

ผลของโปรแกรมการฝึกหายใจแบบลึก-เข้าต่อสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุ ที่มีประวัติการติดเชื้อโควิด-19

กิตต์ คุณกิตติ¹ ญัฐฐา ม่วงฤทธิ์เดช² ธนากร ธนวัฒน์³ ธิษานนท์ พรหมศรีสุข⁴

จารวิ เลื่องเมือง¹ ธนพัทธ์ ไชยคำ¹ ศุภวัฒน์ นาคี¹

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

²สถาบันวิจัยมะเร็่งท่อน้ำดี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

⁴สาขาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

Received: April 12, 2025

Revised: August 8, 2025

Accepted: August 11, 2025

บทคัดย่อ

ภาวะโควิด-19 ส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจ และสมรรถภาพทางกายของผู้ติดเชื้อ โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่ฟื้นตัวช้า และเสี่ยงภาวะแทรกซ้อน การฝึกหายใจแบบลึก-เข้าช่วยเสริมสมรรถภาพปอด และร่างกาย แต่งานวิจัยในกลุ่มนี้ยังมีจำกัด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของโปรแกรมฝึกหายใจแบบลึก-เข้าต่อสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุที่เคยติดเชื้อโควิด-19 กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไปในอำเภอเมืองจังหวัดอุดรดิตถ์ จำนวน 46 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มฝึกหายใจ กลุ่มละ 23 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง กลุ่มควบคุมใช้ชีวิตตามปกติ ส่วนกลุ่มฝึกหายใจเข้าร่วมโปรแกรมหายใจลึก-เข้า 8 สัปดาห์ มีการเก็บข้อมูลที่ 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ก่อนออกกำลังกาย หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ค่าสมรรถภาพทางกาย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ และการทดสอบค่าที จากผลการศึกษา พบว่า หลังออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ กลุ่มฝึกหายใจมีสมรรถภาพทางกายดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$ สำหรับ 1 รายการ และ $p < 0.001$ สำหรับ 4 รายการ) และสูงกว่ากลุ่มควบคุมใน 3 ตัวแปร ได้แก่ การลุก-ยืน 30 วินาที ($p = 0.044$) ระยะทางเดินเร็ว 6 นาที ($p = 0.007$) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($p = 0.047$) กลุ่มฝึกหายใจมีสมรรถภาพปอดดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับก่อนฝึกหายใจ ($p < 0.001$) และมีค่าที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมใน 3 ตัวแปร ได้แก่ ร้อยละค่าคาดการณ์ของอัตราการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุด ($p = 0.012$) ความจุปอด ($p = 0.022$) และร้อยละค่าคาดการณ์ของความจุปอด ($p = 0.002$) สรุปได้ว่า โปรแกรมฝึกหายใจแบบลึก-เข้า 8 สัปดาห์ช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกาย และสมรรถภาพปอดในผู้สูงอายุที่เคยติดเชื้อโควิด-19

คำสำคัญ: โปรแกรมการฝึกหายใจแบบลึก-เข้า; สมรรถภาพทางกาย; ผู้สูงอายุ; อาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19

ผู้สนับสนุนประสานงาน:

กิตต์ คุณกิตติ

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
27 ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมืองอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000

อีเมล: kit.khu@uru.ac.th

Effects of slow-deep breathing training program on physical performance in older adults with a history of covid-19 infection

Kit Khunkitti¹, Nattha Muangritdech², Thanakorn Thanawat³, Tichanon Promsrisuk⁴,
Jarawee Sengmuang¹, Thanapat Chaikham¹, Supawat Nadee¹

¹Department of Sports and Exercise Science, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

²Cholangiocarcinoma Research Institute, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

³Department of Public Health, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

⁴Department of Physiology, School of Medicine Science, University of Phayao

Abstract

COVID-19 affects respiratory function and physical fitness, particularly in older adults who recover slowly and are at risk of complications. Deep and slow breathing training can help to improve lung function and overall fitness, but research in this population remains limited. This study aimed to compare the effects of a deep and slow breathing training program on pulmonary function and physical performance in older adults with a history of COVID-19 infection. The study included 46 older adults (aged 60 and above) from Mueang District, Uttaradit Province, Thailand. A total of 46 participants were selected using purposive sampling and divided into two groups of 23 participants each. Participants were randomly assigned to either a control group or an exercise group. The control group maintained their usual lifestyle, while the exercise group participated in the slow-deep breathing exercise program for 8 weeks. Data collection was conducted at three time points: baseline, after week 4 of exercise, and after week 8 of exercise. The data included general demographic information, and physical fitness. Data were analyzed using frequency, percentage, mean, standard deviation, repeated measures ANOVA, and t-tests for independent samples. The results showed that after 8 weeks of exercise, the exercise group demonstrated significant improvements in physical performance ($p < 0.05$ for one parameter and $p < 0.001$ for four parameters). Compared to the control group, three physical performance parameters showed significant improvement in the 30-second chair stand test ($p = 0.044$), 6-minute walk distance ($p = 0.007$), and maximum oxygen consumption ($p = 0.047$). The exercise group had significantly improved pulmonary function compared to their baseline ($p < 0.001$) and showed significantly higher values than the control group in three parameters: %predicted peak expiratory flow rate ($p = 0.012$), vital capacity ($p = 0.022$), and %predicted vital capacity ($p = 0.002$). Additionally, the 8-week deep and slow breathing exercise program effectively enhanced physical performance and pulmonary function in older adults with a history of COVID-19 infection.

Keywords: slow-deep breathing training program; physical performance; elderly; post-COVID-19 symptoms

Corresponding Author:

Kit Khunkitti

Department of Sports and Exercise Science, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University
27, In-jaimee Road, Tha-it Sub-district, Muang Uttaradit District, Uttaradit 53000, Thailand

E-mail: kit.khu@uru.ac.th

บทนำ

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้ประกาศว่า สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือ โรคโควิด-19 (Coronavirus disease 2019, COVID-19) เป็นโรคระบาดใหญ่ในทุกภูมิภาคทั่วโลก ซึ่งเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจโดยเชื้อไวรัสที่ชื่อว่า ไวรัสโคโรนา (SARS-CoV-2) ส่งผลให้เกิดการอักเสบของทางเดินหายใจ โดยมีอาการไข้ ไอแห้ง หายใจติดขัด ปอดอักเสบ และสามารถแพร่กระจายอย่างรวดเร็วจากคนสู่คน โดยมีช่องทางการแพร่กระจาย เช่น ทางน้ำลายหรือสารคัดหลั่งทางจมูกเป็นหลักจากการไอหรือจาม นอกจากนี้ เชื้อยังสามารถก่อโรคปอดบวม และทำให้เกิดระบบหายใจทำงานล้มเหลวได้ เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2565 รายงานจากกรมควบคุมโรคของประเทศไทย พบผู้ป่วยยืนยันในประเทศไทย จำนวน 4,650,919 ราย ผู้เสียชีวิตจากโรค จำนวน 32,303 ราย คิดเป็นอัตราการเสียชีวิตจากโรคประมาณร้อยละ 1.44¹ และจากรายงานจากศูนย์บริหารสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จังหวัดอุดรธานี เมื่อวันที่ 3 พฤษภาคม 2565 ได้รายงานว่าพบผู้ป่วยสะสมยืนยันในจังหวัดอุดรธานี 47,494 ราย มีผู้เสียชีวิตจากโรค 72 ราย คิดเป็นอัตราการเสียชีวิตจากโรคประมาณร้อยละ 0.15² ซึ่งส่วนใหญ่ของผู้เสียชีวิตเป็นผู้สูงอายุ³ และผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัวจะมีโอกาสเสี่ยงที่จะเสียชีวิตเพิ่มขึ้น โดยผู้ที่เป็โรคหัวใจมีอัตราการเสียชีวิตมากที่สุด รองลงมา คือ โรคเบาหวาน และโรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรัง⁴ ข้อมูลจากกลุ่มงานควบคุมโรคติดต่อ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุดรธานี รายงานจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2564 ถึง 9 กันยายน 2565 พบจำนวนผู้ติดเชื้อสูงถึง 6,229 ราย โดยพบว่า ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 - 69 ปี มีจำนวนมากที่สุดสูงถึง 2,391 ราย รองลงมา คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุระหว่าง 70 - 79 ปี และ 80 - 89 ปี จำนวน 1,267 ราย และ 486 ราย ตามลำดับ²

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ส่งผลกระทบต่อการทำงานของร่างกายมากมายหลายระบบ โดยระบบของร่างกายที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด คือระบบหายใจ อาจทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการผิดปกติหรือภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังภายหลังการป่วยเป็นโควิด-19 หรือมีอาการในระยะยาวได้ (Long COVID หรือ Post COVID-19) โดยผู้ป่วยที่ติดเชื้อโควิด-19 ประมาณ 1 ใน 4 จะมีอาการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อเนื่องอย่างน้อย 4 สัปดาห์ และประมาณ 1 ใน 10 จะยังคงมีอาการบางอย่างหลงเหลืออยู่หลังจากระยะเวลาผ่านไปแล้ว 12 สัปดาห์ ซึ่งอาการที่เกิดขึ้นอาจแตกต่างกันไป โดยอาจเป็นอาการที่เกิดขึ้นใหม่หรือเป็นอาการที่หลงเหลืออยู่หลังรักษาหาย และยังสามารถเกิดได้ในทุกระบบของร่างกาย ตั้งแต่ระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจ และหลอดเลือด ระบบประสาท และระบบภูมิคุ้มกัน เนื่องจากระหว่างการติดเชื้อร่างกายจะสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมาเพื่อไปจับกับเซลล์โปรตีนของบางอวัยวะ ทำให้เกิดการอักเสบในร่างกายเป็นผลให้อวัยวะนั้นๆ ได้รับความเสียหาย⁵ จากรายงานการศึกษาของ Lopez-Leon และคณะ (2021) พบว่า ผู้ที่เคยป่วยเป็นโควิด-19 จำนวน 47,910 ราย ส่วนใหญ่มีอาการเหนื่อย อ่อนเพลีย คิดเป็นร้อยละ 58 รองลงมา คือ ปวดศีรษะ ความจำ และสมาธิสั้น ผม่ว และมีความหยาใจลำบาก คิดเป็นร้อยละ 44, 27, 25 และ 24 ตามลำดับ⁶ ปัจจุบันการศึกษาวิจัยเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกาย และการจัดการดูแลผู้สูงอายุที่มีภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังภายหลังการป่วยเป็นโควิด-19 ยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง องค์การอนามัยโลกและกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย แนะนำให้มีการออกกำลังกายแบบฝึกหายใจ^{7,8} หรือการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดในผู้ป่วยที่เคยติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019⁹ ในปี 2021 มีการศึกษาของ Robbins และคณะ ศึกษาการฟื้นฟูอาการเหนื่อยล้าของผู้ป่วย Long COVID ด้วยวิธีการบำบัดด้วยออกซิเจนความดันบรรยากาศสูงหรือ hyperbaric oxygen therapy (HBOT) เพื่อฟื้นฟูระบบทางเดินหายใจ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของ

อาการต่างๆ ในผู้ป่วย Long COVID จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การฟื้นฟูผู้ป่วยด้วยวิธี HBOT สามารถลดความเหนื่อยล้า ประสิทธิภาพสมองโดยรวม ความสามารถของสมองส่วนหน้า และการประมวลผลข้อมูลของผู้ป่วย Long COVID ได้ อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัด คือ จำนวนผู้ป่วยที่เข้าร่วมงานวิจัยยังมีจำนวนที่น้อย และยังเป็นการศึกษาเบื้องต้น และยังไม่ได้รับการสอบเทียบเพื่อยืนยันผลการทดลอง¹⁰ และยังคงมีหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อยืนยันผลดังกล่าวได้น้อยมาก¹¹ อีกทั้งยังมีความแตกต่างกันออกไปทั้งเรื่องวิธีการ รูปแบบ ลักษณะประชากรกลุ่มเป้าหมาย และผลของการประเมน ดังนั้น การหาวิธีฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายโดยเฉพาะสมรรถภาพทางกายด้านสุขภาพที่ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบของร่างกาย (body composition) ความยืดหยุ่นของร่างกาย (flexibility) ความทนทานของกล้ามเนื้อ (muscular endurance) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscular strength) และความทนทานของระบบไหลเวียนเลือด และระบบหายใจ (cardiorespiratory endurance) โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจวิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายกับระบบหายใจ ซึ่งจะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะสามารถทำให้ร่างกายของผู้สูงอายุที่ติดเชื้อกลับสู่สภาวะปกติได้เร็วขึ้น และเพื่อให้ทราบกลไกทางพยาธิสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้อง และเพื่อให้สามารถจัดการดูแลระบบสาธารณสุขไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากมีแนวทางที่สามารถป้องกัน หรือชะลอไม่ให้เกิดโรคแทรกซ้อนอื่นๆ ตามมา ซึ่งจะช่วยให้ผู้สูงอายุมีอายุยืนยาว และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น นับว่าเป็นวิธีทางหนึ่งของการสร้างเสริมสุขภาพของประชากรไทย และเป็นการแก้ไขปัญหาสาธารณสุขของประเทศได้อย่างดียิ่ง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกแนวทางในการศึกษาผลในทางการรักษาของโปรแกรมการฝึกหายใจแบบลึก-ช้าต่อสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุที่เคยติดเชื้อโควิด-19 ซึ่งจะเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่าสามารถใช้วิธีการดังกล่าวเพื่อฟื้นฟูการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายของ

ผู้สูงอายุที่มีภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังภายหลังการป่วยเป็นโควิด-19 หรือมีอาการในระยะยาว และนับเป็นประโยชน์ต่อการสาธารณสุขเพื่อการนำไปใช้จริงในการแนะนำผู้ป่วยที่เคยติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อาจจะนำไปสู่การลดอัตราการเกิดภาวะโรคร่วมต่างๆ ที่เกิดตามมาหลังการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ได้อีกด้วย โดยในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของโปรแกรมฝึกหายใจแบบลึก-ช้าต่อสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุที่มีประวัติการติดเชื้อโควิด-19 และ/หรือมีอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19

วิธีการศึกษา

รูปแบบงานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (quasi-experimental research design) แบบ 2 กลุ่ม มีการวัดผล 3 ครั้ง (control-group with a pre-test, mid-test, and post-test design)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้สูงอายุเพศชาย และหญิงเคยติดเชื้อโควิด-19 และหายจากการติดเชื้อมาแล้วไม่เกิน 2 เดือน อายุตั้งแต่ 60 - 80 ปี อาศัยอยู่เมืองอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ โดยมีประวัติยืนยันผลตรวจ Antigen test kit ต่อ SAR-CoV2 ให้ผลลบจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อำเภอเมืองอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ และได้รับการประเมินภาวะ Post COVID-19 จากแบบประเมินภาวะ Post COVID-19 ของกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พบว่า เป็นผู้ที่มีภาวะอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 (Long COVID หรือ Post COVID-19) เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกหายใจแบบลึก-ช้าต่อสมรรถภาพทางกาย และความสามารถในการออกกำลังกายด้วยการทดสอบเดินเร็ว 6 นาที

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตตำบลท่าเสา อำเภอเมืองอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ ระหว่างเดือนมีนาคม ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2567 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างอ้างอิงจากการศึกษาวิจัยของ Liu และคณะ (2020)¹² โดยใช้โปรแกรม G*Power

เวอร์ชัน 3.1 เพื่อเปรียบเทียบ outcome ที่เป็น continuous data ที่เป็นอิสระต่อกัน (testing two independent means formula) ดังนั้น ค่าอิทธิพลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เท่ากับ 1.11 ค่าความคลาดเคลื่อน (alpha) เท่ากับ 0.05 และค่าอำนาจทดสอบ (power of analysis; $1 - \beta$) เท่ากับ 0.8 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 58 คน และเพื่อป้องกันการลดลงของกลุ่มตัวอย่าง จึงเพิ่มจำนวนอีกร้อยละ 30¹³ รวมเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คน ในการศึกษาครั้งนี้พบข้อมูลกลุ่มตัวอย่างไม่สามารถมาฝึกตามโปรแกรมการฝึก และไม่เข้ารับการทดสอบสมรรถภาพทางกายจำนวน 14 คน จึงเหลือขนาดกลุ่มตัวอย่าง 46 คน ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 23 คน กำหนดให้กลุ่มทดลอง (slow-deep breathing exercise group; SDB) เข้าร่วมโปรแกรมฝึกหายใจแบบลึก-ช้า 36 นาทีต่อวัน ทำ 3 - 5 วัน ต่อสัปดาห์ ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุม (control group; CON) ไม่ได้รับการฝึกหายใจแต่อย่างใด และได้รับคำแนะนำให้ปฏิบัติตัวในชีวิตประจำวันปกติ ระยะเวลาทดลอง 8 สัปดาห์ คัดเลือกอาสาสมัครตามเกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria) ดังนี้ (1) อาสาสมัครผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 - 80 ปี (2) เพศชาย และเพศหญิงที่สามารถเดินได้เองโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน (3) อาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 ไม่เกิน 60 วันหลังการติดเชื้อ อย่างน้อย 5 ใน 16 รายการ (อ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย ไอ/ไอแห้ง ไอมีเสมหะ ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ ปวดเมื่อยตามตัว ความจำไม่ดี ไม่มีสมาธิ/มีนงง ได้กลิ่นผิดปกติ หายใจตื้นๆ/หายใจไม่อิ่ม ปวดตามข้อ นอนไม่หลับ เบื่อง่าย หงุดหงิดง่าย และวิตกกังวล) (4) ไม่มีอาการรุนแรงเฉียบพลันเนื่องจากอาการแทรกซ้อนของโรคโควิด-19 (5) ไม่มีประวัติหกล้ม และ (6) สามารถเข้าใจภาษาไทย มีสติสัมปชัญญะดี และให้ความร่วมมือในการทดสอบเกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria) คือ (1) โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง หอบหืด (2) โรคหัวใจวายเลือดคั่ง (3) โรคหลอดเลือดหัวใจที่ยังไม่ได้รับการถ่างขยาย

หลอดเลือด (4) มีพยาธิสภาพของข้อต่อ และกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อการทดสอบ การเดิน และการทรงตัว เช่น ข้อสะโพก ข้อเข่า ข้อเท้า ข้อไหล่ ข้อศอก ข้อมือ (5) มีปัญหาการได้ยิน และ (6) อาสาสมัครไม่สามารถฝึกหายใจตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ได้ หรือหอบเหนื่อยขณะฝึกหายใจตามโปรแกรมของโครงการวิจัยนี้ และมีเกณฑ์การนำอาสาสมัครออกจากการทดลอง (withdrawal of participant criteria) คือ (1) อาสาสมัครถอนตัวออกจากโครงการวิจัย (2) ในขณะการทดสอบอาสาสมัครมีอาการกำเริบของโรค และ (3) ข้อมูลที่เก็บได้จากอาสาสมัครไม่สมบูรณ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง

แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันเลือด อัตราการหายใจ ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด และโรคประจำตัว และแบบสอบถามอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 จำนวน 16 ข้อ

ส่วนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง คือ วิดีทัศน์โปรแกรมฝึกหายใจแบบลึก-ช้า (slow-deep breathing exercise program) จากการศึกษาของ Wattanapanyawech และคณะ (2021)¹⁴ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

(2.1) รูปแบบที่ 1 การหายใจเข้าลึก 2 วินาที: ขั้นตอนนี้ให้อาสาสมัครสูดหายใจเข้าลึกจนเต็มปอดภายในเวลา 2 วินาที จากนั้นให้กลั้นหายใจไว้อีก 2 วินาที และค่อยๆ หายใจออกจนหมดภายในเวลา 2 วินาที โดยหายใจรูปแบบที่ 1 เป็นเวลา 1 นาที

(2.2) การควบคุมการหายใจ ให้อาสาสมัครสูดหายใจเข้าภายใน 2 วินาทีผ่านทางจมูก และหายใจออกภายใน 4 วินาทีผ่านทางจมูก และปากแบบห่อปาก (pursed lip breathing) ทำเช่นเดิมเป็นเวลา 1 นาที

(2.3) รูปแบบที่ 2 การหายใจเข้าลึก 6 วินาที: ขั้นตอนนี้ให้อาสาสมัครสูดหายใจเข้าลึกจนเต็มปอดภายในเวลา 2 วินาที จากนั้นให้กลั้นหายใจไว้อีก 6 วินาที และค่อยๆ หายใจออกจนหมดภายในเวลา 2 วินาที หายใจรูปแบบที่ 2 เป็นเวลา 1 นาที

(2.4) การควบคุมการหายใจ ให้อาสาสมัครสูดหายใจเข้าภายใน 2 วินาทีผ่านทางจมูก และหายใจออกภายใน 4 วินาทีผ่านทางจมูก และปากแบบห่อปาก ทำเช่นเดิมเป็นเวลา 1 นาที

(2.5) รูปแบบที่ 3 การหายใจเข้าลึก 10 วินาที: ขั้นตอนนี้ให้อาสาสมัครสูดหายใจเข้าลึกจนเต็มปอดภายในเวลา 2 วินาที จากนั้นให้กลั้นหายใจไว้อีก 10 วินาที และค่อยๆ หายใจออกจนหมดเป็นเวลาภายใน 2 วินาที โดยหายใจรูปแบบที่ 3 เป็นเวลา 1 นาที

(2.6) การควบคุมการหายใจ ให้อาสาสมัครสูดหายใจเข้าภายใน 2 วินาทีผ่านทางจมูก และหายใจออกภายใน 4 วินาทีผ่านทางจมูก และปากแบบห่อปาก ทำเช่นเดิมเป็นเวลา 1 นาที

โปรแกรมการฝึกหายใจแบบลึก-ช้า 1 รอบใช้เวลาประมาณ 6 นาทีต่อรอบ โดยการศึกษาวิจัยครั้งนี้ให้อาสาสมัครทำ 3 รอบติดต่อกัน โดยให้อาสาสมัครควบคุมจังหวะการหายใจตามคลิปลิขิตเพื่อการออกกำลังกายแบบหายใจลึก-ช้า ทำทั้งสิ้น 36 นาทีต่อวัน ตามการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Wattanapanyawech และคณะ (2021)¹⁴ จำนวน 3 - 5 วันต่อสัปดาห์ ทำต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

ส่วนที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ เครื่องวัดความดันเลือดอัตโนมัติ เครื่องวัดความเข้มข้นออกซิเจนที่ปลายนิ้ว เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย และเครื่องมือสำหรับทดสอบสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ เครื่องวัดแรงบีบมือ เครื่องวัดการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุด เครื่องวัดความจุปอดแบบพกพา แก้วน้ำ และนาฬิกาจับเวลาสำหรับทดสอบลูก-ยีน 5 ครั้ง และการทดสอบลูก-ยีน 30 วินาที เดินพื้นราบไม่มีสิ่งกีดขวาง ระยะทาง 30 เมตร (100 ฟุต) สำหรับ

การทดสอบเดินเร็ว 6 นาที และแบบบันทึกข้อมูลอาสาสมัคร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

(1) ประชาสัมพันธ์โครงการวิจัย โดยทำหนังสือบันทึกข้อความจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ คณะบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ประจำอยู่ที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท่าเสา อำเภอเมืองอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ถึงอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

(2) คัดกรองอาสาสมัครตามเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าสู่โครงการ

(3) ผู้วิจัยชี้แจงถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย และอธิบายผลข้างเคียงอันอาจเกิดขึ้นได้ ข้อดีข้อเสียเท่าที่ได้มีการศึกษาทดลองแล้ว ตลอดจนสิทธิการใช้เครื่องมือต่างๆ และแนะนำการปฏิบัติตัวในการทดสอบอย่างละเอียด ทั้งนี้เพื่อประกอบการตัดสินใจ

(4) อาสาสมัครลงนามในแบบยินยอมอาสาสมัคร ตามความสมัครใจ โดยสามารถตัดสินใจได้อย่างอิสระ

(5) ตอบแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปส่วนบุคคล ประกอบด้วย อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลเกี่ยวกับโรคโควิด-19 อาการทั่วไปของผู้ที่เคยติดเชื้อโควิด-19 (ปัจจัยเสี่ยงโรคประจำตัว ช่วงเวลาการติดเชื้อ และการรักษา และอาการทั่วไปในปัจจุบันภายหลังจากการติดเชื้อโควิด-19)

(6) วัดสัญญาณชีพ ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันเลือด และอัตราการหายใจ

(7) วัดสัดส่วน และองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย วัดรอบเอว

วัดรอบสะโพก เเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ชั้นผิวหนัง เเปอร์เซ็นต์ น้ำในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ และอัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐาน

(8) การประเมินสมรรถภาพทางกายประกอบด้วย

8.1) การทดสอบแรงบีบมือ (hand grip strength test) ใช้เครื่องวัดแรงบีบมือ ด้วยเครื่องมือ Hand grip dynamometer ยี่ห้อ Grip-D รุ่น T.K.K.5401 ที่ผ่านการทดสอบมาตรฐานแล้ว

8.2) การทดสอบลุก-ยืน 5 ครั้ง (Five times sit to stand test; 5X-STST) การทดสอบนี้สะท้อนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว บันทึกผล มีหน่วยเป็นวินาที¹⁵

8.3) การทดสอบลุก-ยืน 30 วินาที (30 seconds chair stand test; 30sCST) การทดสอบนี้สะท้อนความอดทนของกล้ามเนื้อขา บันทึกผล มีหน่วยเป็นครั้ง

8.4) การประเมินสมรรถภาพปอด การทดสอบนี้สะท้อนการอุดกั้นของหลอดลมขนาดเล็ก เป็นการวัดการไหลของอากาศขณะหายใจออกสูงสุด (peak expiratory flow; PEF) ด้วยเครื่อง Portable peak flow meter ของบริษัทเดียวกันตลอดการวิจัย (Dolfin™ GaleMed Corporation, Taipei, Taiwan) มีหน่วยเป็นลิตรต่อวินาที จากนั้นนำมาเทียบ percent predicted จากค่าอ้างอิง Dejsomritrutai และคณะ (2000)¹⁶

8.5) การประเมินสมรรถภาพปอดโดยใช้เครื่องสไปโรเมตริแบบพกพา (Portable spirometry, Spiropet, Windmill type, Germany)¹⁷ บันทึกค่าที่มากที่สุด มีหน่วยเป็นลิตร

8.6) การทดสอบเดินเร็ว 6 นาที (6-minute walk test; 6MWT) ตามวิธีของ Harnphadungkij, G (2015)¹⁸ การทดสอบนี้สะท้อนความสามารถในการออกกำลังกาย (exercise capacity) คำนวณหาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดขณะออกกำลังกาย (maximum oxygen uptake; VO_2 max) โดยใช้สูตร Burr และคณะ¹⁹

โดยการตรวจประเมินตามข้อ (12) จะกระทำ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ก่อนออกกำลังกาย (Time 1; T1) ครั้งที่ 2 หลังออกกำลังกายแล้ว 4 สัปดาห์ (Time 2; T2) และครั้งที่ 3 หลังออกกำลังกายแล้ว 8 สัปดาห์ (Time 3; T3) ทุกครั้งที่นัดจะเป็นช่วงเวลาเช้าเริ่มประมาณ 7.00-9.00 น.

8.7) ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครบทั้งหมด และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา ตามเอกสารรับรองหมายเลขรหัสโครงการ 23 สิงหาคม 2566 เลขที่ HREC-UP-HSST 1.3/039/66 ผู้วิจัยได้พิทักษ์สิทธิของอาสาสมัครกลุ่มตัวอย่างตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยคำนึงถึงหลักความเคารพในบุคคล มีการชี้แจง และให้ข้อมูลของการวิจัยอย่างละเอียด ครบถ้วนจนอาสาสมัครเข้าใจเป็นอย่างดี และตัดสินใจอย่างอิสระในการให้ความยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย และการขอความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรในการเข้าร่วมการวิจัย มีการประเมินความพร้อมของอาสาสมัครกลุ่มตัวอย่างก่อนเข้าร่วมโปรแกรมทุกครั้ง มีการใช้รหัสแทนการระบุชื่อ และนามสกุล การนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวม และทำลายข้อมูลที่ได้เมื่อการศึกษาครั้งนี้เสร็จสิ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูปโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ได้แก่ ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และสถิติเชิงอนุมาน (inferential statistics) ใช้สถิติ Shapiro-Wilk test เพื่อศึกษาการกระจายตัวของข้อมูล วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย/ค่ามัธยฐานของตัวแปรกลุ่มตัวอย่างระหว่างกลุ่มใช้สถิติ Unpaired T-test (parametric data) และสถิติ Mann-Whitney U

Test (non-parametric data) สำหรับการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย/ค่ามัธยฐานของตัวแปรกลุ่มตัวอย่างภายในกลุ่มที่เก็บข้อมูล 3 ครั้ง ได้แก่ ก่อนฝึกหายใจ หลังฝึกหายใจสัปดาห์ที่ 4 และหลังฝึกหายใจสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติ One way repeated measures ANOVA (parametric data) และเปรียบเทียบรายคู่ใช้สถิติการทดสอบแบบบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni test) ใช้สถิติ Friedman test (non-parametric data) และเปรียบเทียบรายคู่โดยใช้สถิติวิลคอกซัน (Wilcoxon signed ranks test) โดยกำหนดค่าระดับแอลฟาน้อยกว่า 0.05 ถือว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มฝึกหายใจ พบว่า ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ได้แก่ อายุ เพศ ตัวแปรสัดส่วนของร่างกาย (น้ำหนักตัว ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราส่วนระหว่าง รอบเอวต่อรอบสะโพก) องค์ประกอบของร่างกาย (มวลกล้ามเนื้อ เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์น้ำในร่างกาย) ตัวแปรทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจ และหลอดเลือด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

1.2 จำนวน และร้อยละของอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 พบว่า กลุ่มควบคุมมีอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 มากที่สุด คือ อ่อนเพลีย ร้อยละ 47.8 รองลงมามีอาการไอมีเสมหะ ร้อยละ 39.1 และมีอาการเหนื่อยง่าย ไอ ไอแห้ง และปวดเมื่อยตามตัว ร้อยละ 30.4 ตามลำดับ ซึ่งอาการที่พบน้อยที่สุด คือ อาการวิงเวียนศีรษะ ร้อยละ 4.3 ส่วนกลุ่มฝึกหายใจมีอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 มากที่สุด คือ ไอมีเสมหะ ร้อยละ 52.2 รองลงมามีอาการอ่อนเพลีย ร้อยละ 47.8 มีอาการไอ ไอแห้ง ร้อยละ 43.5 และมีอาการเหนื่อยง่าย ร้อยละ 39.1 ตามลำดับ ซึ่งอาการที่พบน้อยที่สุด คือ ไข้หวัดใหญ่ ร้อยละ 8.7

2. ผลของการฝึกหายใจแบบลึก-เข้าต่อสมรรถภาพทางกาย (physical performance)

จากตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกาย ประกอบด้วย ค่าแรงบีบมือ หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว ค่าการทดสอบลูก-ย่น 5 ครั้ง หน่วยเป็นวินาที ค่าการทดสอบลูก-ย่น 30 วินาที มีหน่วยเป็นครั้ง ค่าระยะทางการทดสอบด้วยการเดินเร็ว 6 นาที มีหน่วยเป็นเมตร และค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาทีของกลุ่มควบคุม และกลุ่มฝึกหายใจก่อนฝึก (T1) และหลังฝึกหายใจสัปดาห์ที่ 4 (T2) และสัปดาห์ที่ 8 (T3) พบว่า กลุ่มควบคุม มีค่าการทดสอบลูก-ย่น 30 วินาที และค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรภายในกลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำของกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนฝึก (T1) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T2) และสัปดาห์ที่ 8 (T3) จากนั้นเพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni post hoc สำหรับข้อมูลพาราเมตริก (parametric data) หรือ Friedman test สำหรับข้อมูลนอน พาราเมตริก (non-parametric data) พบว่า ค่าการทดสอบลูก-ย่น 30 วินาทีของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T1 vs T3; 14.65 ± 3.59 vs 16.30 ± 3.50 ครั้ง, $p<0.05$) อย่างไรก็ตาม ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มควบคุมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนออกกำลังกายนับกับหลังออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 8 (T1 vs T3; 22.8 ± 1.9 vs 21.9 ± 2.0 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที, $p<0.05$) สำหรับค่าเฉลี่ยของข้อมูลสมรรถภาพทางกาย 3 รายการ ได้แก่ แรงบีบมือ ค่าการทดสอบลูก-ย่น 5 ครั้ง และค่าระยะทางการทดสอบด้วยการเดินเร็ว 6 นาที พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สำหรับกลุ่มฝึกหายใจ พบว่า มีค่าข้อมูลสมรรถภาพทางกายทุกรายการแตกต่างกันในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรภายในกลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของกลุ่มฝึกหายใจ ระหว่างก่อนฝึก (T1) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T2) และสัปดาห์ที่ 8 (T3) จากนั้นเพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni post hoc สำหรับข้อมูลพารามตริก (parametric data) หรือ Friedman test สำหรับข้อมูลนอน พารามตริก (non-parametric data) พบว่า กลุ่มฝึกหายใจมีค่าแรงบีบมือเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T1 vs T3; 0.41 ± 0.11 vs 0.44 ± 0.10 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว, $p < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มฝึกหายใจมีค่าการทดสอบลูก-ยีน 5 ครั้ง ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (T1 vs T3; 11.81 ± 4.91 vs 9.55 ± 4.46 วินาที, $p < 0.001$) นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มฝึกหายใจมีค่าการทดสอบลูก-ยีน 5 ครั้ง ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภายหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 (T2 vs T3; 10.54 ± 5.05 vs 9.55 ± 4.46 วินาที, $p < 0.001$) ดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1)

สำหรับค่าการทดสอบลูก-ยีน 30 วินาที พบว่า กลุ่มฝึกหายใจมีค่าการทดสอบลูก-ยีน 30 วินาทีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 (T1 vs T2; 15.49 ± 4.92 vs 17.48 ± 5.57 ครั้ง, $p < 0.05$ และ T1 vs T3; 15.49 ± 4.92 vs 19.48 ± 5.35 วินาที, $p < 0.001$ ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มฝึกหายใจมีค่าการทดสอบลูก-ยีน 30 วินาที ภายหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 เปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (T2 vs T3; 17.48 ± 5.57 vs 19.48 ± 5.35 ครั้ง, $p < 0.001$) ในส่วนของค่าระยะทางการทดสอบเดินเร็ว

6 นาที (6MWD) พบว่า กลุ่มฝึกหายใจมีค่า 6MWD เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T1 vs T3; 331.6 ± 94.5 vs 420.6 ± 88.3 เมตร, $p < 0.001$) และกลุ่มฝึกหายใจมีค่า 6MWD ภายหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 เปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (T2 vs T3; 355.9 ± 75.2 vs 420.6 ± 88.3 เมตร, $p < 0.001$) สำหรับค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2 \max$) พบว่า กลุ่มฝึกหายใจมีค่า $VO_2 \max$ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T1 vs T3; 22.4 ± 2.0 vs 23.2 ± 2.0 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที, $p < 0.01$) และกลุ่มออกกำลังกายมีค่า $VO_2 \max$ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับสัปดาห์ที่ 8 (T2 vs T3; 22.3 ± 2.0 vs 23.2 ± 2.0 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที, $p < 0.001$) ดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent t-test) พบว่า กลุ่มควบคุม และกลุ่มฝึกหายใจมีค่าเฉลี่ยข้อมูลสมรรถภาพทางกายทุกรายการก่อนเข้าร่วมโปรแกรมฝึกหายใจเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (T1) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ภายหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T3) พบว่า กลุ่มฝึกหายใจมีค่าเฉลี่ยข้อมูลสมรรถภาพทางกาย 3 รายการ ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ได้แก่ ลูก-ยีน 30 วินาที ค่าระยะทางการทดสอบเดินเร็ว 6 นาที และค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ส่วนค่าแรงบีบมือ และค่าการทดสอบลูก-ยีน 5 ครั้ง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตาม ภายหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มฝึกหายใจมีค่าเฉลี่ยข้อมูลสมรรถภาพร่างกายทุกรายการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1)

Table 1 A one-way repeated measures analysis of variance that compares changes in physical performance parameters measured before exercise (T1 or week 0) and after exercise at week 4 (T2 or week 4) and week 8 (T3 or week 8) between the exercise and control groups in older adults with a history of COVID-19

Physical performance parameters	Before exercise at week 0	After exercise at week 4	After exercise at week 8	One-way repeated measures ANOVA	
				F-test	p-value
Hand grip strength (kg/body weight)	Exercise group	0.41 ± 0.11	0.42 ± 0.10	0.44 ± 0.10 [†]	4.417
	Control group	0.42 ± 0.14	0.44 ± 0.12	0.42 ± 0.13	2.05
	p-value ^d	0.939	0.826	0.222	0.026 ^a
5-times sit to stand test (seconds)	Exercise group	11.81 ± 4.91	10.54 ± 5.05	9.55 ± 4.46 ^{†,δ}	22.52
	Control group	10.81 ± 3.38	10.62 ± 3.57	11.49 ± 5.08	2.00
	p-value ^d	0.590	0.560	0.093	0.957
30-second chair stand test (repeats)	Exercise group	15.49 ± 4.92	17.48 ± 5.57 [†]	19.48 ± 5.35 ^{†,δ}	18.799
	Control group	14.65 ± 3.59	15.70 ± 4.20	16.30 ± 3.50 [†]	4.714
	p-value ^d	0.683	0.182	0.044	<0.001 ^a
6-minute walk distance (meters)	Exercise group	331.6 ± 94.5	355.9 ± 75.2	420.6 ± 88.3 ^{†,δ}	32.051
	Control group	345.3 ± 56.7	353.8 ± 58.4	353.5 ± 72.2	0.467
	p-value ^d	0.555	0.919	0.007	0.626
Maximum oxygen consumption (mL/kg/min)	Exercise group	22.4 ± 2.0	22.3 ± 2.0	23.2 ± 2.0 ^{†,δ}	16.003
	Control group	22.8 ± 1.9	22.0 ± 1.9 [†]	21.9 ± 2.0 [†]	7.182
	p-value ^d	0.405	0.506	0.047	<0.001 ^a

[†]p<0.05, [‡]p<0.01, [#]p<0.001 different to before exercise and [§]p<0.05, [†]p<0.01, ^δp 0.001 different to after exercise at week 4 (F_{2,23} = 3.42).

^aVariables were analyzed by one-way repeated measure ANOVA with Bonferroni *post hoc* test (parametric data), ^btested by Friedman test (non-parametric data), ^ctested by independent sample *t*-test (parametric data) and ^dtested by Mann-Whitney U Test (non-parametric data).

3. ผลของการฝึกหายใจแบบลึก-เข้าต่อค่าสมรรถภาพปอด (pulmonary function)

จากตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพปอด 4 รายการ ประกอบด้วย ค่าการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุด มีหน่วยเป็นลิตร ต่อนาที ค่าอัตราการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุด มีหน่วยเป็น %predicted ค่าความจุปอด มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร และค่าความจุปอด มีหน่วยเป็น %predicted ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มฝึกหายใจ ก่อนฝึก (T1) และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T2) และสัปดาห์ที่ 8 (T3) พบว่า ค่าสมรรถภาพปอดทุกรายการของกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่กลุ่มฝึกหายใจมีค่าสมรรถภาพปอดทุกรายการแตกต่างกันในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรภายในกลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของกลุ่มฝึกหายใจ ระหว่างก่อนฝึก (T1) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T2) และสัปดาห์ที่ 8 (T3) จากนั้นเพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีของ Bonferroni post hoc สำหรับข้อมูลพารามेटริก (parametric data) หรือ Friedman test สำหรับข้อมูลนอน พารามेटริก (non-parametric data) พบว่า ค่าเฉลี่ยการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุดของกลุ่มฝึกหายใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T1 vs T3; 275.5 ± 93.3 vs 353.5 ± 111.5 ลิตรต่อนาที, $p<0.001$) นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มฝึกหายใจมีค่าเฉลี่ยการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (T2 vs T3; 310.9 ± 104.1 vs 353.5 ± 111.5 ลิตรต่อนาที, $p<0.001$) ค่าเฉลี่ย

อัตราการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุดของกลุ่มฝึกหายใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T1 vs T2; 69.8 ± 18.3 vs 80.4 ± 17.5 %predicted, $p<0.01$) และก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T1 vs T3; 69.8 ± 18.3 vs 92.0 ± 20.1 %predicted, $p<0.001$) นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุดของกลุ่มฝึกหายใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับสัปดาห์ที่ 8 (T2 vs T3; 80.4 ± 17.5 vs 92.0 ± 20.1 %predicted, $p<0.001$) ค่าเฉลี่ยความจุปอดของกลุ่มฝึกหายใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T1 vs T3; $1,418.7 \pm 703.3$ vs $2,078.3 \pm 698.7$ มิลลิลิตร, $p<0.001$) และกลุ่มฝึกหายใจมีค่าเฉลี่ยความจุปอดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับสัปดาห์ที่ 8 (T2 vs T3; $1,747.8 \pm 736.0$ vs $2,078.3 \pm 698.7$ มิลลิลิตร, $p<0.001$) และสำหรับค่าเฉลี่ย %predicted ความจุปอดของกลุ่มฝึกหายใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T1 vs T2; 54.4 ± 17.9 vs 67.2 ± 16.0 %predicted, $p<0.01$) และกลุ่มฝึกหายใจมีค่าเฉลี่ย %predicted ความจุปอดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T1 vs T3; 54.4 ± 17.9 vs 81.2 ± 17.0 %predicted, $p<0.001$) นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มฝึกหายใจมีค่าเฉลี่ย %predicted ความจุปอดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับสัปดาห์ที่ 8 (T2 vs T3; 67.2 ± 16.0 vs 81.2 ± 17.0 %predicted, $p<0.001$) ดังแสดงในตารางที่ 2 (Table 2)

Table 2 A one-way repeated measures analysis of variance that compares changes in pulmonary function parameters measured before exercise (T1 or week 0) and after exercise at week 4 (T2 or week 4) and week 8 (T3 or week 8) between the exercise and control groups in older adults with a history of COVID-19

Pulmonary function parameters		Before exercise at week 0	After exercise at week 4	After exercise at week 8	One-way repeated measures ANOVA	
					F-test	p-value
Peak expiratory flow (L/min)	Exercise group	275.5 ± 93.3	310.9 ± 104.1	353.5 ± 111.5 ^{#δ}	34.337	<0.001 ^b
	Control group	288.3 ± 92.1	300.9 ± 71.7	298.7 ± 98.3	1.332	0.053
	p-value ^d	0.214	0.537	0.084		
Peak expiratory flow rate (%predicted)	Exercise group	69.8 ± 18.3	80.4 ± 17.5 [†]	92.0 ± 20.1 ^{#δ}	32.104	<0.001 ^a
	Control group	74.2 ± 18.3	78.2 ± 15.8	76.7 ± 19.4	2.038	0.157
	p-value ^c	0.426	0.654	0.012		
Vital capacity (mL)	Exercise group	1,418.7 ± 703.3	1,747.8 ± 736.0	2,078.3 ± 698.7 ^{#δ}	33.385	<0.001 ^b
	Control group	1,628.7 ± 675.5	1,652.2 ± 491.6	1,610.9 ± 545.8	0.100	0.897
	p-value ^d	0.097	0.843	0.022		
Vital capacity (%predicted)	Exercise group	54.4 ± 17.9	67.2 ± 16.0 [†]	81.2 ± 17.0 ^{#δ}	32.104	<0.001 ^a
	Control group	63.4 ± 54.4	65.7 ± 67.2	63.3 ± 20.5	0.329	0.700
	p-value ^c	0.165	0.791	0.002		

[†]p<0.05, [‡]p<0.01, [#]p<0.001 different to before exercise and [§]p<0.05, [¶]p<0.01, ^δp<0.001 different to after exercise at week 4 (F_{2,23} = 3.42).

^aVariables were analyzed by one-way repeated measure ANOVA with Bonferroni *post hoc* test (parametric data), ^btested by Friedman test (non-parametric data), ^ctested by Independent sample *t*-test (parametric data) and ^dtested by Mann-Whitney U Test (non-parametric data).

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent t-test) พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพปอดทุกรายการของกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับกลุ่มฝึกหายใจก่อนเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (T1) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ภายหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (T3) พบว่ากลุ่มฝึกหายใจมีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพปอด 3 รายการดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) ได้แก่ ค่าอัตราการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุด

(%predicted) ดังรูปที่ 1A (Figure 1A) ค่าความจุปอด (มิลลิลิตร) ดังรูปที่ 1C (Figure 1C) และค่าความจุปอด (%predicted) ดังรูปที่ 1D (Figure 1D) ส่วนค่าการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุด (ลิตรต่อนาที) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.084$) ดังรูปที่ 1B (Figure 1B) อย่างไรก็ตาม ภายหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (T2) ทั้งกลุ่มควบคุม และกลุ่มฝึกหายใจมีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพปอดทุกรายการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 1A-D (Figure 1A-D)

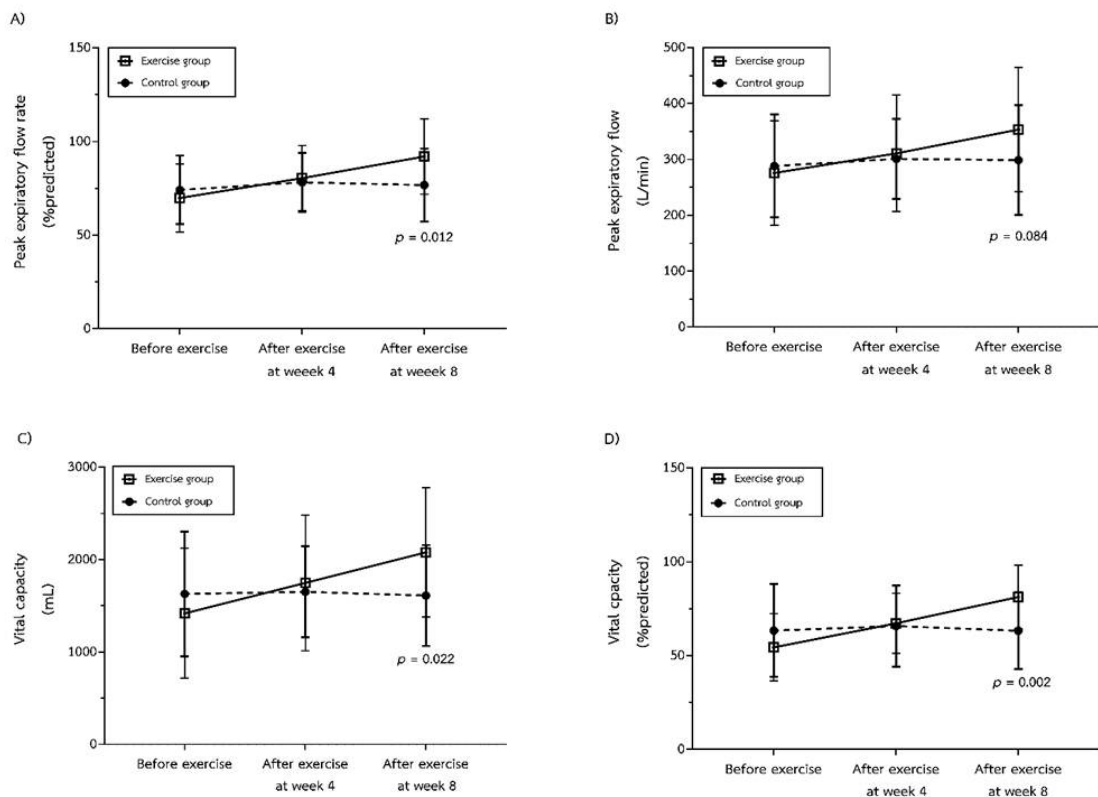


Figure 1 Comparison of pulmonary function parameters between the exercise group (n = 23) and the control group (n = 23) for peak expiratory flow rate (% predicted) A), peak expiratory flow (liters per minute) B), vital capacity (milliliters) C), and vital capacity (% predicted) D) following an 8-week slow-deep breathing exercise program in older adults with a history of COVID-19. The X-axis represents the measurement time points, while the Y-axis represents the pulmonary function parameters. (Values are presented as mean $\pm$ standard deviation (SD). Error bars represent SD.)

อภิปรายผล

การฝึกหายใจด้วยโปรแกรมการฝึกหายใจลึก-ช้า ระยะเวลา 8 สัปดาห์สามารถพัฒนาสมรรถภาพปอด และสมรรถภาพทางกายในอาสาสมัครผู้สูงอายุที่มีประวัติการติดเชื้อโควิด-19 ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าอัตราการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุด ค่าความจุปอด และสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ ค่าการทดสอบลุก-ยืน 30 วินาที ค่าระยะทางการทดสอบเดินเร็ว 6 นาที และค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม อาจเป็นเพราะการฝึกหายใจด้วยโปรแกรมการฝึกหายใจแบบลึก-ช้า เป็นการฝึกการหายใจโดยเน้นการหายใจเข้าลึก และปล่อยลมหายใจออกช้าๆ อย่างมีจังหวะ ซึ่งมักถูกนำมาใช้ในกิจกรรมที่ใช้หลักการเดียวกับโยคะ ไทเก็ก หรือการฝึกสมาธิ เพื่อช่วยส่งเสริมสุขภาพทั้งด้านร่างกาย และจิตใจ โดยใช้ระยะเวลาการฝึกที่นาน และมีความต่อเนื่องกัน โดยหลักการของการหายใจลึก-ช้า ส่งผลให้กล้ามเนื้อกะบังลม (diaphragm) ถูกใช้งานมากขึ้น ช่วยให้ออกซิเจนเข้าสู่ปอดได้เต็มที่ ลดความตึงเครียดของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ ส่วนการหายใจช้าจะช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจ ลดอัตราการหายใจ เพิ่มความยืดหยุ่นของหลอดเลือด (vascular compliance) จากการลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (sympathetic nervous system; SNS) และกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (parasympathetic nervous system; PNS) ทำให้ร่างกายสงบ และผ่อนคลาย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Yoon, Im, และ Kim (2022) พบว่า การศึกษานี้ได้ทำการสุ่มในผู้เข้าร่วมการศึกษาคือผู้ป่วยสูงอายุจำนวน 32 คนที่มีโรคหลอดเลือดสมองเรื้อรัง แบ่งผู้เข้าร่วมเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลอง ($n = 16$) ทำการฝึกหายใจผ่านกะบังลมร่วมกับการฝึกหายใจผ่านริมฝีปากพอง ส่วนกลุ่มควบคุม ($n = 16$) ทำการออกกำลังกายบนจักรยานวงจรถที่ไม่มีความต้านทาน โดยวัดผลการทำงานของปอด และการทดสอบการเดิน 6 นาที ก่อน และหลังการรักษา 4 สัปดาห์ พบว่า กลุ่ม

ที่ฝึกหายใจผ่านกะบังลม และริมฝีปากพองมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในค่าการขยายของทรวงอก และผลการทดสอบการเดิน 6 นาที ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในค่า FVC FEV1 และ PEF ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) จากผลการศึกษานี้ การฝึกหายใจผ่านกะบังลม และริมฝีปากพองมีประสิทธิภาพในการพัฒนาการทำงานของสมรรถภาพปอดในผู้ป่วยสูงอายุที่มีโรคหลอดเลือดสมองเรื้อรัง²⁰ เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Sedaghati และคณะ (2023) รายงานว่า การฝึกออกกำลังกายแก้ไขท่าทางและการฝึกหายใจช่วยปรับปรุงการทำงานของระบบทางเดินหายใจ และท่าทางของกระดูกสันหลังในผู้สูงอายุที่มีประวัติติดเชื้อ COVID-19 ซึ่งสามารถเป็นการรักษาช่วยเสริมในการลดภาวะแทรกซ้อนจากโรคปอดเรื้อรังได้โดยการศึกษานี้ใช้การทดลองแบบสุ่ม ควบคุมกับผู้สูงอายุจำนวน 30 คนที่มีประวัติติดเชื้อ COVID-19 โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกออกกำลังกายแก้ไขท่าทาง และการฝึกหายใจเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (สามครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 30-45 นาที) การทดสอบที่ใช้ในการวัดผล ประกอบด้วย การทดสอบสภาพการหายใจ (Spirometry test) โดยวัดก่อน และหลังการฝึก ผลการศึกษา พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของค่า FEV1 ($p = 0.002$) และอัตราส่วน FEV1/FVC ($p = 0.003$)⁸ และจากการศึกษาของ Jun และคณะ (2016) ศึกษาเกี่ยวกับผลของโปรแกรมการฝึกหายใจแบบลึก-ช้า และกลุ่มฝึกหายใจด้วยการเป่าลูกโป่ง (ทำ 15 นาทีต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ นานต่อเนื่อง 6 สัปดาห์) เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการทำงานของปอด และกล้ามเนื้อหายใจในผู้สูงอายุที่สุขภาพดีเป็นประจำ จากผลการทดลอง พบว่า ภายหลังโปรแกรมการฝึกหายใจแบบลึก-ช้า อาสาสมัครกลุ่มออกกำลังกายมีค่า FVC ค่า FEV1/FVC ค่า PEF และค่าการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องในสัปดาห์ที่ 4 ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกหายใจแบบลึก-ช้า นอกจากนี้ยังพบว่า

กลุ่มออกกำลังกายมีค่า FEV1 หรือค่า VC แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างก่อน และหลังการออกกำลังกาย 6 สัปดาห์ จากพยาธิสภาพของผู้สูงอายุที่มีอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเยื่อหุ้ม (epithelium) และชั้นใต้เยื่อเมือก (submucosa) ซึ่งประกอบด้วย การเรียงตัวของเซลล์ของคอลลาเจนใต้เซลล์เยื่อหุ้ม (subepithelial fibrosis) เป็นพังผืด และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเซลล์ต่างๆ การเพิ่มจำนวนของเซลล์ (hyperplasia) และการเปลี่ยนแปลงชนิด และหน้าที่การทำงานของเซลล์ (metaplasia) ที่เกิดขึ้นกับเซลล์กอบเลต (goblet cell) ต่อหลังเมือก (submucosal gland cell) และเซลล์กล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle cell) เป็นต้น นอกจากนี้ ยังเกิดการอักเสบและสะสมของเมือกบริเวณเซลล์เยื่อหุ้มทางเดินหายใจ ส่งผลให้เกิดการตีบแคบของหลอดลม และนำไปสู่การอุดตันของท่อทางเดินหายใจได้ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการอักเสบในถุงลม และเกิดพังผืดภายในถุงลม ท้ายที่สุดแล้วส่งผลให้ลดการไหลของอากาศขณะหายใจออกในผู้สูงอายุที่มีอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 ได้^{21,22} ทำให้สมรรถภาพปอดลดลง โดยการออกกำลังกายแบบหายใจลึก-ช้า มีรูปแบบการหายใจเข้าสู่สูงสุด และคงค้าง ประกอบด้วย การหายใจเข้า การคงค้าง ทำให้เพิ่มแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อกะบังลม ซึ่งจะมีการทำงานแบบแอคทีฟ (active) ระหว่างที่มีการหายใจออกอย่างแรง (force exhalation) ในรอบของการหายใจเข้า-ออกที่มีแรงต้าน ทำให้มีการยืด และหดตัวของกล้ามเนื้อระหว่างช่องซี่โครงภายใน และภายนอก (internal and external intercostal muscle) ซึ่งทำงานทั้งในระหว่างการหายใจเข้า และออก จึงส่งผลให้สมรรถภาพปอดดีขึ้น อีกทั้งการฝึก หรือออกกำลังกายแบบหายใจลึก-ช้า เป็นการปรับสมดุลของระบบการหายใจ ช่วยกระตุ้นให้มีการควบคุมลมหายใจได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งช่วยให้สามารถควบคุมการหายใจได้ทั้งในช่วงเวลาที่ออกกำลังกาย หรือในภาวะที่เครียด ส่งผลให้ระบบหายใจทำงาน

สมดุลมากขึ้น ช่วยลดความเหนื่อยล้า และอาการหายใจลำบากในผู้ที่มีปัญหาการหายใจ เช่น ผู้ป่วยโรคหอบหืด หรือผู้ที่มีอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 ได้²³ โดยจากการศึกษาของ Kulwong และคณะ (2025) พบว่า ผู้สูงอายุที่มีการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก (aerobic exercise) เช่น การฝึกซิทกิง การฟ่อนรำ การฝึกพิลาทิส โดยเฉพาะการฝึกบริหารการหายใจ ร่วมกับการฝึกด้วยยางยืดจะสามารถเพิ่มสมรรถภาพปอด สามารถทำให้เนื้อปอดดีขึ้น และป้องกันการเสื่อมสภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อหายใจได้ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Yüce และ Taşci (2020) ศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกการหายใจแบบโยคะ Pranayama (pranayama breathing technique) ในผู้ป่วยโรคหอบหืด โดยทำ 20 นาทีต่อวัน ฝึกทุกวัน เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า ภายหลังการฝึกการหายใจแบบโยคะ อาสาสมัคร Pranayama group ($n = 25$) มีค่า PEF ดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (394.40 ± 108.82 vs 415.60 ± 119.27 , $p = 0.003$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึกแบบโยคะ แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าสมรรถภาพปอดเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ($p > 0.05$)²⁴ อาจเป็นไปได้ว่าการฝึกหายใจแบบโยคะ ช่วยในการขยายแคบบางส่วนของปอด ซึ่งส่วนใหญ่จะกระตุ้นเฉพาะกล้ามเนื้อกะบังลม แต่ไม่ได้กระตุ้นการใช้งานเต็มที่ของกล้ามเนื้อในปอด และเนื้อเยื่อปอด²⁵

จากผลการศึกษาสรุปว่า การฝึกหายใจแบบลึก-ช้า ช่วยให้ปอดสามารถขยายได้มากขึ้นในช่วงการหายใจเข้า และออก การหายใจลึก และช้าช่วยให้ปอดขยายเต็มที่มากขึ้นในแต่ละรอบการหายใจ ซึ่งช่วยเพิ่มปริมาตรการหายใจ หรือ Tidal volume ขณะที่หายใจเข้า และออก ช่วยฝึกกล้ามเนื้อกะบังลม และกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงทำงานอย่างเต็มที่ ซึ่งการฝึกหายใจแบบลึก-ช้าส่งเสริมให้มีการเรียกใช้กล้ามเนื้อเหล่านี้มากขึ้น ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เพิ่มความแข็งแรง และความทนทานของกล้ามเนื้อหายใจ เช่น กะบังลม และกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง เพิ่มเส้นเลือดฝอย

ในปอด และจำนวนถุงลม (alveoli) ช่วยให้การแลกเปลี่ยนก๊าซมีประสิทธิภาพมากขึ้น และส่งผลให้สมรรถภาพปอดเพิ่มขึ้นได้

การเปลี่ยนแปลงของค่าสมรรถภาพทางกายที่เพิ่มขึ้นในอาสาสมัครผู้สูงอายุที่มีประวัติการติดเชื้อโควิด-19 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการฝึกหายใจช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจ ช่วยเพิ่มปริมาตรอากาศที่ใช้ในการหายใจ อีกทั้งสามารถเพิ่มความสนใจ ความจดจ่อ และสมาธิ รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานร่วมกันของตา และมือ ทั้งยังช่วยลดความล้าของร่างกาย และลดความเครียดอีกด้วย รวมถึงงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า กลุ่มที่ฝึกหายใจด้วยโปรแกรมฝึกหายใจแบบลึก-ช้า เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ มีสมรรถภาพทางกาย และความสามารถในการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสัปดาห์ที่ 8 ได้แก่ ค่าการทดสอบลุกยืน 30 วินาที ระยะทางการทดสอบเดินเร็ว 6 นาที (6 minute walk distance; 6MWD) และค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของงานวิจัย โดยผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Hasanpour Dehkordi และคณะ (2021) ศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกแบบ teach-back เป็นการฝึกการหายใจต่อระยะทางในการทดสอบเดิน 6 นาที (6MWD) ในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) จำนวน 80 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม ($n = 40$) อายุเฉลี่ย 52.7 ± 9 ปี และกลุ่มทดลอง ($n = 40$) อายุเฉลี่ย 53.5 ± 7.1 ปี จากผลการทดลอง พบว่า ภายหลังจากการฝึกแบบ teach-back เป็นการฝึกการหายใจ 12 สัปดาห์ ผู้ป่วยกลุ่มทดลองมีค่า 6MWD ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (กลุ่มควบคุม vs กลุ่มทดลอง; 175 ± 21.58 vs 208 ± 41.5 เมตร, $p < 0.001$)²⁵ การประเมินการทำงานของระบบหัวใจร่วมด้วยวิธีการทดสอบการเดินเร็ว 6 นาที เป็นการประเมินความสามารถในการออกกำลังกาย ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคปอดต่างๆ รวมถึงผู้สูงอายุ เนื่องจากมีขั้นตอนการทดสอบง่าย ราคาไม่แพง

ใช้เวลาไม่นาน ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าในผู้ป่วย Post COVID-19 มีค่า 6MWD ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของ Post COVID-19 ทั้งสองระบบในร่างกาย ได้แก่ ระบบหัวใจร่วมหลอดเลือด และระบบหายใจ^{6,14} เมื่อสุขภาพร่างกาย และระบบต่างๆ ได้รับผลกระทบ เกิดภาวะความเครียดสะสม ส่งผลให้คุณภาพชีวิตทั้งตัวผู้สูงอายุเอง และครอบครัวข้างเคียงได้ ทั้งนี้อาจเกิดจากการฝึกหายใจแบบลึก-ช้าช่วยเพิ่มความจุปอด และประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนก๊าซ ลดการต้านทานทางเดินหายใจ และปรับปรุงสมรรถภาพของกล้ามเนื้อหายใจ รวมถึงการหายใจลึก-ช้าช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจ และความเครียด โดยการเพิ่มการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก¹⁴ ซึ่งช่วยลดการใช้พลังงานขณะออกกำลังกาย ทำให้ผู้สูงอายุที่มีอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 กล้ามเนื้อหายใจที่แข็งแรงสามารถลดความเหนื่อยล้าขณะหายใจ ส่งผลให้ร่างกายสามารถใช้ ออกซิเจนอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อออกซิเจนในเลือดเพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อโครงร่างได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอเพื่อผลิตพลังงานผ่านกระบวนการ oxidative phosphorylation ซึ่งช่วยเพิ่มความทนทานในการเดิน และการออกกำลังกาย ทำให้อาสาสมัครสามารถเดินได้นาน และไกลขึ้นจากการทดสอบเดินเร็ว 6 นาที การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้ 6MWD และค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ^{11,20}

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบหายใจลึก-ช้า 36 นาทีต่อวัน 3-5 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลดีต่อตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด และสมรรถภาพทางกาย ในผู้สูงอายุที่มีอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 (Long COVID หรือ Post COVID-19) จะเห็นได้ว่าโปรแกรมการฝึกหายใจดังกล่าวนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้กับผู้สูงอายุที่มีอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 ในระยะยาว หรือผู้สูงอายุทั่วไป เนื่องจากโปรแกรมการฝึกหายใจแบบลึก-ช้า สามารถฝึกทำตามวิดีโอได้ง่าย และทำให้เกิด

ความสนุก เพลิดเพลิน ผู้สูงอายุมีปฏิสัมพันธ์เพิ่มขึ้นในสังคม นอกจากนี้ สามารถเผยแพร่โปรแกรมดังกล่าวสู่ระบบสาธารณสุขของประเทศ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ของผู้ป่วยเอง รวมทั้งประหยัดงบประมาณค่าใช้จ่ายทั้งของผู้ป่วย และงบประมาณของรัฐ

ข้อเสนอแนะและข้อจำกัด

ควรมีการกระตุ้น และส่งเสริมให้ผู้สูงอายุที่มีอาการเรื้อรังหลังติดเชื้อโควิด-19 หรือผู้สูงอายุทั่วไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมออกกำลังกายร่วมกับการหายใจลึก-ช้า ผ่านโปรแกรมวิดีโอที่ออกแบบเฉพาะ โดยกำหนดการหายใจที่มีสมาธิ สม่ำเสมอ และต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมผลลัพธ์ทางสรีรวิทยาที่ดี นอกจากนี้ ควรมีการประเมินตัวแปรทางสรีรวิทยาเพิ่มเติม เช่น สมรรถภาพของระบบหัวใจ และหลอดเลือด หรือความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อเข้าใจกลไกทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องอย่างลึกซึ้ง สำหรับการศึกษาต่อไป ควรดำเนินการในรูปแบบการทดลองทางคลินิก (clinical Trial) เพื่อยืนยันประสิทธิผลของโปรแกรมการหายใจลึก-ช้าในกลุ่มผู้ที่มีความเสี่ยง และอาจเป็นทางเลือกในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย และปรับปรุงสมรรถภาพของหัวใจ และปอดในผู้ป่วย ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ของผู้ป่วย และลดค่าใช้จ่ายของรัฐ ข้อจำกัดของการศึกษาค้างนี้คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่จำกัด และการคัดเลือกจากพื้นที่เดียว ซึ่งอาจส่งผลต่อความหลากหลายของข้อมูล และจำกัดความสามารถในการสรุปผลลัพธ์ให้ครอบคลุมผู้สูงอายุในบริบทที่กว้างขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกลุ่มผู้สูงอายุในเขตเทศบาลเมืองอุดรดิตถ์ และเทศบาลตำบลท่าเสา อำเภอเมืองอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ ที่เป็นอาสาสมัครในการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกหายใจแบบลึก-ช้าทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยจนเสร็จสิ้นเรียบร้อย อย่างดียิ่ง รวมถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

และคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ในการให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือสำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) สนับสนุนทุนวิจัยด้านทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund; FF) ประเภทกลุ่มงานวิจัยท้าทาย ประจำปีงบประมาณ 2567

เอกสารอ้างอิง

1. National Research Council (Internet). COVID-19 infection situation report as of Wednesday, August 31, 2022. [cited 2024 Dec 9]. Available from: <https://covid19.nrct.go.th/daily-report-31aug2022/>.
2. Department of disease control. Center for COVID-19 Situation Administration (CCSA): COVID-19 infection report, Uttaradit Province, 2022. (in Thai)
3. Jiménez-Pavón D, Carbonell-Baeza A, Lavie CJ. Physical exercise as therapy to fight against the mental and physical consequences of COVID-19 quarantine: Special focus in older people. Prog Cardiovasc Dis 2020;63(3):386-8. doi:10.1016/j.pcad.2020.03.009.
4. Matsumoto S, Kuroda S, Sano T, et al. Clinical and biomarker profiles and prognosis of elderly patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) with cardiovascular diseases and/or risk factors. Circ J 2021;85(6):921-8. doi:10.1253/circj.CJ-21-0160.

5. Institute of Medical Research and Technology Assessment DoMS. Long-term health effects of covid-19 survivors and guidelines for healthcare service provision. *J DMS* 2022;47(2):5-8.
6. Lopez-Leon S, Wegman-Ostrosky T, Perelman C, et al. More than 50 Long-term effects of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 2021;11(1):16144. doi:10.1038/s41598-021-95565-8.
7. Jun H-J, Kim K-J, Nam K-W, et al. Effects of breathing exercises on lung capacity and muscle activities of elderly smokers. *J Phys Ther Sci* 2016;28(6):1681-5. doi:10.1589/jpts.28.1681.
8. Sedaghati P, Derakhshan KF, Ahmadabadi S, et al. Effects of corrective and breathing exercises on respiratory function of older adults with a history of COVID-19 infection: A randomized controlled trial. *BMC Complement Med Ther* 2023;23(1):199. doi:10.1186/s12906-023-04031-7.
9. Permatasari H. The effectiveness of breathing exercises for post covid-19 patients during rehabilitation: A literature review. *STRADA Jurnal Ilmiah Kesehatan* 2021;10(1):844-50. doi:10.30994/sjik.v10i1.717.
10. Robbins T, Gonevski M, Clark C, et al. Hyperbaric oxygen therapy for the treatment of long COVID: early evaluation of a highly promising intervention. *Clin Med (Lond)* 2021;21(6):e629-32. doi:10.7861/clinmed.2021-0462.
11. Nopp S, Moik F, Klok FA, et al. Outpatient pulmonary rehabilitation in patients with long COVID improves exercise capacity, functional status, dyspnea, fatigue, and quality of life. *Respiration* 2022;101(6):593-601. doi:10.1159/000522118.
12. Liu K, Zhang W, Yang Y, et al. Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: A randomized controlled study. *Complement Ther Clin Pract* 2020;39:101166. doi:10.1016/j.ctcp.2020.101166.
13. Jirawatkul A. Statistical methods in health science research. Bangkok: Witthayaphat Co., Ltd.; 2015. (in Thai)
14. Wattanapanyawech J, Wangphetngam T, Wananont N, et al. The effect of slow deep breathing exercise programs on cardiovascular performance and heart rate variability in healthy Thai young adults. *Health Sci Tech Rev* 2021;14(2):62-70. (in Thai)
15. Paul SS, Canning CG. Five-repetition sit-to-stand. *J Physiother* 2014;60(3):168. doi:10.1016/j.jphys.2014.06.002.
16. Dejsomritrutai W, Nana A, Maranetra KN, et al. Reference spirometric values for healthy lifetime nonsmokers in Thailand. *J Med Assoc Thai* 2000;83(5):457-66. (in Thai)
17. Bargal S, Nalgirkar V, Patil A, et al. Effect of right nostril breathing on cardiorespiratory parameters and reaction time in young, healthy humans: An interventional study. *J Community Med* 2024;49(2):303-7. doi:10.4103/ijcm.ijcm_544_22.

18. Harnphadungkij G. 6-Minute Walk Test. *ASEAN J Rehabil Med* 2015;24(1):1-4. (in Thai)
19. Burr JF, Bredin SSD, Faktor MD, et al. The 6-minute walk test as a predictor of objectively measured aerobic fitness in healthy working-aged adults. *Phys Sportsmed* 2011;39(2):133-9. doi:10.3810/psm.2011.05.1904.
20. Yoon J-M, Im S-C, Kim K. Effects of diaphragmatic breathing and pursed lip breathing exercises on the pulmonary function and walking endurance in patients with chronic stroke: A randomised controlled trial. *Int J Ther Rehabil* 2022; 29(8):1-11. doi:10.12968/ijtr.2021.0027.
21. Torres-Castro R, Vasconcello-Castillo L, Alsina-Restoy X, et al. Respiratory function in patients post-infection by COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Pulmonology* 2021;27(4):328-37. doi:10.1016/j.pulmoe.2020.10.013.
22. Pietranis KA, Izdebska WM, Kuryliszyn-Moskal A, et al. Effects of pulmonary rehabilitation on respiratory function and thickness of the diaphragm in patients with post-COVID-19 syndrome: A randomized clinical trial. *J Clin Med* 2024;13(2):425. doi:10.3390/jcm13020425.
23. Kader M, Hossain MA, Reddy V, et al. Effects of short-term breathing exercises on respiratory recovery in patients with COVID-19: A quasi-experimental study. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2022;14(1):60. doi:10.1186/s13102-022-00451-z.
24. Erdoğan Yüce G, Taşcı S. Effect of pranayama breathing technique on asthma control, pulmonary function, and quality of life: A single-blind, randomized, controlled trial. *Complement Ther Clin Pract* 2020;38:101081. doi:10.1016/j.ctcp.2019.101081.
25. Hasanpour Dehkordi A, Ebrahimi-Dehkordi S, Banitalebi-Dehkordi F, et al. The effect of teach-back training intervention of breathing exercise on the level of dyspnea, six-minutes walking test and FEV1/FVC ratio in patients with chronic obstructive pulmonary disease; a randomized controlled trial. *Expert Rev Respir Med* 2021;15(1):161-9. doi:10.1080/17476348.2020.1822740.
26. Kulwong S, Suwannachote N, Lamduan T, et al. Exercise and pulmonary function enhancement program for elderly workers. *Thai J Sci Technol* 2025;33(2):104-20. (in Thai)