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN KANCHANABURI RAJABHAT UNIVERSITY

ธนาธิป ทองสมจิตต์¹ จิตติ ชนะฤทธิ์ชัย^{1*} และ นุชชรา ทิเยาว์²

Thanasin Thongsomjit¹, Jitti Chanalithichai^{1*} and Nuchsara Tiyao²

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

²สำนักงานอธิการบดี ฝ่ายประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

¹Department of Sports Science and Exercise Science, Faculty of Science and Technology,

Kanchanaburi Rajabhat University, Kanchanaburi province

²Public Relations Division, Office of the President, Kanchanaburi Rajabhat University, Kanchanaburi province

*Corresponding Author: tataejitti@kru.ac.th

Received: April 21, 2026

Revised: May 8, 2026

Accepted: May 10, 2026

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี 2) เพื่อศึกษาผลของปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน และ 3) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ 2 x 2 factorial design กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี อายุระหว่าง 18–25 ปี จำนวน 40 คน คัดเลือกด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง และแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองเพศชาย กลุ่มทดลองเพศหญิง กลุ่มควบคุมเพศชาย และกลุ่มควบคุมเพศหญิง กลุ่มทดลองเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ได้แก่ ดัชนีมวลกาย ความอ่อนตัวของร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ Two-way analysis of variance (ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านส่งผลให้สมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ดัชนีมวลกายไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายระหว่างนักศึกษาเพศชายและเพศหญิง และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศ สรุปได้ว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถส่งเสริมสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุมสามารถยืนยันนำไปใช้เป็นมาตรฐานสำหรับนักศึกษาได้โดยไม่ต้องแยกตารางฝึกตามเพศ

คำสำคัญ: การออกกำลังกายแบบแรงต้าน, สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ, โปรแกรมการออกกำลังกาย, นักศึกษา

Abstract

This study aimed to 1) examine the effects of a resistance training program on health-related physical fitness among students at Kanchanaburi Rajabhat University, 2) compare health-related physical fitness between male and female students, and 3) investigate the interaction between the resistance training program and sex on health-related physical fitness. The study employed a quasi-experimental design using

a 2 × 2 factorial design. The participants consisted of 40 university students aged 18–25 years who were selected through purposive sampling and divided into four groups: experimental male, experimental female, control male, and control female. The experimental groups participated in a resistance training program three times per week for 8 weeks. Health-related physical fitness was assessed using standardized tests including body mass index (BMI), flexibility (Sit and Reach Test), muscular strength and muscular endurance (60-second Chair Stand Test), and cardiorespiratory endurance (3-Minute Step Test). Data were analyzed using mean, standard deviation, and two-way analysis of variance (ANOVA). The results revealed that the resistance training program significantly enhanced flexibility, muscular strength and muscular endurance, and cardiorespiratory endurance ($p < .05$). However, no significant change was found in body mass index. In addition, no significant difference in physical fitness was found between male and female students, and no interaction effect between the resistance training program and sex was observed. In conclusion, the resistance training program effectively enhanced health-related physical fitness among university students and could be applied as a practical model for physical fitness promotion in university settings.

Keywords: Resistance training, Health-related physical fitness, Exercise program, University students

บทนำ

ปัจจุบันการมีกิจกรรมทางกายอย่างสม่ำเสมอเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (non-communicable diseases: NCDs) เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน และโรคอ้วน นอกจากนี้ การออกกำลังกายมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และส่งเสริมสมรรถภาพทางกายโดยรวมของมนุษย์ (Warburton & Bredin, 2017) อีกทั้งการมีกิจกรรมทางกายอย่างเพียงพอ ยังมีความสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงของโรคเมตาบอลิก การควบคุมน้ำหนักตัว และการส่งเสริมคุณภาพชีวิตในระยะยาว (Myers et al., 2015) อย่างไรก็ตาม นักศึกษามหาวิทยาลัยยังคงเผชิญกับประเด็นด้านสมรรถภาพทางกาย โดยพบว่าปัจจัยด้านพฤติกรรมสุขภาพ เช่น ความถี่ ระยะเวลา และความหนักของการออกกำลังกาย รวมถึงพฤติกรรมการใช้ชีวิต เช่น การนอนหลับ การใช้เวลาหน้าจอ การสูบบุหรี่ และการบริโภคอาหาร ล้วนมีความสัมพันธ์กับระดับสมรรถภาพทางกายของนักศึกษา (Huang et al., 2025) จากรูปแบบการใช้ชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และการใช้เวลาอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเวลานาน ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมเนือยนิ่ง (sedentary behavior) เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ระดับสมรรถภาพทางกายลดลงและเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในระยะยาว (Booth et al., 2012) รายงานขององค์การอนามัยโลก (World health organization, 2020) ยังระบุว่าประชากรวัยผู้ใหญ่จำนวนมากมีกิจกรรมทางกายในระดับต่ำกว่าที่แนะนำ โดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษาที่มีลักษณะการใช้ชีวิตแบบนั่งเรียนเป็นเวลานาน นอกจากนี้ ยังมีรายงานยืนยันว่าพฤติกรรมเนือยนิ่งและระดับกิจกรรมทางกายที่ไม่เพียงพอในกลุ่มวัยรุ่นและนักศึกษามหาวิทยาลัยยังคงเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อสุขภาพและสมรรถภาพทางกายในระยะยาว (World Health Organization, 2022) จากที่กล่าวมานั้น สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ (health-related physical fitness) เป็นตัวชี้วัดสำคัญของสุขภาพที่สะท้อนความสามารถของร่างกายในการทำกิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ 1.องค์ประกอบของร่างกาย 2.ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 3.ความอดทนของกล้ามเนื้อ 4.ความอ่อนตัว และ 5.ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับสุขภาพและคุณภาพชีวิตของบุคคล (McArdle et al., 2015) ดังนั้นการพัฒนาสมรรถภาพทางกายตั้งแต่วัยหนุ่มสาวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสามารถช่วยลดความเสี่ยงของโรคในอนาคตและส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพที่ดีในระยะยาว ซึ่งการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (resistance training) นั้น เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถส่งเสริมสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพได้หลายด้าน ทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และความสามารถในการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด นอกจากนี้ การฝึกแบบแรงต้านแบบผสมผสานยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาองค์ประกอบของร่างกาย

โดยเฉพาะการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและการควบคุมมวลไขมันได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก การฝึกแบบแรงต้านสามารถช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการทำงานของระบบโครงสร้างร่างกายได้อย่างชัดเจนมากกว่า เหมาะสมกับนักศึกษามหาวิทยาลัยที่มีข้อจำกัดด้านเวลาและรูปแบบการใช้ชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yu & Kanchanathaweekul (2023). ที่พบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์สามารถช่วยพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัวของนักศึกษามหาวิทยาลัยได้อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้ง การออกกำลังกายแบบแรงต้านยังสามารถออกแบบให้ใช้อุปกรณ์ไม่ซับซ้อน ใช้พื้นที่จำกัด และใช้ระยะเวลาในการฝึกต่อครั้งไม่มาก จึงเหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในบริบทของนักศึกษามหาวิทยาลัยในปัจจุบัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา สอดคล้องกับ Grgic et al. (2018) รายงานว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ทั้งในเพศชายและเพศหญิงอย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม การศึกษาส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นผลของกิจกรรมทางกายต่อสุขภาพโดยรวมหรือพฤติกรรมการออกกำลังกาย ขณะที่ผลของปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน และการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพยังมีจำนวนจำกัด โดยเฉพาะในบริบทของสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี รวมทั้งปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพระหว่างเพศชายและเพศหญิง และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศ เพื่อสร้างองค์ความรู้เชิงประจักษ์ที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมการส่งเสริมกิจกรรมทางกายและสุขภาพของนักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ 2×2 factorial design เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายและศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านกับเพศที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษา มีขั้นตอนดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษาที่ดำเนินการวิจัย และมีอายุระหว่าง 18–25 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เกณฑ์คัดเข้า เป็นนักศึกษาที่ศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี อายุระหว่าง 18–25 ปี จำนวน 40 คน คัดเลือกโดยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยผู้วิจัยคัดเลือกผู้เข้าร่วมที่มีลักษณะพื้นฐานด้านสุขภาพและระดับกิจกรรมทางกายใกล้เคียงกันจากการประเมินด้วยแบบสอบถาม international physical activity questionnaire (ipaq) จากผู้ที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยและผ่านเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนด เกณฑ์คัดออก นักศึกษาไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมมากกว่าร้อยละ 20 ของระยะเวลาการฝึกทั้งหมดหรือได้รับบาดเจ็บขอลถอนตัวจากการวิจัยระหว่างดำเนินการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ขนาดกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวสอดคล้องกับรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) และการศึกษาทางวิทยาศาสตร์การกีฬาที่มีลักษณะการทดลองแบบแบ่งกลุ่ม โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึก ความต่อเนื่องในการติดตามผล และข้อจำกัดด้านการควบคุมการเข้าร่วมโปรแกรมของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

1. กลุ่มทดลองเพศชาย
2. กลุ่มทดลองเพศหญิง

3. กลุ่มควบคุมเพศชาย
4. กลุ่มควบคุมเพศหญิง

กลุ่มทดลองเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตามแผนการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง โดยไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายอื่นเพิ่มเติมระหว่างการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมดำเนินกิจวัตรประจำวันตามปกติ และไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านเพิ่มเติมที่ผู้วิจัยกำหนด อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยขอความร่วมมือให้ผู้เข้าร่วมวิจัยคงรูปแบบการใช้ชีวิตและกิจกรรมทางกายตามปกติไว้ตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยผู้วิจัยใช้แบบสอบถาม international physical activity questionnaire (ipaq) เพื่อติดตามและประเมินระดับกิจกรรมทางกายพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสองกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมการออกกำลังกาย

แบบสอบถามชนิดมีโครงสร้าง (structured questionnaire) ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมการวิจัย ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา และข้อมูลด้านพฤติกรรมการออกกำลังกาย เช่น ความถี่ ระยะเวลา และความเข้มข้นของกิจกรรมทางกาย โดยแบบสอบถามดังกล่าวปรับใช้จากแบบสอบถามมาตรฐาน international physical activity questionnaire (ipaq) และได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและการวิจัย จำนวน 3 ท่าน ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 ก่อนนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

การประเมินสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพใช้แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับประชาชนทั่วไป อายุ 19–59 ปี ของ กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (department of physical education (2019) ซึ่งเป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้ในระดับประเทศ โดยครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ได้แก่

- 1) ดัชนีมวลกาย (body mass index: bmi) ใช้ประเมินองค์ประกอบของร่างกายโดยเลือกใช้ดัชนีมวลกายเป็นตัวชี้วัด เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายมาตรฐานของกรมพลศึกษา ซึ่งใช้ประเมินสมรรถภาพทางกายในระดับประเทศ

- 2) แบบทดสอบลุก-นั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที (60-second chair stand test) ใช้ประเมินสมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งสะท้อนทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscular strength) และความอดทนของกล้ามเนื้อ (muscular endurance)

- 3) แบบทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า (sit and reach test) ใช้ประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างและต้นขาด้านหลัง

- 4) แบบทดสอบก้าวขึ้น-ลง 3 นาที (3-minute step test) ใช้ประเมินความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด

3. โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการศึกษาหลักการฝึกออกกำลังกายตามแนวทางของ american college of sports medicine (2021) และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยออกแบบตามหลัก FITT ได้แก่ ความถี่ (frequency) 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ความหนัก (intensity) ระดับปานกลางไปหนัก ระยะเวลา (time) ครั้งละ 60 นาทีและรูปแบบการฝึก (type) การออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักตัวและอุปกรณ์ประกอบการฝึก จากนั้นนำไปประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของโปรแกรมก่อนนำไปใช้จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) การเตรียมการชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอน และรายละเอียดโครงการวิจัยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ และคัดกรองเบื้องต้นจากการตอบแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป พฤติกรรมการออกกำลังกาย (ipaq) เพื่อคัดกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) ก่อนเริ่มโปรแกรมการฝึก ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบสมรรถภาพทางกายพื้นฐาน (pre-test) ของผู้เข้าร่วมทุกกลุ่มเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงภายหลังการทดลองโดยใช้แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายประชาชน อายุ 19–59 ปี ของ กรมพลศึกษา (2562) ประกอบด้วย 5 รายการ ดังนี้: 1. การวัดองค์ประกอบร่างกาย: ดัชนีมวลกาย (body mass index: bmi) 2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและ 3. ความอดทนของกล้ามเนื้อ: แบบทดสอบลุก-นั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที (60-second chair stand test) 4. ความอ่อนตัว: แบบทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า (sit and reach test) 5. ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด: แบบทดสอบก้าวขึ้น-ลง 3 นาที (3-minute step test)

3) ดำเนินการเก็บข้อมูลกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (resistance training) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (สัปดาห์ละ 3 ครั้ง) ส่วนกลุ่มควบคุมดำเนินกิจกรรมประจำวันตามปกติ โดยไม่มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมออกกำลังกาย เก็บข้อมูลภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเมื่อครบกำหนดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบสมรรถภาพทางกายซ้ำด้วยรายการและขั้นตอนเดียวกับการทดสอบก่อนการทดลอง (pre-test)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยกำหนดขั้นตอนดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลสมรรถภาพทางกายในแต่ละรายการ
2. การเปรียบเทียบผลการทดลอง ผู้วิจัยใช้สถิติเชิงอนุมานเพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้
 - การเปรียบเทียบภายในกลุ่ม (intra-group comparison): วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพทางกายระหว่างก่อนการทดลอง (pre-test) และหลังการทดลอง (post-test) ภายในกลุ่มเดียวกัน
 - การวิเคราะห์อิทธิพลหลักและปฏิสัมพันธ์ (main effects and interaction): วิเคราะห์ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (factor a) ปัจจัยด้านเพศ (factor b) และอิทธิพลร่วมระหว่างโปรแกรมกับการออกกำลังกายกับเพศ (interaction effect) ที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง two-way analysis of variance (ANOVA)
3. การทดสอบสมมติฐานทั้งหมดกำหนดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยแบ่งตามวัตถุประสงค์ดังนี้

- 1) ผลการศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ พบว่ากลุ่มทดลองมีแนวโน้มของสมรรถภาพทางกายดีขึ้นภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการฝึก โดยเฉพาะด้านความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด ขณะที่ดัชนีมวลกายมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ดัง Table. 1-4

Table. 1 Body mass index (BMI)

Group	Pre-test (Mean $\pm$ SD)	Post-test (Mean $\pm$ SD)
experimental	22.26 $\pm$ 4.27	21.93 $\pm$ 4.00
control	22.54 $\pm$ 4.02	22.54 $\pm$ 4.03

Table. 2 Flexibility (sit and reach test)

Group	Pre-test (Mean $\pm$ SD)	Post-test (Mean $\pm$ SD)
experimental	10.68 $\pm$ 6.11	12.40 $\pm$ 5.68*
control	10.55 $\pm$ 8.32	11.00 $\pm$ 7.96

Table. 3 Muscular strength and muscular endurance (60-second chair stand test)

Group	Pre-test (Mean $\pm$ SD)	Post-test (Mean $\pm$ SD)
experimental	43.25 $\pm$ 13.74	44.60 $\pm$ 14.52*
control	37.05 $\pm$ 8.60	36.90 $\pm$ 8.26

Table. 4 Cardiorespiratory endurance (3-minute step test)

Group	Pre-test (Mean $\pm$ SD)	Post-test (Mean $\pm$ SD)
experimental	136.25 $\pm$ 26.13	139.20 $\pm$ 26.34*
control	132.90 $\pm$ 18.19	131.95 $\pm$ 18.63

2) ผลของปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันบางด้าน อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศ ($p > .05$) ดัง Table. 5

Table. 5 แสดงค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพจำแนกตามเพศ

Variable	Sex	Mean $\pm$ SD
body mass index	male	23.25 $\pm$ 4.48
(BMI)	female	22.23 $\pm$ 3.41
flexibility	male	10.62 $\pm$ 6.21
(sit and reach test)	female	11.68 $\pm$ 7.92
muscular strength and muscular endurance	male	46.98 $\pm$ 13.88
(60-second chair stand test)	female	33.93 $\pm$ 5.27
cardiorespiratory endurance	male	144.45 $\pm$ 18.13
(3-minute step test)	female	125.70 $\pm$ 23.74

3) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและปัจจัยด้านเพศที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย เพื่อสุขภาพ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (program $\times$ sex) พบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ส่งผลต่อความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ขณะที่ไม่พบอิทธิพลของปัจจัยด้านเพศและอิทธิพลร่วมระหว่างโปรแกรมกับเพศต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ดัง Table. 6

Table. 6 Results of Two-Way Analysis of Variance for Resistance Exercise Program and Gender Factors on Health-Related Physical Fitness

Variable	Factor	F	p-value
body mass index (BMI)	resistance training program	1.92	.178
	sex factor	0.63	.432
	program $\times$ sex interaction	0.77	.389
Flexibility (sit and reach test)	resistance training program	9.51	.004*
	sex factor	0.48	.492
	program $\times$ sex interaction	0.10	.757
muscular strength and endurance (60-second chair stand test)	resistance training program	12.84	.001*
	sex factor	3.17	.083
	program $\times$ sex interaction	0.92	.344
cardiorespiratory endurance (3-minute step test)	resistance training program	14.72	<.001*
	sex factor	2.11	.154
	program $\times$ sex interaction	1.26	.268

* $p < .05$

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษาได้อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาของ Grgic et al. (2018) ที่รายงานว่า การฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพทางกายได้อย่างมีประสิทธิภาพในทั้งเพศชายและเพศหญิง และยังสอดคล้องกับแนวทางของ American College of Sports Medicine (2021) ที่ระบุว่า การฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านอย่างสม่ำเสมอสามารถช่วยส่งเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และความสามารถในการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดได้ โดยเฉพาะในด้านความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด เนื่องมาจากการออกกำลังกายแบบแรงต้านช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท ส่งผลให้เกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยาของร่างกาย (physiological adaptation) ทั้งนี้ โปรแกรมการฝึกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ถูกออกแบบตามหลัก FITT และมีความต่อเนื่องในการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ จึงอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยกระตุ้นการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของผู้เข้าร่วมวิจัยได้อย่างเหมาะสม ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อและระบบไหลเวียนเลือดดีขึ้น ร่างกายจะเกิดการปรับตัวทั้งในด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการใช้พลังงาน และความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Mcardle et al. (2015) ที่อธิบายว่าการฝึกออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนโลหิต และระบบหายใจ ทำให้ร่างกายสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ในทางกลับกัน ผลการศึกษานี้ยังพบว่า ค่าดัชนีมวลกาย ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึก ทั้งนี้ อาจเกิดจากระยะเวลาของโปรแกรมการฝึกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีระยะเวลาเพียง 8 สัปดาห์ ซึ่งอาจเพียงพอต่อการปรับตัวทางสรีรวิทยาแต่ยังไม่

เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายอย่างชัดเจน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกาย เช่น การลดไขมันหรือการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ มักต้องอาศัยการฝึกอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาที่นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bull et al. (2020) ที่ระบุว่า การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายจากการออกกำลังกายมักต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกอย่างต่อเนื่องจึงจะเห็นผลอย่างชัดเจน อีกทั้งดัชนีมวลกายเป็นตัวชี้วัดที่สะท้อนน้ำหนักตัวโดยรวม ซึ่งอาจยังไม่สามารถสะท้อนการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายได้อย่างละเอียดในระยะเวลาสั้น ทั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ World health organization (2020) ที่ระบุว่า การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายจากการออกกำลังกายมักต้องใช้ระยะเวลาการฝึกที่ต่อเนื่องในระยะยาวจึงจะเห็นผลอย่างชัดเจน นอกจากนี้ ดัชนีมวลกาย (BMI) เป็นตัวชี้วัดที่สะท้อนถึงน้ำหนักตัวโดยรวมของร่างกาย จึงอาจไม่สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกาย เช่น การเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อหรือการลดลงของมวลไขมัน ได้อย่างชัดเจนในระยะเวลานั้น

สำหรับปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตัวแปรที่ศึกษา แม้ว่าค่าเฉลี่ยของเพศชายจะมีแนวโน้มสูงกว่าในบางตัวแปร เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือดก็ตาม ผลการศึกษาดังกล่าวอาจอธิบายได้ว่า จากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่มีช่วงอายุใกล้เคียงกัน และได้รับโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายในรูปแบบเดียวกัน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพทางกายในลักษณะที่ใกล้เคียงกันระหว่างเพศ นอกจากนี้ โปรแกรมการฝึกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการออกกำลังกายแบบแรงต้านในลักษณะทั่วไป (general resistance training) ที่มุ่งส่งเสริมสมรรถภาพทางกายโดยรวม และใช้ระดับความหนักของการฝึกที่เหมาะสมกับผู้เข้าร่วมทั้งสองเพศ จึงอาจทำให้ร่างกายของเพศชายและเพศหญิงสามารถตอบสนองต่อการฝึกได้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ไม่พบอิทธิพลของปัจจัยด้านเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Kenney et al. (2020) ที่อธิบายว่าการฝึกออกกำลังกายอย่างเป็นระบบสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้ในทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยผลของการฝึกขึ้นอยู่กับลักษณะของโปรแกรมการฝึก ความต่อเนื่องของการฝึก และการปรับตัวของร่างกาย มากกว่าปัจจัยด้านเพศเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ผลการวิจัยไม่พบปฏิสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษา ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าโปรแกรมการออกกำลังกายดังกล่าวสามารถส่งเสริมสมรรถภาพทางกายได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ขึ้นอยู่กับเพศและช่วยยืนยันว่าโปรแกรมการฝึกนี้มีความครอบคลุมและสามารถนำไปใช้เป็นมาตรฐานสำหรับนักศึกษาได้โดยไม่ต้องแยกตารางฝึกตามเพศ กล่าวคือ นักศึกษาทั้งเพศชายและเพศหญิงสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้ในทิศทางที่ใกล้เคียงกันเมื่อเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายในรูปแบบเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ 10 Roberts et al. (2020) ที่พบว่า การตอบสนองต่อการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน เมื่อควบคุมรูปแบบและความหนักของการฝึกอย่างเหมาะสม แม้ว่าระดับพื้นฐานของความแข็งแรงอาจแตกต่างกันบ้างระหว่างเพศ และโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาได้ เนื่องจากเป็นรูปแบบการฝึกที่สามารถดำเนินการได้ง่าย ใช้อุปกรณ์ไม่ซับซ้อน และเหมาะสมกับข้อจำกัดด้านเวลาและรูปแบบการดำเนินชีวิตของนักศึกษาในปัจจุบัน อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพในระดับมหาวิทยาลัยได้อย่างเหมาะสม แต่การศึกษานี้ก็ยังมีกลุ่มตัวอย่างจำนวนค่อนข้างจำกัด ซึ่งอาจส่งผลต่อความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัยไปยังประชากรในวงกว้างได้ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผู้วิจัยจะมีการคัดกรองระดับกิจกรรมทางกายพื้นฐานและดำเนินการทดสอบก่อนการทดลองแล้ว แต่เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) จึงอาจยังมีความแตกต่างของพื้นฐานด้านกิจกรรมทางกายระหว่างผู้เข้าร่วมบางส่วน ซึ่งอาจส่งผลต่อการตอบสนองต่อโปรแกรมการฝึกได้ ดังนั้น การวิจัยในอนาคตควรมีการควบคุมตัวแปรด้านกิจกรรมทางกายพื้นฐานให้รัดกุมมากยิ่งขึ้น หรือใช้การสุ่มตัวอย่างแบบสมบูรณ (randomized controlled trial) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการอธิบายผลของโปรแกรมการฝึก และอีกประเด็นการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ซึ่งอาจส่งผลต่ออำนาจการทดสอบทางสถิติ (statistical power) ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเฉพาะการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพื่อเพิ่มความแม่นยำและความสามารถในการอธิบายผลการวิจัยให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นในคราวต่อไป

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ศึกษาผลของปัจจัยด้านเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้าน และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในด้านความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อ รวมถึงความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด ขณะที่ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ ผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายระหว่างเพศชายและเพศหญิงพบว่า ทั้งสองเพศมีรูปแบบการพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่ใกล้เคียงกัน และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศ อีกทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านและเพศต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการออกกำลังกายดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาได้อย่างเหมาะสมทั้งในเพศชายและเพศหญิง สรุป โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา และสามารถประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมกิจกรรมทางกายและสุขภาพในสถาบันการศึกษาได้ต่อไป จากผลการวิจัยดังกล่าว สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมสมรรถภาพทางกายและพฤติกรรมการออกกำลังกายของนักศึกษาได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากโปรแกรดังกล่าว สามารถพัฒนาความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อ รวมถึงความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้มีระยะเวลาการฝึกเพียง 8 สัปดาห์เท่านั้น ซึ่งอาจยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายอย่างชัดเจน ดังนั้น การวิจัยในอนาคตควรลองเพิ่มระยะเวลาของโปรแกรมการฝึกให้ยาวนานขึ้น เช่น 12–16 สัปดาห์ และเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย นอกจากนี้ควรใช้เครื่องมือในการประเมินองค์ประกอบของร่างกายที่มีความละเอียดมากขึ้น เช่น การวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายหรือมวลกล้ามเนื้อ เพื่อให้สามารถอธิบายผลของการฝึกออกกำลังกายได้ครอบคลุมและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- American College of Sports Medicine. (2021). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (11th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.
- Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye, M. J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive Physiology*, 2(2), 1143–1211. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110025>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., & Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Department of Physical Education. (2019). Physical fitness test manual for people aged 19–59 years. Bangkok: Department of Physical Education, Ministry of Tourism and Sports. (in Thai)
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2018). Effects of resistance training on muscle strength in men and women: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 36(16), 1857–1864. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0872-x>
- Huang, Z., Wang, W., Huo, K., Wang, Y., & Tian, K. (2025). Physical fitness status and influencing factors among college students aged 19–22 in Shandong province, China: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 25, 2105. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-22350-x>
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2020). *Physiology of sport and exercise* (7th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (8th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.
- Myers, J., McAuley, P., Lavie, C. J., Després, J.-P., Arena, R., & Kokkinos, P. (2015). Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: Their independent and interwoven importance to health status. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 57(4), 306–314. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.09.011>

- Roberts, B. M., Nuckols, G., & Krieger, J. W. (2020). Sex differences in resistance training: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(5), 1448–1460. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003521>.
- Warburton, D. E. R., & Bredin, S. S. D. (2017). Health benefits of physical activity: A systematic review of current systematic reviews. *Current Opinion in Cardiology*, 32(5), 541–556. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000437>
- World Health Organization. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour [Online]. Retrieved February 8, 2026, from <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>
- World Health Organization. (2022). Global status report on physical activity 2022. Geneva: World Health Organization. <https://doi.org/10.2471/9789240059153>
- Yu, X., & Kanchanathaweekul, T. (2023). Effects of cross-training exercise program to improve health-related physical fitness for university students in Guangdong. *International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews*, 3(6), 247–260. <https://doi.org/10.60027/ijssr.2023.3414>