บทความวิจัย

ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำต่อสมรรถภาพทางกายของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรที่มีภาวะอ้วนระดับ 1

ปิยธิดา อรุณวัฒนโชค[1,*] วท.ม., มัทนา ภูมิประพัทธ์[1] Ph.D., สรัลพร สุปินะ[2] วท.บ.,
ทิพย์ลดา อยู่เกษม[2] วท.บ., วรันธร ทายา[2] วท.บ.

Received: August 26, 2024
Revised: October 29, 2024
Accepted: December 3, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินผลของการออกกำลังกายในน้ำต่อองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพทางกายของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรที่มีภาวะอ้วนระดับ 1 อายุ 20-24 ปี จำนวน 14 คน ที่ได้รับการสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 6 คน และกลุ่มควบคุม 8 คน กลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำด้วยความหนักปานกลาง ครั้งละ 50 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมไม่ได้ออกกำลังกาย วัดองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน และเส้นรอบเอว สมรรถภาพทางกาย ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความทนทานของระบบหัวใจและการไหลเวียน และความจุปอด ก่อนและหลังโปรแกรมการออกกำลังกาย วิเคราะห์ข้อมูล ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ด้วยสถิติ Independent sample t-test และภายในกลุ่มด้วยสถิติ Paired t-test

หลังการออกกำลังกาย ไม่พบความแตกต่างขององค์ประกอบของร่างกาย แต่พบความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างกลุ่ม และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มทดลอง พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเส้นรอบเอว ความอ่อนตัว ความจุปอด และความทนทานของระบบหัวใจและไหลเวียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่ดีของการออกกำลังกายในน้ำต่อความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อขา อย่างไรก็ตาม การออกกำลังกาย 6 สัปดาห์ อาจยังไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของร่างกายได้ ควรเพิ่มระยะเวลาในการออกกำลังกายเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างที่ชัดเจนขึ้น

คำสำคัญ: การออกกำลังกายในน้ำ ภาวะอ้วนระดับ 1 สมรรถภาพทางกาย องค์ประกอบของร่างกาย

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[2] นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (กายภาพบำบัด) คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[*] ผู้รับผิดชอบบทความ: piyatidan@nu.ac.th

Effect of aquatic aerobic exercise on physical performance in Naresuan University students with class 1 obesity

Piyatida Arunwattanachok[1,*] M.Sc., Mattana Bhumipraphat[1] Ph.D., Sarunporn Supina[2] B.Sc., Thiplada Yukasem[2] B.Sc., Varuntron Taya[2] B.Sc.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effects of aquatic exercise on body compositions and physical performances among 14 students at Naresuan University aged 20-24 years with obesity level 1. Participants were randomized into experimental (n = 6) and control (n = 8) groups. The experimental group received a moderate-intensity aquatic exercise program for 50 minutes per session, 3 times per week, for 6 weeks, while the control group did not exercise. Body composition measurements included body weight, Body Mass Index, body fat percentage, and waist circumference. Physical performance assessments included muscle strength, muscle endurance, flexibility, cardiovascular endurance, and lung capacity, measured before and after the exercise program. The differences between groups were analyzed using an independent sample t-test, and within-group differences were analyzed using a paired t-test.

After the exercise program, no significant differences were found in body composition between the groups. However, significant differences were observed in leg muscle strength and endurance at the level 0.05 between groups. Within the experimental group, there were significant differences in waist circumference, lung capacity, flexibility, and cardiovascular endurance at the level 0.05. These findings suggest that aquatic exercise may have a positive effect on leg muscle strength and endurance. However, a 6-week exercise duration may not be sufficient to induce changes in body composition. A longer exercise period is recommended to observe noticeable changes.

Keywords: Aquatic exercise, Class 1 obesity, Physical performance, Body composition

[1] Assistant professor, Faculty of Allied Health Science, Naresuan University

[2] Students in Bachelor of Science (Physical Therapy), Faculty of Allied Health Science, Naresuan University

[*] Corresponding author: piyatidan@nu.ac.th

บทนำ

ในปัจจุบันพบว่า คนที่เป็นโรคอ้วน มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในหลายประเทศทั่วโลกจากการสำรวจพบว่า อุบัติการณ์ของโรคอ้วน เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งในเด็ก และผู้ใหญ่ ข้อมูลการสำรวจตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 ถึงปี ค.ศ. 2022 พบประชากรที่เป็นโรคอ้วนเพิ่มถึง 4 เท่า ในขณะที่ประชากรที่มีอายุมากกว่า 18 ปีขึ้นไป มีภาวะอ้วนมากถึง 890 ล้านคนทั่วโลก (GBD 2019 Risk Factors Collaborators, 2020; World Health Organization, 2024) อุบัติการณ์โรคอ้วนในประเทศไทย เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 30.0 หรือมีผู้ป่วยโรคอ้วนมากกว่า 20 ล้านคน จากประชากรทั้งหมด ผลการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย ครั้งที่ 6 พ.ศ. 2562-2563 พบว่า คนไทยที่มีอายุมากกว่า 15 ปีขึ้นไป มีภาวะอ้วนและอ้วนลงพุง มากถึงร้อยละ 42.2 และ 39.4 ตามลำดับ (Wichai, Hataichanok, & Warapone, 2021)

ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้คนได้มากขึ้นในปัจจุบัน ส่งผลต่อความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น การสั่งของทางออนไลน์แทนการออกไปซื้อของด้วยตนเอง มีแนวโน้มทำให้คนใช้ชีวิตอยู่กับที่มากขึ้น มีการเคลื่อนไหว และออกกำลังกายน้อยลง ร่วมกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่มีแป้ง ไขมัน และน้ำตาลในปริมาณที่สูงขึ้น ทำให้ปริมาณแคลอรี่ที่ได้รับแต่ละวันมากเกินไป นำไปสู่ปัญหาโรคอ้วนตามมา ซึ่งส่งผลกระทบต่อร่างกายหลายด้าน เช่น ปัญหาต่อระบบเมแทบอลิก ระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบทางเดินอาหาร และโรคตับ ระบบกระดูกและข้อ เป็นต้น (Kongjarern, 2017; Pondongnok, Wichai, & Tornraj, 2015) แนวทางในการจัดการดูแลทำได้โดยการควบคุมอาหารตามหลักโภชนาการ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวัน รวมไปถึงการออกกำลังกาย (No-In, 2017)

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก สามารถช่วยในเรื่องของการเผาผลาญแคลอรีในร่างกาย และช่วยควบคุมน้ำหนักได้ สำหรับคนอ้วนที่ไม่ค่อยได้เคลื่อนไหวร่างกาย ควรใช้ความหนักระดับปานกลาง และใช้เวลามากกว่าหรือเท่ากับ 150 นาทีต่อสัปดาห์ (Kanjanasorn, 2019) อย่างไรก็ตาม การออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั่วไป มักเป็นท่าทางที่ทำให้เกิดแรงกระแทกต่อข้อต่อ ซึ่งไม่เหมาะสมกับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักตัวเกินหรือเป็นโรคอ้วน ดังนั้น การออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดแรงกระแทกต่อข้อต่อ (Potongsunun, 2010) ช่วยบรรเทาอาการปวดขณะออกกำลังกายได้ และยังสามารถเผาผลาญพลังงานได้มาก โดยไม่ได้ใช้แรงในการออกกำลังกายที่มากเกินไป (Darby & Yaekle, 2000) การออกกำลังกายในน้ำ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายหลายด้าน เช่น เพิ่มความอ่อนตัวและความยืดหยุ่นของข้อต่อ ซึ่งจะช่วยให้ร่างกายสามารถทำกิจกรรม และเคลื่อนไหวในทิศทางต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เพิ่มความทนทานของระบบหายใจและหลอดเลือด ทำให้มีการลำเลียงออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อได้เพิ่มมากขึ้นโดยทั่วไป การออกกำลังกายในน้ำ มักทำในน้ำที่มีความลึกเท่าระดับเอว ระดับอก หรือเสมอกับระดับไหล่ ยิ่งออกกำลังกายในน้ำที่มีระดับความลึกมาก น้ำจะช่วยให้สามารถใช้กล้ามเนื้อในการออกกำลังกายได้มากยิ่งขึ้น (Potongsunun, 2010) มีความทนทานของกล้ามเนื้อมากขึ้น เกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อช้าลง จึงทำให้สามารถออกกำลังกายได้นานมากขึ้นด้วยระดับความหนักที่เท่าเดิม และช่วยเพิ่มความแข็งแรงกล้ามเนื้อ สามารถทำงานหดตัวได้แรงขึ้น สร้างพละกำลังให้เพิ่มขึ้น รวมถึงส่งเสริมองค์ประกอบของร่างกาย เช่น น้ำหนักตัว เปอร์เซ็นต์ไขมัน ค่าดัชนีมวลกาย ให้มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้น ได้เช่นเดียวกับการออกกำลังกายบนบก (Land based exercise) (Bergamin, Ermolao, Tolomio, Berton, Sergi, & Zaccaria, 2013; Gappmaier, Lake, Nelson, & Fisher, 2006; Lopera, da Silva, Bianchini, Locateli, Moreira, Dada et al., 2016)

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำ มีประสิทธิภาพมากพอที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสมรรถภาพทางกาย และองค์ประกอบของร่างกาย ในคนอ้วนได้ (Lee & Oh, 2014) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาที่ผ่านมาส่วนมากศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในวัยกลางคน ผู้สูงอายุ หรือคนที่มีภาวะแทรกซ้อนอื่นเกิดขึ้นแล้ว เช่น ปัญหาปวดหลัง หรือข้อเข่าเสื่อม (Costa, Kanitz, Reichert,

Prado, Coconcelli Buttelli, et al., 2018; Lim, Tchai, & Jang, 2010) ยังพบการศึกษาในกลุ่มนิสิตและนักศึกษา ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นของวัยผู้ใหญ่ตอนต้นค่อนข้างน้อย (Abadi, Elumalai, Sankaraval, & Ramli, 2017; Hosiso, Rani, & Rekoninne, 2013) ซึ่งผู้วิจัยเห็นความสำคัญของช่วงวัยนี้ เนื่องจากเป็นวัยที่เตรียมความพร้อมสู่การเป็นผู้ใหญ่ และวัยกลางคนต่อไปในอนาคต อีกทั้งเป็นวัยที่ร่างกายเริ่มมีการสะสมของมวลไขมันในร่างกาย โดยเฉพาะคนที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังกาย หรือไม่ค่อยมีกิจกรรมทางกาย (Karoonngamphan, Suvaree, & Numfone, 2012; Wang, Belza, Thompson, Whitney, & Bennett, 2007)

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำต่อสมรรถภาพทางกายของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่มีภาวะอ้วนระดับ 1 ที่มีกิจกรรมทางกายน้อย โดยผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำ ครั้งละ 50 นาที จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ จะสามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายทั้งในด้านขององค์ประกอบของร่างกาย และสมรรถภาพทางกายในด้านต่างๆ ของนิสิตที่มีภาวะอ้วนระดับ 1 ให้ดีขึ้นได้ เพื่อหวังที่ได้โปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสม และเป็นแนวทางในการส่งเสริมสุขภาพที่ดี และป้องกันไม่ให้เกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคอ้วนตามมาในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพทางกายระหว่างกลุ่มอาสาสมัครที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ออกกำลังกาย

2. เพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของร่างกาย และสมรรถภาพทางกายภายในกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่ม และมีกลุ่มควบคุม (Randomized control trial; RCT) ได้รับการรับรองจริยธรรมจากการวิจัยมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่อนุมัติ P10059/63 COA No.237/2020

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ที่ลงทะเบียนในปีการศึกษา 2563 เก็บข้อมูลระหว่างเดือน สิงหาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2563 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรที่มีภาวะอ้วนระดับ 1 คำนวณขนาดตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power 3.1.9.2 โดยกำหนดค่า α = 0.05, β = 0.80, Effect side = 1.45 (Lim et al., 2010) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 14 คน และเพื่อป้องกันการถอดถอน ผู้วิจัยจึงเพิ่มจำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยอีก ร้อยละ 50.0 คิดเป็นจำนวน 7 คน ดังนั้นจึงได้จำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 21 คนและเพื่อให้ทั้งสองกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน ผู้วิจัยจึงใช้จำนวน 22 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 11 คน และกลุ่มควบคุม 11 คนโดยกำหนดเกณฑ์คัดเข้า คือ เป็นนิสิตที่กำลังศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2563 อายุระหว่าง 20-24 ปี มีค่าดัชนีมวลกาย ระหว่าง 25.0-29.9 กิโลกรัม/เมตร^2 ซึ่งจัดว่าเป็นภาวะอ้วนระดับ 1 ตามเกณฑ์ของค่าดัชนีมวลกายของประชากรเอเชีย (Somlaw, 2015) ไม่ได้ออกกำลังกาย หรือออกกำลังกายน้อยกว่า 1 วันต่อสัปดาห์และยินยอมเข้าร่วมการวิจัยโดยลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรในแบบฟอร์มเข้าร่วมงานวิจัย เกณฑ์คัดออก คือ มีโรคประจำตัว ได้แก่ ความดันโลหิตสูง เบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด ไขมันในเลือดสูง โรคหอบหืด โรคลมชักที่ไม่สามารถควบคุมได้ เป็นโรคอ้วนที่มีสาเหตุทางพันธุกรรมและโรคทางโครโมโซม เคยได้รับการบาดเจ็บหรือมีปัญหาทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในช่วงระยะเวลา 1 ปีที่ผ่านมา มีปัญหาเรื่องการทรงตัว เช่น น้ำในหูไม่เท่ากัน บ้านหมุน เป็นต้น และมีแผลเปิดหรือ

แผลอักเสบ ติดเชื้อ ที่เป็นข้อห้ามของการลงน้ำ ผู้วิจัยให้อาสาสมัครจับสลากซองปิดผนึก ในการสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง (Experimental group) ที่ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำ ครั้งละ 50 นาที จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุม (Control group) ที่ไม่ได้ออกกำลังกาย และปฏิบัติกิจกรรมประจำวันตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบบันทึกข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครเพื่อคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย สถานะความเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร โรคประจำตัว โรคที่เกิดจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม หรือโครโมโซมที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ ประวัติการได้รับบาดเจ็บทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา ปัญหาทางร่างกายที่ส่งผลต่อการทรงตัว ภาวะการติดเชื้อในร่างกาย และแผลเปิด อักเสบ ติดเชื้อ และความบ่อยของการออกกำลังกายในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา

2. แบบบันทึกสัญญาณชีพ ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที) ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท) อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที) และอุณหภูมิกาย (องศาเซลเซียส) ก่อนและหลังการออกกำลังกายในแต่ละครั้ง

3. แบบบันทึกการประเมินสมรรถภาพทางกายก่อนและหลังออกกำลังกายในน้ำของผู้เข้าร่วมวิจัย ประกอบด้วย

3.1 องค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ส่วนสูง (เมตร) ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2) เปอร์เซ็นต์ไขมัน และเส้นรอบเอว (เซ็นติเมตร)

3.2 การทดสอบสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ แรงบีบมือ (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว) การนั่งงอตัวไปข้างหน้า (นิ้ว) ความจุปอด (มิลลิลิตร) การยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที (ครั้ง) และการยืนนั่ง 60 วินาที (ครั้ง)

4. แบบประเมินระดับความหนักของการออกกำลังกาย ได้แก่ ก่อนออกกำลังกาย ช่วงอบอุ่นร่างกาย ระหว่างออกกำลังกาย ช่วงคลายอุ่น และหลังออกกำลังกายในแต่ละครั้ง

5. แบบบันทึกข้อมูลการบริโภคอาหารใน 1 วัน ได้แก่ รายการอาหารและชนิดของอาหาร โดยแบ่งเป็นกลุ่มอาหาร (ปริมาณ) คือ ข้าว-แป้ง (ทัพพี) ผัก (ทัพพี) ผลไม้ (ส่วน) เนื้อสัตว์ (ช้อนกินข้าว) นมและผลิตภัณฑ์ (แก้ว) น้ำมัน/กะทิ (ช้อนชา) และน้ำตาล (ช้อนชา) โดยอ้างอิงจากคู่มือการบันทึกและประเมินการบริโภคอาหารทั่วไปและอาหารที่เป็นแหล่งแคลเซียมของกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (Chaolilitkul, 2005)

ส่วนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำสำหรับกลุ่มทดลอง ได้มาจากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายในน้ำ (Konno, 2020; Milford, 2008, 2012a, 2012b, 2012c, 2012d; Winderl, 2018) โดยผู้วิจัยได้ออกแบบภายใต้แนวคิดเกี่ยวกับท่าทาง ที่มีทั้งการยืดกล้ามเนื้อทั่วทั้งลำตัวในช่วงอบอุ่นร่างกาย ตามด้วยการออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหว และมีการทำงานของกล้ามเนื้อทุกส่วนของร่างกายในน้ำที่ความลึกระดับไหล่ โดยมีการนำดัมเบลโฟม และแท่งโฟมลอยน้ำมาใช้เพื่อเป็นแรงต้านในการออกกำลังกาย ตามด้วยการออกกำลังกายด้วยการคลายอุ่นและฝึกการหายใจเพื่อผ่อนคลาย โปรแกรมการออกกำลังกายประกอบด้วย การอบอุ่นร่างกาย 10 นาที ด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ค้างไว้ท่าละ 10 วินาที ได้แก่ การหมุนหัวไหล่ด้านหน้าและหลัง การยืดหัวไหล่ไขว้แขนเหยียดไปทางด้านข้าง การยืดเหยียดแขนไปทางด้านหน้าและหลัง การยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า การยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง การเคลื่อนไหว ท่าละ 20 วินาที จำนวน 2 เซต ได้แก่ การย่ำเท้าอยู่กับที่ การก้าวเท้าไปด้านข้างพร้อมกางแขน การก้าวขาไปทางด้านหน้าและหลัง และการเดินด้วยปลายเท้าไปด้านหน้า ต่อด้วยการออกกำลังกายเป็นเวลา 30 นาที ได้แก่ 1) ท่าชกไปทางด้านหน้า 2) ท่าชกไปทางด้านข้างพร้อมบิดตัว 3) ท่ากางขา พร้อมกางแขนและหุบขาชิด 4) ยกเข่าขึ้นสลับกันสองข้าง 5) ยกขาไปทางห้านหน้า 6) กระโดดตบ 7) กระโดดตบใต้เข่า 8) กระโดดแบบจิงโจ้ 9) จับดัมเบลโฟม และกดลงน้ำพร้อมย่อเข่า 10) กดแท่งโฟมให้จม และ 11) กดแท่งโฟมไว้ใต้น้ำ โดยทำท่าละ 20 วินาที ทั้งซ้ายและขวา จำนวน

6 เซต จากนั้นคูลดาวน์ ด้วยท่าผ่อนคลายร่างกาย เคลื่อนไหวแขนและขาแบบช้าในน้ำ ร่วมกับการฝึกหายใจ 10 นาที

อุปกรณ์ที่ใช้วัดองค์ประกอบของร่างกาย และสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ 1) เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (OMRON, HBF-356, Japan) ใช้ในการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย 2) สายวัด ใช้สำหรับวัดเส้นรอบเอว 3) นาฬิกาจับเวลา (SEIKO รุ่น Water resistant) ใช้สำหรับจับเวลาในการทดสอบการยืนนั่ง 60 วินาที และการยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที 4) กล่องเครื่องมือวัดความอ่อนตัว ขนาดสูง 30 เซ็นติเมตร สำหรับการทดสอบการนั่งงอตัวไปข้างหน้าเครื่องวัดความจุปอด (Riester spirometer/Spiropet) ใช้สำหรับการวัดความจุปอด 5) เครื่องวัดแรงกล้ามเนื้อ (Hand grip dynamometer) สำหรับวัดแรงบีบมือ 6) เก้าอี้ ใช้สำหรับการทดสอบการยืนนั่ง 60 วินาที และ 7) เชือก ใช้สำหรับเป็นเส้นกำหนดความสูง ในการทดสอบการยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาทีอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดสัญญาณชีพ ได้แก่ เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอล (TERUMO, ES-P110) ในการวัดความดันโลหิต และเครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermos Scan) ใช้วัดอุณหภูมิกาย

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การรับสมัครกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยประกาศรับสมัครผู้เข้าร่วมวิจัย โดยการติดป้ายประกาศเชิญชวนผู้ที่สนใจเข้าร่วมเป็นอาสาสมัครตามที่สาธารณะ หลังจากที่มีผู้สนใจแจ้งความประสงค์เข้าร่วมงานวิจัย ผู้วิจัยทำการคัดกรองเพื่อคัดเลือกอาสาสมัคร และทำการสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง

อาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ได้รับการประเมินองค์ประกอบของร่างกาย ในช่วง 1 วันก่อนการฝึก ได้แก่ ค่าดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน ด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย เส้นรอบเอว ด้วยสายวัดมาตรฐาน และสมรรถภาพทางกาย (Hemara, 2018; Samahito, Bhathrobhas, Sasimontonkul, Sriyapai, Tienkaew, Pheakprakong et al., 2013) ได้แก่

1) แรงบีบมือ เพื่อทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ และแขนท่อนล่าง โดยให้อาสาสมัครยืนตรง แขนแนบลำตัว ถือเครื่องวัดแรงกล้ามเนื้อด้วยมือข้างที่ถนัด ในลักษณะที่คว่ำมือลง ข้อนิ้วมือข้อที่สองงอพอดีกับแกนบีบ แล้วกางแขนออกประมาณ 15 องศา จากนั้นออกแรงบีบเครื่องวัดให้มากที่สุด จำนวน 2 ครั้ง พักห่างกัน 2 นาที และบันทึกผลของครั้งที่ดีที่สุดเป็นกิโลกรัม แล้วนำค่าที่ได้มาหารกับน้ำหนักตัว และบันทึกค่าแรงบีบมือเป็นกิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว

2) การนั่งงอตัวไปข้างหน้า เพื่อวัดความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ โดยให้อาสาสมัครนั่งตัวตรง เหยียดขาไปด้านหน้า ฝ่าเท้าตั้งขึ้นวางราบชิดกล่องวัดความอ่อนตัว จากนั้นคว่ำมือ เหยียดศอกทั้งสองข้าง ยื่นแขนตรงไปข้างหน้า ให้ฝ่ามือทั้งสองข้างวางคว่ำซ้อนทับกันพอดี แล้วค่อยๆ ก้มตัว เหยียดแขนไปทางด้านหน้าให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ ค้างไว้ 3 วินาที แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้นอีกครั้ง โดยทดสอบ 2 ครั้งติดต่อกัน บันทึกระยะทางที่มากที่สุดที่ทำได้ เป็นเซ็นติเมตร

3) ยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที เพื่อทดสอบความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด ก่อนการทดสอบ ให้อาสาสมัครยกเข่าสูง ต้นขาขนานกับพื้น เข่างอ ทำมุมกับสะโพก 90 องศา และใช้เชือกขึงไว้เพื่อเป็นจุดอ้างอิงระดับความสูงของการยกเข่า จากนั้น ให้อาสาสมัครยืนตรง มือทั้งสองข้างท้าวเอว เริ่มทดสอบโดยให้ยกเข่าข้างหนึ่งขึ้นสูงจนแตะกับเชือกที่ขึงไว้ แล้ววางลง จากนั้นทำเช่นเดียวกันกับขาอีกข้างหนึ่ง นับเป็น 1 ครั้ง สลับกันจนครบ 3 นาที บันทึกจำนวนครั้งที่อาสาสมัครทำได้ โดยทดสอบเพียงแค่ครั้งเดียว

4) ยืนและนั่งเก้าอี้ 60 วินาที เพื่อทดสอบความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อขา อาสาสมัครนั่งบริเวณกึ่งกลางของเก้าอี้ เท้าสองข้างวางราบกับพื้นห่างกันประมาณช่วงไหล่ หลังตรง แขนสองข้างประสานไขว้กันไว้บริเวณหน้าอก มือแตะไหล่ จากนั้นลุกขึ้นยืนตรงแล้วลงนั่ง นับเป็น 1 ครั้ง ลุกและนั่งให้ได้มากที่สุด ทดสอบจนครบ 60 วินาที โดยที่ขณะยืนลำตัวและขาเหยียดตรง ขณะนั่ง สะโพกสัมผัสเก้าอี้ทุกครั้ง บันทึกจำนวนครั้งที่ทำได้อย่างถูกต้อง โดยทดสอบเพียงครั้งเดียว

5) ความจุปอด เพื่อวัดปริมาตรความจุปอด โดยใช้เครื่องวัดความจุปอด ผู้วิจัยตั้งสเกลเข็มให้เริ่มต้นที่ 0 จากนั้น ให้อาสาสมัครยืนตัวตรงหน้าเครื่อง ให้จับหลอด

เป่าอยู่ระดับปาก หายใจเข้าเต็มที่ แล้วเป่าลมเข้าในหลอดให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยไม่ให้ตัวงอ หรือแขนชิดหน้าอกมากเกินไป ทำการทดสอบ 2 ครั้ง บันทึกค่าที่ดีที่สุด หน่วยเป็นมิลลิเมตร จากนั้น นำค่าที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัวของอาสาสมัคร จะได้เป็นค่าความจุปอด

การให้โปรแกรมการออกกำลังกาย

หลังจากการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง 1 วัน อาสาสมัครกลุ่มทดลองจะได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำ ที่อุณหภูมิน้ำประมาณ 32 ± 2 องศาเซลเซียส ครั้งละ 50 นาที จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ รวมการออกกำลังกายทั้งหมด 18 ครั้ง ที่สระธาราบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร นำการออกกำลังกายโดยนิสิตกายภาพบำบัด ภายใต้การควบคุมดูแลของอาจารย์กายภาพบำบัด ผู้วิจัยวัดสัญญาณชีพของอาสาสมัคร ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที) ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท) อัตราการหายใจ (ครั้ง/นาที) และอุณหภูมิกาย (องศาเซลเซียส) ก่อนและหลังการออกกำลังกายในแต่ครั้ง

โดยอาสาสมัครจะได้รับการฝึกซ้อมท่าการออกกำลังกายในแต่ละท่าบนบกก่อน เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถออกกำลังกายได้อย่างถูกต้อง และได้รับความรู้เกี่ยวกับระดับความหนักของการออกกำลังกาย โดยใช้ Borg rating of perceived exertion (RPE) ซึ่งอาสาสมัครต้องออกกำลังกายให้ได้ระดับความหนัก ในช่วงอบอุ่นร่างกายที่ระดับ 10-11 (เริ่มรู้สึกเหนื่อย) ระหว่างออกกำลังกายที่ระดับ 12-13 (ค่อนข้างเหนื่อย) และช่วงคลายอุ่นที่ระดับ 10-11 (เริ่มรู้สึกเหนื่อย) ตามลำดับ (Wongphaet, Jipraphai, Kantaratanakul, & Chira-Adisai, 1998) หากอาสาสมัครแสดงอาการหอบเหนื่อย เช่น เริ่มพูดไม่เป็นคำ แสดงว่าระดับความเหนื่อยสูงเกินกว่าที่กำหนด ผู้วิจัยต้องลดความหนักของการออกกำลังกายลง ระหว่างออกกำลังกายในน้ำ มีผู้วิจัยดูแลอาสาสมัครอยู่ในระยะที่ไม่ขัดขวางการเคลื่อนไหว แต่พร้อมที่ให้ความช่วยเหลือเมื่ออาสาสมัครต้องการตลอดเวลาสำหรับกลุ่มควบคุมให้ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามปกติ และให้อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มยังคงรูปแบบการดำเนินชีวิตแบบเดิม ทั้งการรับประทานอาหารและกิจกรรมทางกายในแต่ละวันและขอให้อาสาสมัครกรอกข้อมูลรายงานการรับประทานในแต่ละวัน ตามแบบบันทึกการบริโภคอาหารใน 1 วัน ของกองโภชนาการ กระทรวงสาธารณสุข ทางแบบฟอร์มออนไลน์เป็นประจำทุกวันตลอดการเข้าร่วมโปรแกรม โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจัดทำระบบอีเมลแจ้งเตือนอาสาสมัครทุกวัน

อาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ได้รับการประเมินองค์ประกอบของร่างกาย และสมรรถภาพทางกายอีกครั้งในช่วง 1 วันหลังสิ้นสุดโปรแกรมการออกกำลังกายทั้งหมด สำหรับอาสาสมัครกลุ่มควบคุมจะได้รับคำเชิญชวนให้เข้าร่วมการออกกำลังกายในน้ำแบบเดียวกับอาสาสมัครกลุ่มทดลอง โดยทำการนัดหมายภายหลังจากสิ้นสุดโปรแกรมภายใน 1 สัปดาห์ เป็นจำนวน 1 ครั้ง และได้รับไฟล์ท่าทางการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำ รวมทั้งคำแนะนำการบริโภคอาหาร การออกกำลังกายที่เหมาะสม

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณา (Descriptive statistics) ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบการแจกแจงข้อมูล (Test of normality) ด้วย Shapiro-Wilk test จากนั้น วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของร่างกาย และสมรรถภาพทางกายก่อนและหลังการออกกำลังกาย ระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Independent sample t-test และภายในกลุ่มด้วยสถิติ Paired Samples t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ มีอาสาสมัครผ่านเกณฑ์คัดเข้า จำนวน 16 คน โดยถูกสุ่มแบ่งกลุ่ม เป็นกลุ่มทดลอง 8 คนและกลุ่มควบคุม 8 คน หลังจากได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย พบว่า มีการถอนตัวของอาสาสมัครในกลุ่มทดลอง 2 คน เนื่องจากไม่สามารถเข้ารับการออกกำลังกายได้ครบ 6 สัปดาห์ ทำให้เมื่อสิ้นสุดงานวิจัยเหลือจำนวนอาสาสมัครในกลุ่มทดลอง 6 คน

ข้อมูลทั่วไปของทั้งสองกลุ่ม พบว่า กลุ่มทดลองเป็นเพศชาย 3 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 และเพศหญิง 3 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 และในกลุ่มควบคุม เป็นเพศชาย

3 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 และเพศหญิง 5 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 ตามลำดับ ข้อมูลองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน และเส้นรอบเอว และสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ แรงบีบมือ การนั่งงอตัวไปด้านหน้า ความจุปอด การยืนยกเข่าขึ้นลง และการยืนนั่ง 60 วินาที ของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม มีการกระจายตัวปกติ (p-value > 0.05) ยกเว้น อายุของทั้งสองกลุ่ม ที่มีการกระจายตัวไม่ปกติ

ตาราง 1 การทดสอบการกระจายตัวขององค์ประกอบของร่างกายและข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพทางกายของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ก่อนเริ่มโปรแกรมการออกกำลังกาย (สัปดาห์ที่ 0)

องค์ประกอบของร่างกาย	Statistic	df	p-value
อายุ (ปี)	0.85	14	0.023*
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	0.95	14	0.604
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	0.96	14	0.772
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	0.88	14	0.062
ไขมันในร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	0.93	14	0.292
เส้นรอบเอว (เซนติเมตร)	0.95	14	0.628
การทดสอบมรรถภาพทางกาย			
แรงบีบมือ (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว)	0.97	14	0.831
การนั่งงอตัวไปด้านหน้า (เซนติเมตร)	0.96	14	0.700
ความจุปอด (มิลลิลิตร)	0.92	14	0.226
การยืนยกเข่าขึ้นลง (ครั้ง)	0.94	14	0.446
ยืนนั่ง 60 วินาที (ครั้ง)	0.92	14	0.206

หมายเหตุ แสดงค่าในรูปของค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D.) ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test, *p-value < 0.05

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลข้อมูลองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน และเส้นรอบเอว และสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ แรงบีบมือ การนั่งงอตัวไปด้านหน้า ความจุปอด การยืนยกเข่าขึ้นลง และการยืนนั่ง 60 วินาที ของทั้งสองกลุ่ม ก่อนได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย (สัปดาห์ที่ 0) พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ก่อนเริ่มโปรแกรมการออกกำลังกายไม่แตกต่างกัน

ผลการเปรียบเทียบ ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน และเส้นรอบเอว ในสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม พบว่า เส้นรอบเอวของอาสาสมัครกลุ่มทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) หลังออกกำลังกาย 6 สัปดาห์ แต่ไม่พบความเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของร่างกายด้านอื่น

ตาราง 2 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของร่างกาย อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มก่อนเริ่มโปรแกรมการออกกำลังกาย (สัปดาห์ที่ 0) และหลังได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย (สัปดาห์ที่ 6)

องค์ประกอบของร่างกาย	กลุ่ม	สัปดาห์ที่ 0 (Pre-test)	สัปดาห์ที่ 6 (Post-test)	p-value
อายุ (ปี)	กลุ่มควบคุม (n = 8)	21.88 ± 0.99	-	-
	กลุ่มทดลอง (n = 6)	21.67 ± 1.03	-	-
	p-value	0.709		
	Mean difference	-0.21		
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กลุ่มควบคุม (n = 8)	76.40 ± 10.23	75.76 ± 10.77	0.544
	กลุ่มทดลอง (n = 6)	75.03 ± 10.16	73.98 ± 9.79	0.292
	p-value	0.808	0.756	
	Mean difference	-1.37	-1.78	
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	กลุ่มควบคุม (n = 8)	165.00 ± 8.68	-	-
	กลุ่มทดลอง (n = 6)	168.00 ± 9.47	-	-
	p-value	0.549		
	Mean difference	3.00		
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	กลุ่มควบคุม (n = 8)	28.00 ± 1.54	28.00 ± 1.54	0.773
	กลุ่มทดลอง (n = 6)	26.52 ± 1.88	26.15 ± 1.88	0.292
	p-value	0.131	0.151	
	Mean difference	-1.49	-1.74	
ไขมันในร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	กลุ่มควบคุม (n = 8)	33.63 ± 6.22	33.14 ± 7.16	0.400
	กลุ่มทดลอง (n = 6)	30.27 ± 8.76	29.72 ± 9.25	0.267
	p-value	0.416	0.449	
	Mean difference	-3.36	-3.42	
เส้นรอบเอว (เซนติเมตร)	กลุ่มควบคุม (n = 8)	93.06 ± 9.02	93.75 ± 10.01	0.593
	กลุ่มทดลอง (n = 6)	92.08 ± 7.17	86.50 ± 6.25	0.039*
	p-value	0.831	0.146	
	Mean difference	-0.98	-7.25	

หมายเหตุ แสดงค่าในรูปของค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D.) และค่า Mean difference เปรียบเทียบภายในกลุ่มด้วยสถิติ Paired samples t-test และระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Independent sample t-test
*p-value < 0.05

ผลการเปรียบเทียบข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย หลังออกกำลังกาย 6 สัปดาห์พบความแตกต่างของความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อขา (การทดสอบยืนนั่ง 60 วินาที) ระหว่างอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพกายด้านอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลภายในกลุ่ม พบว่า หลังออกกำลังกาย 6 สัปดาห์ในกลุ่มทดลอง มีความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ (การนั่งงอตัวไปข้างหน้า) ความจุปอด และความแข็งแรงและอดทนของกล้ามเนื้อขา (ทดสอบยืนนั่ง 60 วินาที) แตกต่างจากก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับภายในกลุ่มควบคุม พบความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 3 การเปรียบเทียบข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพทางกายอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ก่อนเริ่มโปรแกรมการออกกำลังกาย (สัปดาห์ที่ 0) และหลังได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย (สัปดาห์ที่ 6)

สมรรถภาพทางกาย	กลุ่ม	สัปดาห์ที่ 0 (Pre-test)	สัปดาห์ที่ 6 (Post-test)	p-value
แรงบีบมือ (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว)	กลุ่มควบคุม (n = 8)	0.41 ± 0.79	0.41 ± 0.09	0.951
	กลุ่มทดลอง (n = 6)	0.49 ± 0.77	0.53 ± 0.16	0.142
	p-value	0.096	0.050	
	Mean difference	0.08	0.12	
การนั่งงอตัวไปด้านหน้า (เซนติเมตร)	กลุ่มควบคุม (n = 8)	3.19 ± 14.31	3.31 ± 12.80	0.931
	กลุ่มทดลอง (n = 6)	-0.67 ± 9.14	6.67 ± 7.50	0.043*
	p-value	0.576	0.580	
	Mean difference	-3.85	3.35	
ความจุปอด (มิลลิลิตร)	กลุ่มควบคุม (n = 8)	2787.50 ± 950.79	2631.25 ± 806.64	0.678
	กลุ่มทดลอง (n = 6)	2700.00 ± 1040.31	3483.33 ± 813.43	0.005‡
	p-value	0.875	0.075	
	Mean difference	-87.50	852.08	
การยืนยกเข่าขึ้นลง (ครั้ง)	กลุ่มควบคุม (n = 8)	124.13 ± 19.45	137.13 ± 19.66	0.067
	กลุ่มทดลอง (n = 6)	122.83 ± 24.44	154.67 ± 32.47	0.027*
	p-value	0.914	0.257	
	Mean difference	1.29	16.29	
การยืนนั่ง 60 วินาที (ครั้ง)	กลุ่มควบคุม (n = 8)	31.50 ± 7.73	30.38 ± 5.66	0.625
	กลุ่มทดลอง (n = 6)	41.00 ± 10.22	46.67 ± 15.92	0.255
	p-value	0.070	0.019*	
	Mean difference	9.50	16.29	

หมายเหตุ แสดงค่าในรูปของค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D.) และค่า Mean difference เปรียบเทียบภายในกลุ่มด้วยสถิติ Paired samples t-test และระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Independent sample t-test, *p-value < 0.05

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษานี้ เป็นการเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำต่อองค์ประกอบของร่างกาย และสมรรถภาพทางกายของนิสิตที่มีภาวะอ้วนระดับ 1 พบว่า องค์ประกอบของร่างกาย และสมรรถภาพทางกายของทั้งสองกลุ่ม ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกาย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test พบว่า ข้อมูลของทั้งสองกลุ่ม มีการกระจายตัวปกติ ยกเว้น อายุ ที่มีการกระจายตัวไม่ปกติ อย่างไรก็ตาม อาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม มีอายุอยู่ในช่วงที่ผู้วิจัยต้องการทำการศึกษา คือ 20-24 ปี ซึ่งเป็นช่วงวัยผู้ใหญ่ตอนต้น เป็นไปได้ว่า การศึกษาครั้งนี้มีตัวอย่างอาสาสมัครจำนวนน้อย และเป็นการเข้าร่วมโดยความสมัครใจ จึงทำให้มีการกระจายของอายุที่ไม่ปกติ และจากวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการเปรียบเทียบองค์ประกอบของร่างกาย และสมรรถภาพทางกายของอาสาสมัคร อายุจึงไม่ได้เป็นปัจจัยที่จะนำมาพิจารณาว่าจะส่งผลต่อค่าตัวแปรที่ต้องการเปรียบเทียบหรือไม่

จากผลการศึกษา เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของร่างกายก่อนและหลังโปรแกรมการออกกำลังกายของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นไปได้ว่า ระยะเวลาในการออกกำลังกาย 6 สัปดาห์ อาจจะไม่เพียงพอที่จะเห็นถึงความแตกต่างขององค์ประกอบของร่างกาย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Depiazzi, Forbes, Gibson, Smith, Wilson, Boyd, et al., (2019) ที่ทำการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ จากการศึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกายในน้ำ 13 การศึกษา ในกลุ่มคนที่ไม่ใช่นักกีฬา ที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญขององค์ประกอบของร่างกาย ก่อนและหลังการออกกำลังกายในน้ำเป็นเวลา 6 สัปดาห์ และการศึกษาของ Wiklund, Alen, Munukk, Cheng, Yu, Pekkala et al. (2014) ที่ไม่พบความแตกต่างของดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันหลังจากออกกำลังกายแบบแอโรบิค 6 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวข้างต้น มีความแตกต่างในเรื่องของวิธีการทำวิจัย เช่น ความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ หรือรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ใช้ เช่น การเต้นแอโรบิกในน้ำ การวิ่ง และการกระโดดเชือกในน้ำ การวิ่งเหยาะ เป็นต้น จึงไม่อาจนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบความสอดคล้องกันได้โดยตรง เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าองค์ประกอบของร่างกาย ภายในกลุ่ม ก่อนและหลังการได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย 6 สัปดาห์ พบว่า อาสาสมัครในกลุ่มทดลอง มีเส้นรอบเอวที่ลดลง หลังจากการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) แต่ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักตัว ค่าดัชนีมวลกาย และเปอร์เซ็นต์ไขมัน หลังการออกกำลังกาย แม้จะมีบางการศึกษา ที่พบความแตกต่างของการออกกำลังกายในน้ำที่ระยะเวลา 6 สัปดาห์ เช่น ผลการศึกษาของ Wouters, Nunen, Geenen, Kolotkin, & Vingerhoets, (2010) พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำด้วยการวิ่งเหยาะในน้ำเป็นเวลา 6 สัปดาห์ สามารถลดเส้นรอบเอวของผู้ใหญ่ที่เป็นโรคอ้วนได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การศึกษาทั้งสองงานดังกล่าว มีความแตกต่างในเรื่องของวิธีการทำวิจัย เช่น ความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ หรือรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ใช้ เช่น การเต้นแอโรบิกในน้ำ การวิ่งและการกระโดดเชือกในน้ำ การวิ่งเหยาะในน้ำ เป็นต้น จึงไม่อาจนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบความสอดคล้องกันได้โดยตรง เช่นเดียวกัน (Ghorbani, Heidarimoghadam, Karami, Fathi, Minasian, & Bahram, 2014; John, Tella, Olawale, John, Adeyemo, & Okezue, 2018; Psycharakis, Coleman, Linton, Kaliarntas, & Valentin, 2019)

ดังนั้นจากผลการศึกษาครั้งนี้ น่าจะเป็นแนวโน้มที่ดีของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำต่อการปรับปรุงองค์ประกอบของร่างกาย และอาจจะเห็นความแตกต่างที่ชัดเจนขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการฝึก จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่า ผลของการออกกำลังกายในน้ำที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของร่างกาย มักเป็นการศึกษาที่ระยะเวลา 12 สัปดาห์ขึ้นไป (Abadi et al., 2017; Hosiso et al., 2013; Lee & Oh, 2014; Psycharakis et al., 2019) แต่เนื่องจากช่วงเวลาที่ผู้วิจัยเก็บข้อมูล เป็นช่วงที่มีการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 จำเป็นต้องมีการ

กักตัวผู้ที่ติดเชื้อหรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการสัมผัสผู้ป่วย อยู่เป็นระยะ ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถนัดหมายเพื่อจัดการออกกำลังกายในน้ำให้กับอาสาสมัครได้นาน เช่นเดียวกับงานวิจัยอื่นที่ผ่านมาและจากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิค พบว่า ระยะเวลาน้อยที่สุดของการออกกำลังกายจำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของร่างกาย อยู่ที่ระยะเวลาต่อเนื่อง 6 สัปดาห์ (Schultes, Frick, Ernst, Stefan, & Fritsche, 2010) ด้วยข้อจำกัดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเลือกระยะเวลาในการออกกำลังกายต่อเนื่องที่ 6 สัปดาห์

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลสมรรถภาพทางกายของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม หลังจากการออกกำลังกายในน้ำ 6 สัปดาห์ พบความแตกต่างของค่าการทดสอบยืนนั่ง 60 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายด้านอื่นในอาสาสมัครกลุ่มทดลอง จำนวนครั้งของการทดสอบยืนนั่ง 60 วินาทีที่มากขึ้น แสดงให้เห็นถึงความอดทนของกล้ามเนื้อที่ดีขึ้น โดยค่าดังกล่าว เปลี่ยนจากเกณฑ์ระดับต่ำมากถึงปานกลาง เป็นระดับดี ซึ่งจะส่งผลให้ถึงประสิทธิภาพการทำงานของบุคคลดีขึ้น ใช้กล้ามเนื้อทำงานได้นานขึ้น เนื่องจากกล้ามเนื้อมีอาการล้าช้าลง และลดความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อได้ (Hemara, 2018; Samahito et al., 2013) ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยสันนิษฐานว่า ท่าทางที่ใช้ในการออกกำลังกายในงานวิจัยนี้ ส่วนมากเป็นการออกกำลังกายกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวและขา หลายท่ามีการย่อเข่าค้างไว้ โดยเฉพาะในอาสาสมัครที่ยืนแล้วระดับความสูงของน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับไหล่ ผู้วิจัยจะให้อาสาสมัครคนนั้น กางขาและย่อเข่าลงเพื่อให้ตัวอยู่ในน้ำตลอดการออกกำลังกาย ร่วมกับระยะเวลาในการออกกำลังกายมีความต่อเนื่องเป็นเวลา 50 นาที/ครั้ง จำนวน 3 ครั้ง/สัปดาห์ ซึ่งอาจจะมีส่วนช่วยทำให้บริเวณกล้ามเนื้อขามีความแข็งแรงและความอดทนเพิ่มมากขึ้น ผลการศึกษาครั้งนี้ คล้ายคลึงกับการศึกษาของ Lee & Oh (2014) ที่พบว่าค่าความอดทนของกล้ามเนื้อในเด็กวัยประถมศึกษาที่เป็นโรคอ้วนเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำเป็นเวลา 12 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Lee และ Oh ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุน้อยกว่าการศึกษาครั้งนี้ และใช้ระยะเวลาในการออกกำลังกายที่นานกว่า จึงยังไม่อาจนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบความสอดคล้องกันได้โดยตรง ดังนั้นจากผลการศึกษาในครั้งนี้ อาจจะเป็นแนวโน้มที่ดีของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำต่อการปรับปรุงสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและอดทนของกล้ามเนื้อขาได้ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายภายในกลุ่มก่อน และหลังการได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย 6 สัปดาห์ พบว่า ในกลุ่มทดลอง มีเปลี่ยนแปลงของค่าการนั่งงอตัวไปด้านหน้า ความจุปอด และการยืนยกเข่าขึ้นลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่า สมรรถภาพทางกายในด้านความอ่อนตัว ความจุปอด และความทนทานของระบบหัวใจและไหลเวียนดีขึ้น ในแง่ของความความทนทานของระบบหัวใจและไหลเวียนที่มีค่าเพิ่มขึ้นนั้น ผลการศึกษาคล้ายคลึงกับ Abadi และคณะ ในปี 2017 (Abadi et al., 2017) ศึกษาในนักศึกษาระดับมหาวิยาลัยที่เป็นโรคอ้วนและมีสุขภาพดี พบว่า ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำ 12 สัปดาห์ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสมรรถภาพการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด Cardiovascular fitness ในนักศึกษาเพศหญิงที่มีภาวะอ้วนให้ดีขึ้นและยังคล้ายคลึงกับผลการศึกษาของ Lee และ Oh ในปี 2014 (Lee & Oh, 2014) พบว่า ค่าความทนทานของหัวใจและปอด (Cardiopulmonary endurance) ของเด็กประถมที่เป็นโรคอ้วน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากออกกำลังกายในน้ำเป็นเวลา 12 สัปดาห์ การศึกษาครั้งนี้ ค่าความจุปอดที่เพิ่มขึ้น อาจมีผลมาจากขณะที่ออกกำลังกายในน้ำ มีแรงดันใต้น้ำรอบทรวงอกเกิดขึ้น ทำให้ทรวงอกมีปริมาตรลดน้อยลงกว่าปกติและอาสาสมัครต้องออกแรงหายใจเข้ามากขึ้นกว่าปกติ เพื่อให้ร่างกายได้ออกซิเจนเพียงพอ และท่าของการออกกำลังกายในช่วงคูลดาวน์จะมีการออกกำลังกายที่มีการหายใจเข้าออกช้าๆ ลึกๆ แบบใช้กล้ามเนื้อกระบังลม (Deep breathing exercise) เพื่อให้มีการผ่อนคลายมากขึ้น ซึ่งน่าจะทำให้ปอดมีความยืดหยุ่น

มากขึ้น ส่งผลต่อค่าความจุปอดที่เกิดขึ้นตามมา (Potongsunun, 2010) สำหรับค่าความยืดหยุ่นของร่างกายที่เพิ่มมากขึ้น เป็นไปได้ว่า ท่าทางที่ใช้ มีท่าทางที่ยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งตัว ตั้งแต่กล้ามเนื้อส่วนแขนไหล่ หลังส่วนบน ลำตัวและต้นขา ร่วมกับเป็นการออกกำลังกายในน้ำอุ่น ที่อุณหภูมิประมาณ 32 ± 2 องศาเซลเซียส ช่วยเพิ่มอุณหภูมิของร่างกายทั่วทั้งตัว ทำให้การไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น ลดอาการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ ส่งผลให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ด้วยระดับความลึกของน้ำระดับไหล่ ร่างกายของอาสาสมัครจะอยู่ใต้น้ำขณะออกกำลังกาย ซึ่งจะช่วยให้เกิดการพัฒนาความยืดหยุ่นของร่างกายส่วนล่างได้ นอกจากนี้ น้ำอุ่นยังช่วยทำให้ยืดเหยียดร่างกายได้มากกว่าบนบกส่งผลต่อความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อต่อ อาจส่งผลต่อค่าความอ่อนตัวที่มากขึ้นในอาสาสมัครกลุ่มทดลองได้ (Bergamin et al., 2013)

ในระหว่างการเข้าร่วมโครงการ ผู้วิจัยมีการควบคุมปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของร่างกาย และสมรรถภาพทางกาย โดยผู้วิจัยจะขอให้ อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มบันทึกพฤติกรรมการรับประทานอาหารในแต่ละวันและยังคงปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามเดิม ผู้วิจัยได้คำนวณเทียบปริมาณแคลอรี่เฉลี่ยของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม จากการบันทึกรายการอาหารที่รับประทานในแต่ละวันตลอดสัปดาห์ พบว่า อาสาสมัครกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ได้รับปริมาณแคลอรี่เฉลี่ยต่อวัน 1,881.88 kcal และ 1,899.33 kcal ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่ยังไม่เกินปริมาณพลังงานที่ผู้ใหญ่วัย 19-30 ปี ควรได้รับต่อวัน คือ 1,750.00-2,150.00 kcal (Taechangam, 2003) ดังนั้นปัจจัยด้านการรับประทานอาหาร จึงไม่น่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรต่างๆ ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้

จุดเด่นของการวิจัยครั้งนี้ คือ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม เป็นการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำในกลุ่มนิสิต และนักศึกษาซึ่งเป็นวัยผู้ใหญ่ตอนต้น ซึ่งไม่ค่อยมีการศึกษาในช่วงวัยนี้มาก่อน โดยเฉพาะในประเทศไทย อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ มีจุดอ่อนในเรื่องของขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ค่อนข้างน้อย และเนื่องจากข้อจำกัดในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้การประกาศรับสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยตามความสมัครใจ อาจทำให้เกิดอคติจากการเลือกตัวอย่าง (Selection bias) ได้ และเนื่องจากเป็นช่วงที่มีการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 จำเป็นต้องมีการกักตัวผู้ที่ติดเชื้อหรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการสัมผัสผู้ป่วยอยู่เป็นระยะ ทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาในการออกกำลังกาย ส่งผลให้ระยะเวลาการได้รับโปรแกรมสั้นเกินไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การศึกษานี้ อาจใช้เป็นแนวทางเริ่มต้นในการส่งเสริมการออกกำลังกายในน้ำ เพื่อเป็นการออกกำลังกายทางเลือก สำหรับผู้ที่มีภาวะอ้วนระดับ 1 ที่ยังไม่มีโรคประจำตัว สำหรับนักกายภาพบำบัดหรือบุคลากรด้านส่งเสริมสุขภาพที่สนใจได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรเพิ่มระยะเวลาสำหรับโปรแกรมการออกกำลังกายให้มากขึ้น เช่น 12 สัปดาห์ เพราะอาจจะทำให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงทางร่างกายหลังจากการออกกำลังกายได้ชัดเจนขึ้น

2) ควรเพิ่มกลุ่มอาสาสมัครที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกบนบก เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการออกกำลังกายในน้ำและบนบก

3) ควรทำการศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครที่มีภาวะอ้วนทุกระดับ ในแต่ละช่วงอายุ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สระธาราบำบัด ในการเก็บข้อมูล และการทำวิจัย และขอบคุณอาสาสมัครนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำอย่างต่อเนื่องจนครบ 6 สัปดาห์ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Abadi, F. H., Elumalai, G., Sankaraval, M., & Ramli, F. A. B. M. (2017). Effects of aqua-aerobic exercise on the cardiovascular fitness and weight loss among obese students. *International Journal of Physiotherapy, 4*(5), 278-283.

Bergamin, M., Ermolao, A., Tolomio, S., Berton, L., Sergi, G., & Zaccaria, M. (2013). Water-versus land-based exercise in elderly subjects: Effects on physical performance and body composition. *Clinical Interventions in Aging, 8,* 1109-1117.

Chaolilitkul, N. (2005). *A guide to recording and evaluating the consumption of general foods and foods that are sources of calcium.* Nonthaburi: Department of Health, Ministry of Public Health. (in Thai)

Costa, R. R., Kanitz, A. C., Reichert, T., Prado, A. K. G., Coconcelli, L., Buttelli, A. C. K., et al. (2018). Water-based aerobic training improves strength parameters and cardiorespiratory outcomes in elderly women. *Experimental Gerontology 108,* 231-239.

Darby, L. A., & Yaekle, B. C. (2000). Physiological responses during two types of exercise performed on land and in the water. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 40*(4), 303-311.

Depiazzi, J. E., Forbes, R. A., Gibson, N., Smith, N. L., Wilson, A. C., Boyd, R. N., & Hill, K. (2019). The effect of aquatic high-intensity interval training on aerobic performance, strength and body composition in a non-athletic population: Systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation, 33*(2), 157-170.

Gappmaier, E., Lake, W., Nelson, A. G., & Fisher, A. G. (2006). Aerobic exercise in water versus walking on land: effects on indices of fat reduction and weight loss of obese women. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 46*(4), 564-569.

GBD 2019 Risk factors collaborators (2020). Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet, 396*(0258), 1223-1249.

Ghorbani, F., Heidarimoghadam, R., Karami, M., Fathi, K., Minasian, V., & Bahram, M. E. (2014). The effect of six-week aerobic training program on cardiovascular fitness, body composition and mental health among female students. *Journal of Research in Health Science 14*(4), 264-267.

Hemara, J. (2018). *Principle of physical fitness test.* Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Hosiso, M., Rani, S., & Rekoninne, S. (2013). Effects of aerobic exercise on improving health related physical fitness components of Dilla University sedentary female community. *International Journal of Scientific and Research Publications, 3*(12), 1-6.

John, D. O., Tella, B. A., Olawale, O. A., John, J. N., Adeyemo, T. A., & Okezue, O. C. (2018). Effects of a 6-week aerobic exercise programme on the cardiovascular parameters, body composition, and quality of life of people living with human immune virus. *Journal of Exercise Rehabilitation, 14*(5), 891-889.

Kanjanasorn, W. (2019). Aerobic exercise: Exercise for prevention of Noncommunicable diseases. *Journal of Education Khon Kaen University, 42*(4), 35-49. (in Thai)

Karoonngamphan, M., Suvaree, S., & Numfone, N. (2012). Health behaviors and health status of workers: A case study of workplaces in Sathorn District, Bangkok Metropolitan. *Songklanagarind Journal of Nursing, 32*(3), 51-66. (in Thai)

Kongjarern, S. (2017). Obesity: Silent killer in the digital Era. *EAU Heritage Journal Science and Technology, 11*(3), 22-29. (in Thai)

Konno, J. (2005). Ai Chi as a sequence of postural control movements (Ai Chi KATA's pdf). Retrieved March 5, 2025, from https://clinicalaichi.org/ai-chi-as-a-sequence-of-postural-control-movements/

Lee, B.-A., & Oh, D.-J. (2014). The effects of aquatic exercise on body composition, physical fitness, and vascular compliance of obese elementary students. *Journal of Exercise Rehabilitation, 10*(3), 184-190.

Lim, J.-Y., Tchai, E., & Jang, S.-N. (2010). Effectiveness of aquatic exercise for obese patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Physical Medicine and Rehabilitation, 2*(8), 723-731.

Lopera, C. A., Silva, D. F. D., Bianchini, J. A. A., Locateli, J. C., Moreira, A. C. T., Dada, R. P.,et al. (2016). Effect of water-versus land-based exercise training as a component of a multidisciplinary intervention program for overweight and obese adolescents. *Physiology & Behavior, 165*, 365-373.

Milford, F. (2008, June 25). *H2O workouts : Basic water workout*. In F. Milford (Ed.). Retrieved February15, 2020, from https://books.google.co.th/books?id=nWzZughvFZwC&pg.

Milford, F. (2012, June 22a). *H2O workouts : Half noodle*. Retrieved February 15, 2020, from https://books.google.co.th/books?id=GcqjBAAAQBAJ&pg= PA5&dq= H2O+workout&hl=t h&sa=X&ved=0ahUKEwi-kNurjfLnAhWF7XMBHTqOCGQQ6AEINjAC#v=onepage &q=H2O%20workout&f=false

Milford, F. (2012, June 22b). *H2O workouts : Resource guide for aquatic fitness instructors basic instructor certification*. Retrieved March 5, 2025, from https://www.google.com.tw/books/edition/H2O_Workouts_Resource_Guide_for_Aquatic/cmztBAAAQBAJ?hl=th&gbpv=1&dq=H2O+workouts+:+resource+guide+for+aquatic+fitness+ instructors+basic+instructor+certification.&pg= PA73&printsec=frontcover

Milford, F. (2012, June 22c). *H2O workouts : Using the pool noodle*. Retrieved March 5, 2025, from https://books.google.co.th/books?id=z8mjBAAAQBAJ&pg=PA43&hl=th&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=true.

Milford, F. (2012, June 22d). *H2O Workouts: Pool pretzel* Retrieved February 15, 2020, from https://books.google.co.th/books?id=9MmjBAAA QBAJ&pg=PA#v=onepage&q&f=false

No-In, K. (2017). Overweight and obesity among Thai school-aged children and adolescents. *Journal of The Royal Thai Army Nurses, 18*(2), 1-8.

Pondongnok, S., Wichai, J., & Tornraj, T. (2015). *Metabolic syndrome*. Khon Kaen: Srinagarind Hospital, Khon Kaen University. (in Thai)

Potongsunun, P. (2010). Hydrotherapy: Benefits, indications, contraindications and cautions. In T. Thaneerat (Ed.), *The usage of water for health* (2 ed., pp. 224-339). Nonthaburi: Department of Thai Traditional and Alternative Medicine, Ministry of Health. (in Thai)

Psycharakis, S. G., Coleman, S. G. S., Linton, L., Kaliarntas, K., & Valentin, S. (2019). Muscle activity during aquatic and land exercises in people with and without low back pain. *Physical Therapy, 99*(3), 297-310.

Samahito, S., Bhathrobhas, V., Sasimontonkul, S., Sriyapai, U., Tienkaew, N., Pheakprakong, P., & Noikasem, S. (2013). *Test and standard of physical fitness of people aged 19-59 years*. Bangkok: Sport Science Bureau, Department of Physical Education, Ministry of Tourism and Sports. (in Thai)

Schultes, B., Frick, J., Ernst, B., Stefan, N., & Fritsche, A. (2010). The effect of 6-weeks of aerobic exercise training on serum fetuin-a levels in non-diabetic obese women. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes, 118*(10), 754-756.

Somlaw, N. (2015). Clinical practice guideline for obesity. In C. Suankratay (Ed.), *Health equity through innovation and collaboration 2015* (pp. 573-581). Bangkok: P.E.Living Co, Ltd. (in Thai)

Taechangam, S. (2003). *Adequate dietary for all ages*. Nonthaburi: War Veterans Organization of Thailand. (in Thai)

Wang, T. -J., Belza, B., Thompson, F. E., Whitney, J. D., & Bennett, K. (2007). Effects of aquatic exercise on flexibility, strength and aerobic fitness in adults with osteoarthritis of the hip or knee. *Journal of Advanced Nursing, 57*(2), 141-152.

Wichai, A., Hataichanok, P., & Warapone, S. (2021). *National health examination survey (NHES) 6 (2019-2020)*. Bangkok: Aksorn Graphic and Design publishing. (in Thai)

Wiklund, P., Alen, M., Munukk, E., Cheng, S. M., Yu, B., Pekkala, S., & Cheng, S. (2014). Metabolic response to 6-week aerobic exercise training and dieting in previously sedentary overweight and obese premenopausal women: A randomized trial. *Journal of Sport and Health Science, 3*(3), 217-224.

Winderl, A. M. (2018). The 21 best stretching exercises for better flexibility Retrieved February 15, 2020, from https://www.self.com/gallery/essential-stretches-slideshow

Wongphaet, P., Jipraphai, C., Kantaratanakul, V., & Chira-Adisai, W. (1998). The study of correlation among rate of perceived exertion from Translated Borg's Scale, Intensity of exercise and heart rate. *Journal of Thai Rehabilitation, 7*(3), 121-125. (in Thai)

World Health Organization. (2024, March 1, 2024). Obesity and overweight. Retrieved October 26, 2024, from https://www.who.int/health-topics/obesity#tab=tab_1

Wouters, E. J., Nunen, A. M. V., Geenen, R., Kolotkin, R. L., & Vingerhoets, A. J. (2010). Effects of aqua jogging in obese adults: A pilot study. *Journal of Obesity*, 231074. doi: 10.1155/2010/231074.