

นิพนธ์ฉบับ

เปรียบเทียบผลระหว่างการออกกำลังกายในน้ำและบนบกต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวใจและสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอดในคนไทยที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

ศศิภา บุรณพันธ์ฤกษ์*, ขนิษฐา วัฒนนานนท์*, ชนกนันท์ ภักดีกุล*,
กฤตวิทย์ แดงเพชร*, กรอนงค์ ยืนยงชัยวัฒน์*,
ขจรศักดิ์ พงษ์พานิช*, รุ่งชัย ชวนไชยะกุล**

บทคัดย่อ

- บทนำ:** ผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน มีอาการหายใจลำบากขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ และส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบหายใจและหลอดเลือดลดลง มีการศึกษามากมายที่แนะนำการออกกำลังกายแบบ aerobic exercise ในกลุ่มที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานและอ้วน อย่างไรก็ตามลักษณะการออกกำลังกายดังกล่าว (การออกกำลังกายบนบก) ยังเป็นสิ่งที่ยากสำหรับกลุ่มดังกล่าวเนื่องจากการลงน้ำหนักที่มากเกินไปซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มอาการปวดรยางค์ส่วนล่าง การออกกำลังกายในน้ำจึงอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการออกกำลังกายสำหรับผู้ที่มีภาวะดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการออกกำลังกายในน้ำและบนบกเพื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวใจและสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอดในคนไทยที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
- วิธีการศึกษา:** อาสาสมัครเพศชายและหญิง มีค่าดัชนีมวลกายเท่ากับ ๒๕.๐ - ๓๔.๙ กิโลกรัมต่อเมตร^๒ และอัตราส่วนรอบเอวหารส่วนสูง > ๐.๕ จำนวน ๕๐ คน แบ่งเป็น ๒ กลุ่ม โดยการสุ่ม คือ กลุ่มออกกำลังกายในน้ำ (Aquatic exercise; N = 25) และกลุ่มออกกำลังกายบนบก (Land based exercise; N = 25) อาสาสมัครจะได้รับการฝึกจำนวน ๓ วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา ๔ สัปดาห์ อาสาสมัครทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวใจเข้า (MIP) และออก (MEP) และวัดระยะทางที่ได้ภายหลังการเดิน ๖ นาที (6MWT) ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรม
- ผลของการศึกษา:** ภายหลังการฝึกกลุ่มออกกำลังกายในน้ำมีค่า MIP และ MEP เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (+๑๓.๕๓ ± ๑๕.๖๖ เซนติเมตรน้ำ และ +๑๖.๐๐ ± ๑๘.๙๔ เซนติเมตรน้ำ ตามลำดับ) ในขณะที่กลุ่มออกกำลังกายบนบกไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทั้งกลุ่มออกกำลังกายในน้ำและบนบกมีค่าระยะทางการเดิน (6MWT) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (+๑๗.๐๒ ± ๓๐.๑๐ เมตร และ +๑๐.๖๐ ± ๒๕.๓๖ เมตร ตามลำดับ)
- วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา:** การฝึกออกกำลังกายในน้ำสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวใจและสมรรถภาพหัวใจและปอด
- คำสำคัญ:** ออกกำลังกายในน้ำ, อ้วน, น้ำหนักเกิน, ความแข็งแรงกล้ามเนื้อหัวใจ, สมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอด

วันที่รับบทความ: ๒๔ สิงหาคม ๒๕๕๙

วันที่อนุญาตให้ตีพิมพ์: ๑๒ มกราคม ๒๕๖๐

* ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

** วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, มหาวิทยาลัยมหิดล

* ผู้ให้ติดต่อ: อาจารย์ศศิภา บุรณพันธ์ฤกษ์ ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ๑๒๑๒๐ อีเมล sasipa.b@allied.tu.ac.th

บทนำ

ภาวะน้ำหนักเกิน (Overweight) เป็นปัญหาทางด้านสุขภาพของประชากรทั่วโลกที่ส่งผลให้เกิดโรคต่าง ๆ ตามมา เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจและสมอง โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง ผู้ที่มีไขมันสะสมบริเวณช่องท้องมาก จะเสี่ยงต่อการเกิดโรคทางระบบหัวใจและหลอดเลือดซึ่งเป็นสาเหตุหลัก ๆ ที่นำไปสู่อัตราการตายที่เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งภาวะน้ำหนักเกินที่นำไปสู่โรคอ้วน (Obesity) ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable diseases; NCDs)^๑

นอกจากนี้ผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินหรืออ้วน จะนำไปสู่การหอบเหนื่อย ซึ่งส่งผลให้การทำการกิจกรรมหรือกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ ลดลง รวมไปถึงการนำไปสู่ภาวะหยุดหายใจในเวลานอน (Obstructive Sleep Apnea Syndrome; OSAS) มีการศึกษาพบว่าผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินหรืออ้วน ที่ส่งผลให้การระบายอากาศลดลง (Obesity hypoventilation syndrome) ส่งผลให้ค่าออกซิเจนในเลือดต่ำลง เหนื่อยง่าย หลับในระหว่างวัน อัตราการใช้พลังงานลดลง และหอบเหนื่อยได้ง่าย ซึ่งภาวะต่าง ๆ เหล่านี้เกิดจากการที่ผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน^{๒-๔} มีไขมันสะสมในช่องท้องเป็นปริมาณมาก ทำให้กล้ามเนื้อกะบังลมอยู่ในตำแหน่งที่ทำงานได้ไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้สมรรถภาพปอดลดลง โดยมีค่าอากาศที่คงค้างในปอดภายหลังการหายใจปกติ (Functional residual capacity; FRC) ลดลง ทำให้การระบายอากาศบริเวณฐานปอดลดลง ดังนั้นเลือดแดงจึงขาดออกซิเจน^๕ นอกจากนี้ผู้ที่อยู่ในภาวะน้ำหนักเกินจะมีลักษณะปอดที่ถูกจำกัด (Restrictive) เนื่องจากการที่มีไขมันปริมาณมากสะสมที่บริเวณกระดูกซี่โครง ผนังทรวงอก และในช่องท้องทำให้ต้นกล้ามเนื้อกะบังลมสูงขึ้น ส่งผลให้การยอมตามของทรวงอกลดลง (reduction in chest wall compliance) และมีแรงต้านทานทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น (higher airway resistance) ทำให้ต้องใช้พลังงานในการหายใจเพิ่มมากขึ้น (increase work of breathing) ต้องใช้ปริมาณออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น (increase O₂ consumption) ซึ่งหมายถึงต้องใช้พลังงานในการหายใจเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เหนื่อยง่าย^{๕-๗}

ดังนั้นการจะลดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน คือ การเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงาน ทำได้โดยการเพิ่มการทำการกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน และการออกกำลังกาย ที่จะส่งผลให้การเผาผลาญพลังงานเพิ่มมากขึ้น โดยการออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ไม่ควรเป็นการออกกำลังกายที่มีแรงมากกระทำต่อข้อต่อเพราะจะส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของข้อต่อต่าง ๆ ดังนั้นการออกกำลังกายที่ลดแรง

กระแทกต่อข้อต่อต่าง ๆ ในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เช่น การปั่นจักรยานขา การปั่นจักรยานมือ และการออกกำลังกายในน้ำ^๘

ในปัจจุบันการออกกำลังกายในน้ำ เป็นอีกรูปแบบหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมีแรงลอยตัวในน้ำ (buoyancy effect) ซึ่งสามารถช่วยลดแรงกระแทกที่เกิดกับข้อต่อได้^๘ ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพมากในการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ นักกีฬาที่ได้รับบาดเจ็บ และผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน จากการศึกษาของ Green และคณะ^๙ ที่ได้ทำการศึกษาผลการออกกำลังกายในน้ำโดยการวิ่ง ในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน พบว่า ภายหลังการวิ่งในน้ำมี maximal aerobic capacity และจากการศึกษาของ Ide และคณะ^{๑๐} ที่ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายในน้ำโดยใช้การออกกำลังกายแบบ active และ resisted exercise ของแขนและลำตัว พบว่ามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในการออกกำลังกายในน้ำยังช่วยลดการตีบแคบของทางเดินหายใจและแรงต้านทานทางเดินหายใจมากกว่าการออกกำลังกายชนิดอื่น^{๑๑-๑๓} เนื่องจากในน้ำจะมีความชื้น และการออกกำลังกายในน้ำจะมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำได้ ในการศึกษาของ Noviski และคณะ^{๑๔} พบว่า ทางเดินหายใจที่แห้งและเย็นจะกระตุ้นให้ทางเดินหายใจตีบแคบลง ทำให้เกิดอาการเหนื่อย และหอบหืดได้ โดยระดับความหนักที่เหมาะสมในการออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินคือ ความหนักที่ระดับปานกลาง โดยวัดจากการใช้ระดับความเหนื่อย ที่ระดับ ๑๒ - ๑๓ (Borg Scale แบบ ๖ - ๒๐ ระดับ)

จากปัญหาทางด้านระบบหายใจในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินดังที่กล่าวข้างต้น ทำให้เกิดอาการหอบเหนื่อยได้ง่าย ความทนทานในการออกกำลังกายและการทำการกิจกรรมต่าง ๆ ลดลง ส่งผลให้ความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดลดลงตามมา (poor cardiovascular endurance) และเนื่องจากปัญหาทางระบบหายใจเป็นปัญหาที่ทำให้การออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินถูกจำกัดเนื่องจากอาการหอบเหนื่อย การออกกำลังกายในน้ำจึงน่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่ดีกว่าที่จะลดอาการหอบเหนื่อยได้และการที่มีแรงดันจากน้ำ (hydrostatic pressure) ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นแรงต้านขณะหายใจ จึงเป็นการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้^{๑๕-๑๖} และทำให้สามารถออกกำลังกายได้นานยิ่งขึ้น ในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

มีการศึกษาก่อนหน้านี้จำนวนไม่มากที่กล่าวถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายในน้ำ ในกลุ่มของผู้ที่มีน้ำหนักเกินต่อระบบหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเป็น

ปัญหาของกลุ่มผู้ที่มีน้ำหนักเกิน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงผลการออกกำลังกายในน้ำต่อค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอดในการเดิน ๖ นาที ในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

วิธีการศึกษา

ผู้เข้าร่วมงานวิจัย

อาสาสมัครเพศชายและหญิงที่อยู่ในภาวะน้ำหนักเกิน และอ้วน อายุ ๑๘ - ๕๐ ปี จำนวน ๕๐ คน (คำนวณจากโปรแกรม G*Power 3.1.9.2 $\alpha = 0.05$, Effect size = 1.00, Power = 0.95, Level of significant = 0.05 จากการศึกษาของ Greene และคณะ ในปี ค.ศ. ๒๐๐๙) แบ่งเป็น ๒ กลุ่มโดยการสุ่ม คือ กลุ่มออกกำลังกายในน้ำ (Aquatic group; N = ๒๕) และกลุ่มออกกำลังกายบนบก (Land based group N = ๒๕) การศึกษานี้เป็นแบบ Randomized control trial โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกคือ เพศหญิงและชาย อายุ ๑๘ - ๕๐ ปี มีค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) เกินมาตรฐาน คือ ผู้ที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน โดยมีค่า BMI = ๒๕.๐ - ๓๔.๙ กิโลกรัมต่อเมตร^๒ และมีค่าอัตราส่วนรอบเอวหารด้วยความสูง (Waist to Height ratio: WHtR) > ๐.๕ โดยมีเกณฑ์การคัดออกคือ มีปัญหาระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่เป็นอุปสรรคต่อการเดินหรือการออกกำลังกาย เช่น โรคข้อเสื่อม (Osteoarthritis) โรครูมาตอยด์ (Rheumatoid disease) ประสบอุบัติเหตุที่ส่งผลต่อกล้ามเนื้อและกระดูกซี่โครง มีปัญหาหรือโรคทางทรวงอกและหัวใจ มีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมากกว่า ๑๒๐ ครั้งต่อนาที และความดันโลหิตสูงที่ไม่สามารถควบคุมได้ (> ๑๔๐/๙๐ มิลลิเมตรปรอท) มีโรคติดต่อทางผิวหนังหรือมีแผลเปิดที่ไม่สามารถลงน้ำได้

งานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ชุดที่ ๓ สาขาวิทยาศาสตร์ โครงการวิจัยที่ ๐๒๘/๒๕๕๘ และผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนเซ็นยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยด้วยความสมัครใจ

การทดสอบและการวัดผล

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

(Respiratory muscles strength)

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ โดยใช้เครื่อง Respiratory pressure meter รุ่น RPM01 (Micro Medical Ltd., United Kingdom) ซึ่งได้รับการ calibration จากโรงงานผู้ผลิตโดยมีการ calibration ที่ศูนย์ทุก ๒ ปี ตาม

ระเบียบวิธีการใช้เครื่อง โดยวัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (Maximal Inspiratory Pressure; MIP) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก (Maximal Expiratory Pressure; MEP) ซึ่งจะประเมินโดยผู้ช่วยวิจัยคนเดิมตลอดการวิจัย และใช้คำสั่งที่เหมือนกัน

ในการทดสอบ ทำการวัดซ้ำ ๓ - ๕ ครั้ง และนำค่าที่สูงที่สุด ๑ ค่า จาก ๓ ค่า ซึ่งต่างกันไม่เกินร้อยละ ๕ มาวิเคราะห์ตามหลักการทดสอบของ ATS/ERS^{๑๗} แล้วบันทึกค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า และค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก ทั้งก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกาย ในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำและบนบก เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกาย

การทดสอบสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอด (Cardio-pulmonary fitness)

การศึกษานี้ทดสอบสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอด โดยใช้การทดสอบการเดิน ๖ นาที (6 minute walk test; 6MWT) โดยทำการทดสอบการเดินที่ระยะทางยาว ๓๐ เมตร มีลักษณะพื้นผิวของทางเดินที่เรียบและเป็นพื้นแข็งและเรียบสงบ ไม่มีคนเดินพลุกพล่าน มีอากาศถ่ายเทสะดวก ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนทำการเดินให้เร็วที่สุด และให้ได้ระยะทางมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ภายในเวลา ๖ นาที โดยสามารถเดินให้ช้าลงหรือสามารถหยุดพักได้เมื่อจำเป็นและเดินต่อทันทีที่สามารถเดินต่อได้ (โดยจะไม่ทำการหยุดเวลา) ตามหลักการทดสอบของ ATS/ERS^{๑๘}

ภายหลังจากการทดสอบ ทำการบันทึกค่าระยะทางที่เดินได้ทั้งหมด ในหน่วย เมตร (m.) ทำการทดสอบการเดิน ๖ นาที ทั้งก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกาย ในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำและบนบก เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกาย

วิธีการฝึก

โปรแกรมออกกำลังกายโดยผู้ช่วยวิจัยคนเดิมดูแลตลอดการฝึกทั้งบนบกและในน้ำ ทำการฝึกวันละ ๕๐ นาที จำนวน ๓ วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา ๔ สัปดาห์ และ ที่ระดับความเหนื่อยปานกลางโดยวัดจากการใช้ระดับความเหนื่อย ๓ - ๔ (Modified Borg Scale แบบ ๐ - ๑๐ ระดับ)^{๑๙ - ๒๐}

การอบอุ่นร่างกาย (warm up) : โดยใช้ท่าที่เหมือนกัน ทั้ง ๒ กลุ่ม ประกอบด้วย

การยืดกล้ามเนื้อ (รูปที่ ๑) จำนวนท่าละ ๒ ครั้ง แต่ละท่าค้างท่าละ ๑๕ วินาที รวมระยะเวลา ๑๐ นาที โดยขณะยืดกล้ามเนื้ออาสาสมัครจะต้องมีความรู้สึกตึงบริเวณกล้ามเนื้อที่

ทำการยืดโดยไม่มีอาการปวดเกิดขึ้น^{๒๑} โดยกล้ามเนื้อที่ทำการยืดได้แก่ กล้ามเนื้อหัวไหล่และสะบัก (รูปที่ ๑: A), กล้ามเนื้อหัวไหล่และต้นแขน (รูปที่ ๑: B), กล้ามเนื้อแขน ข้อมือ และลำตัวทางด้านข้าง (รูปที่ ๑: C), กล้ามเนื้อน่อง (รูปที่ ๑: D) และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (รูปที่ ๑: E)

โปรแกรมการออกกำลังกาย (exercise training) : โดยใช้ท่าที่เหมือนกันทั้ง ๒ กลุ่ม ซึ่งท่าทางในการออกกำลังกายได้ประยุกต์จากท่าทางในการฝึก chest trunk mobilization ซึ่งเป็นการทำงานของแขน และลำตัว ร่วมกับการหายใจเข้าลึก เพื่อเพิ่มปริมาตรปอดและการระบายอากาศในปอด และท่าทางการยกขาที่ส่งผลให้กล้ามเนื้อลำตัวต้องทำงานเพิ่มมากขึ้นเพื่อการทรงท่า โดยมีการควบคุมจังหวะในการออกกำลังกายโดยใช้ metronome ที่จังหวะ ๙๖ ครั้งต่อนาที ทั้ง ๒ กลุ่ม โดยท่าทางในการออกกำลังกายดังรูปที่ ๒

- ยืนท้าวเอว ยกแขนขึ้น ร่วมกับเอียงลำตัวไปด้านตรงข้าม (รูปที่ ๒: A)

- ยืนเตะขาไปทางด้านข้าง ด้านหลัง และด้านหน้า มือท้าวเอวพร้อมกางข้อศอกออกไปทางด้านข้าง (รูปที่ ๒: B)

- ยืนย่อเข่า พร้อมยกแขนไปทางด้านหน้า (รูปที่ ๒: C)

- ยืนย่อเข่า พร้อมยกแขนไปทางด้านหน้า (รูปที่ ๒: D)

- ยืนกางขากว้างระดับไหล่ แกว่งแขนไปทางด้านหน้า (รูปที่ ๒: E)

- ยืนกางขาออกทางด้านข้างพร้อมยกแขนไปทางด้านข้าง จากนั้นหุบขาพร้อมหุบแขนลงแนบข้างลำตัว (รูปที่ ๒: F)

- ยืนกางขากว้างระดับไหล่ กางแขนขนานกับพื้นแล้วหุบแขนเข้าและกางแขนออก (รูปที่ ๒: G)

ท่าละ ๑๐ ครั้งต่อเซต ๒ เซตต่อท่า โดยพักระหว่างเซต ๒ - ๓ นาที (ช่วงเวลาพักระหว่างเซต อาสาสมัครจะทำการย่อเท้าอยู่กับที่) รวมเวลาทั้งหมด ๓๐ นาที^{๑๐ - ๒๐} โดยในทุกท่าทางการออกกำลังกายอาสาสมัครต้องหายใจเข้าและออกให้ลึกและช้า ผู้วิจัยจะทำการเตรียมเก้าอี้ไว้เพื่อให้อาสาสมัครจับเพื่อป้องกันการล้ม



A



B



C



D



E

รูปที่ ๑ แสดงท่าทางในการยืดกล้ามเนื้อทั้งในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำและบนบก



A



B



C



D



E



F



G

รูปที่ ๒ แสดงท่าทางในการออกกำลังกายทั้งในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำและบนบก

รายละเอียดโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำและบนบก ดังนี้

- โปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำ : ในการออกกำลังกายในน้ำจะควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ ๓๒ - ๓๕ องศาเซลเซียส และน้ำอยู่ในระดับกึ่งกลางหน้าอก หรือ 4th intercostal space ของอาสาสมัครแต่ละคน (รูปที่ ๓ A) โดยที่การออกกำลังกายในน้ำแต่ละรอบ

จะทำการคัดระดับความสูงของอาสาสมัครให้ใกล้เคียงกันลงออกกำลังกายพร้อมกัน เพื่อจะสามารถรักษาระดับของน้ำที่กึ่งกลางหน้าอกได้

- โปรแกรมการออกกำลังกายบนบก : ทำการออกกำลังกายในห้องที่มีอุณหภูมิ ๒๕ - ๒๗ องศาเซลเซียส (โดยผู้เข้าร่วมวิจัยรู้สึกสบาย) ที่มีแผ่นโฟมรองที่พื้น เพื่อลดแรงกระแทกที่เกิดขึ้นกับข้อต่อต่าง ๆ (รูปที่ ๓ B)

A

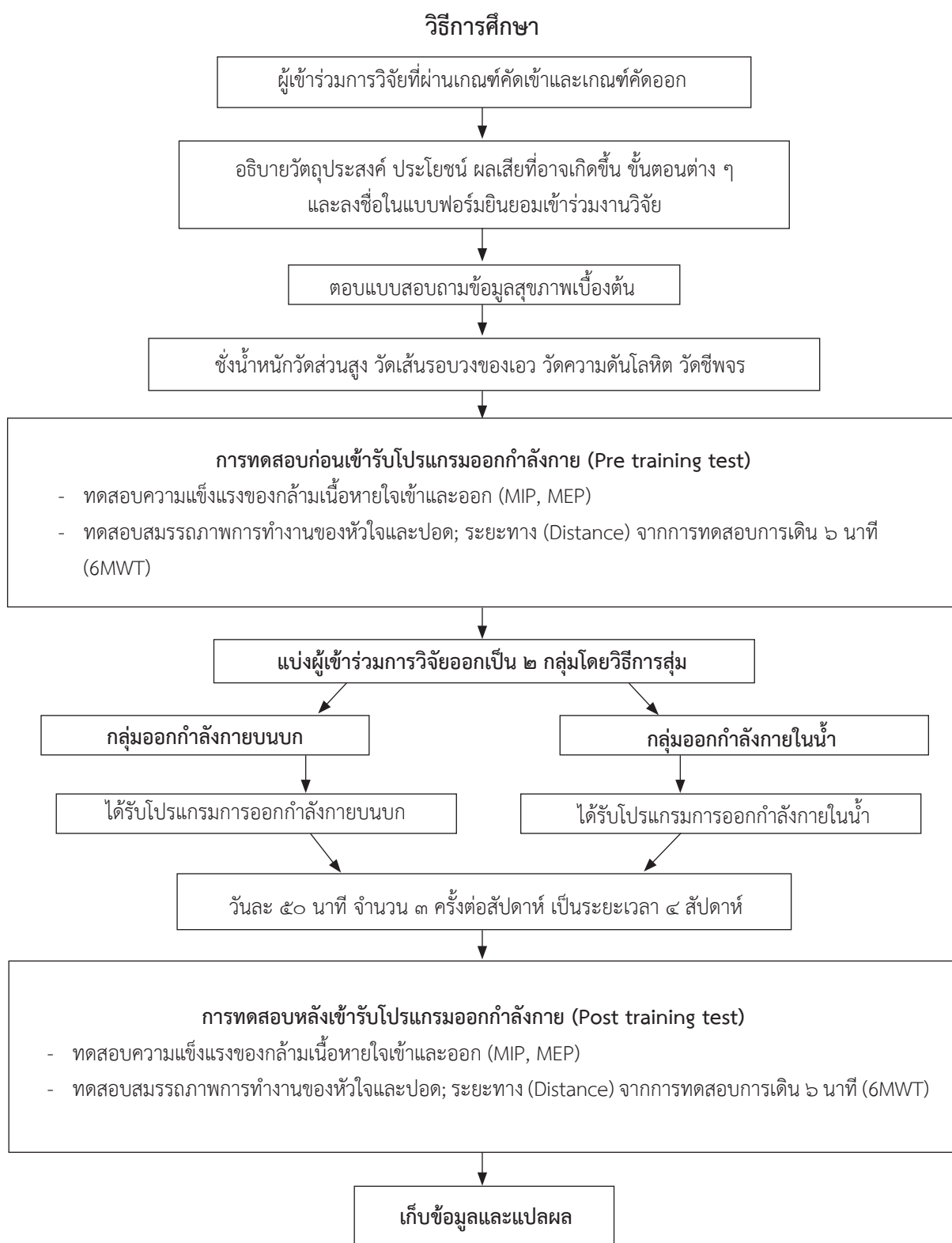


B



รูปที่ ๓ แสดงการออกกำลังกาย ในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำ (A) และกลุ่มออกกำลังกายบนบก (B)

- การผ่อนคลาย (Cool down) : โดยใช้ท่าที่เหมือนกันทั้ง ๒ กลุ่ม และเป็นท่าทางเดียวกันกับการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) รวมระยะเวลา ๑๐ นาที เช่นกัน



แผนภูมิที่ ๑ การเก็บรวบรวมข้อมูลและขั้นตอน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

โปรแกรมทางสถิติ SPSS version 22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) ในการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยมีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ($p < 0.05$) ใช้ Kolmogorov Smirnov Goodness of Fit test เพื่อทดสอบการกระจายของข้อมูล ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก (MIP, MEP) และ ระยะทางที่ได้จากการทดสอบเดิน 6 นาที (6MWT) ทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทั้งก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรม โดยใช้ Unpaired t-test และเปรียบเทียบก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมในแต่ละกลุ่ม โดยใช้ Paired t-test

ผลการศึกษา

ลักษณะของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยมีค่าเฉลี่ย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย อัตราส่วนรอบเอวหารด้วยส่วนสูง ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก และสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอด ได้แก่ ระยะทางจากการทดสอบเดิน 6 นาที ของผู้เข้าร่วมวิจัยระหว่างกลุ่มออกกำลังกายในน้ำ และกลุ่มออกกำลังกายบนบกก่อนการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกาย ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะโดยทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และระยะทางจากการทดสอบการเดิน 6 นาทีของผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยแสดงเป็นค่า Mean (SD)

ลักษณะทั่วไป	กลุ่มออกกำลังกายในน้ำ (n = ๒๕)	กลุ่มออกกำลังกายบนบก (n = ๒๕)
อายุ (ปี)	๒๑.๗๒ (๔.๑๙)	๒๑.๗๖ (๔.๒๕)
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	๗๓.๗๒ (๙.๔๘)	๗๘.๔๒ (๙.๕๙)
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	๑๖๑.๗๐ (๘.๓๕)	๑๖๔.๔๐ (๖.๗๓)
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ^๒)	๒๘.๑๙ (๓.๑๐)	๒๙.๐๑ (๓.๐๓)
อัตราส่วนรอบเอวหารด้วยความสูง	๐.๗๒ (๐.๑๘)	๐.๗๐ (๐.๑๗)
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ		
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (เซนติเมตรน้ำ)	๙๔.๒๘ (๓๒.๐๔)	๑๐๕.๓๒ (๒๕.๘๙)
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก (เซนติเมตรน้ำ)	๙๕.๒๔ (๓๑.๓๙)	๑๐๑.๖๔ (๒๐.๓๔)
สมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอด		
ระยะทาง (เมตร)	๕๗๗.๐๘ (๔๐.๕๐)	๕๘๓.๙๒ (๓๘.๖๐)

การเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก

เมื่อเปรียบเทียบค่า MIP และ MEP ก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายในแต่ละกลุ่มพบว่า ค่า MIP และ MEP เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($+๑๓.๕๓ \pm ๑๕.๖๖$ เซนติเมตรน้ำ, $p < 0.00๑$ และ $+๑๖.๐๐ \pm ๑๘.๙๔$ เซนติเมตรน้ำ, $p < 0.0๐๑$ ตามลำดับ) ในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำ ขณะที่กลุ่มออกกำลังกายบนบกไม่มีความแตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติของค่า MIP และ MEP ($+๔.๕๒ \pm ๑๓.๐๔$ เซนติเมตรน้ำ, $p = 0.๐๙๖$ และ $+๒.๓๒ \pm ๑๖.๑๒$ เซนติเมตรน้ำ, $p = 0.๔๗๙$ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มออกกำลังกายในน้ำและบนบก ทั้งค่า MIP และ MEP ($p > 0.๐๕$) ดังแสดงในตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ แสดงค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (MIP) หายใจออก (MEP) และระยะทางจากการทดสอบการเดิน ๖ นาที ในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำและบนบก โดยแสดงเป็นค่า Mean (SD)

ตัวแปร	กลุ่มออกกำลังกายในน้ำ (n = ๒๕)			กลุ่มออกกำลังกายบนบก (n = ๒๕)		
	ก่อนเข้าร่วมโปรแกรม	หลังเข้าร่วมโปรแกรม	p-value	ก่อนเข้าร่วมโปรแกรม	หลังเข้าร่วมโปรแกรม	p-value
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า						
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (เซนติเมตรน้ำ)	๙๔.๒๘ (๓๒.๐๔)	๑๐๗.๘๐** (๓๒.๖๗)	< ๐.๐๐๑	๑๐๕.๓๒ (๒๕.๘๙)	๑๐๙.๘๔ (๒๙.๕๙)	๐.๐๙๖
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก (เซนติเมตรน้ำ)	๙๕.๒๔ (๓๑.๓๙)	๑๑๑.๒๔** (๒๙.๒๙)	< ๐.๐๐๑	๑๐๑.๖๔ (๒๐.๓๔)	๑๐๓.๙๖ (๒๓.๘๗)	๐.๔๗๙
สมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอด						
ระยะทาง (เมตร)	๕๗๗.๐๘ (๔๐.๕๐)	๕๙๔.๑๐** (๔๖.๙๙)	๐.๐๐๙	๕๘๓.๙๒ (๓๘.๖๐)	๕๙๔.๕๒* (๔๕.๑๒)	๐.๐๔๗

หมายเหตุ * $p < ๐.๐๕$ เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมในแต่ละกลุ่ม

** $p < ๐.๐๑$ เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมในแต่ละกลุ่ม

การเปรียบเทียบสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอด

จากผลการศึกษาพบว่าภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายทั้งในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำและออกกำลังกายบนบก มีค่าระยะทางจากการทดสอบเดิน ๖ นาที (6MWT) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($+๑๗.๐๒ \pm ๓๐.๑๐$ เมตร, $p = ๐.๐๐๙$ และ $+๑๐.๖๐ \pm ๒๕.๓๖$ เมตร, $p = ๐.๐๔๗$ ตามลำดับ) โดยกลุ่มออกกำลังกายในน้ำมีการเพิ่มขึ้นของค่าระยะทางจากการทดสอบการเดิน ๖ นาที มากกว่ากลุ่มออกกำลังกายบนบก แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทาง ($p > ๐.๐๕$) ดังแสดงในตารางที่ ๒

วิจารณ์ และสรุปผลการศึกษา

การเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก

จากการศึกษาพบว่าค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายในน้ำ พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบก่อนการออกกำลังกาย ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Ide และคณะ^{๑๐} ที่ได้ทำการศึกษากลุ่ม

ออกกำลังกายในน้ำและบนบกในผู้สูงอายุโดยใช้ระดับน้ำในระดับหัวไหล่ (shoulder cover) โดยเป็นการออกกำลังกายแบบ active และ resisted exercise ของแขนและลำตัวในน้ำและบนบก ร่วมกับการหายใจเข้าและออกลึก โดยพบว่าค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำและบนบก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากท่าทางที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นท่าออกกำลังกายที่ประยุกต์จากการฝึกหายใจโดยมีการเคลื่อนไหวของลำตัวและหน้าอกร่วมกัน หรือเรียกว่า Chest trunk mobilize ร่วมกับการหายใจเข้าลึก ซึ่งเป็นการเน้นการหายใจเข้าลึก ร่วมกับการยกแขนและมีการทำงานของกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจ เช่น ท่ายกแขนขึ้นทางแขนขึ้น กำหมัดและซกไปทางด้านหน้า ซึ่งท่าทางเหล่านี้มีการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกาะจากทรวงอกไปยังแขน ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อช่วยในการหายใจเข้า (Accessory muscles) ได้แก่ pectoralis m., trapezius m. เป็นต้น^{๒๖} นอกจากนี้ยังมีท่าทางการยกขาไปทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลังที่ก่อให้เกิดการไหลวนของน้ำเพิ่มมากขึ้นจึงก่อให้เกิดแรงต้านเพิ่มมากขึ้นต่อการทรงท่าทางและลำตัวตั้งตรงในน้ำ โดยการหายใจเข้า

และออกลิขณะออกกำลังกาย ซีโครงต้องมีการยกตัวทั้งทางด้านหน้าและด้านข้างต้านกับแรงดันของน้ำ หรือ Hydrostatic pressure ทำให้กล้ามเนื้อหายใจและกล้ามเนื้อช่วยในการหายใจต้องทำงานเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อหายใจได้ ดังนั้นการออกกำลังกายในน้ำจะเกิดแรงต้านต่อการหายใจจากแรงดันน้ำ ร่วมกับท่าทางที่ใช้ในการออกกำลังกายในน้ำ ส่งผลให้กล้ามเนื้อหายใจต้องทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อเอาชนะแรงต้านจากน้ำ ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึก และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการออกกำลังกายบนบกในท่าทางเดียวกัน เนื่องจากการออกกำลังกายบนบกร่างกายไม่มีแรงต้านจากน้ำในขณะออกกำลังกาย

จากคุณสมบัติของแรงดันน้ำ ยังสามารถช่วยเพิ่ม Mobility ของกะบังลมขณะหายใจออกและส่งเสริมการทำงานของ abdominal muscles (Rectus abdominis, Internal and External obliques and Transverse abdominis) สอดคล้องกับผลของการศึกษานี้ ซึ่งพบว่าค่า MEP ในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน อาจเนื่องมาจากท่าทางในการออกกำลังกายในน้ำเป็นท่าทางยืนร่วมกับมีการเคลื่อนไหวของแขนและขา ซึ่งจากการเคลื่อนไหวของส่วนต่างๆ ดังกล่าวส่งผลให้เกิดแรงกระเพื่อมของน้ำรบกวนต่อการทรงตัวของอาสาสมัครในน้ำ ทำให้ต้องใช้แรงจากกล้ามเนื้อลำตัวในการช่วยพยุงลำตัวส่วนหนึ่งซึ่งกล้ามเนื้อเหล่านี้ยังเป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยในการทำงานแบบ force expiration จึงส่งผลให้กล้ามเนื้อเหล่านี้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นจากการวัดค่า MEP^{๔, ๑๐}

การเปรียบเทียบสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอด

ผลการศึกษาพบว่า ภายหลังจากการเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกาย ทั้งสองกลุ่ม มีค่าระยะทางจากการเดินทดสอบ ๖ นาที เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบก่อนเข้าร่วมโปรแกรม โดยการเพิ่มขึ้นของระยะทางเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มออกกำลังกายในน้ำและกลุ่มออกกำลังกายบนบก พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของระยะทางในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำมากกว่ากลุ่มออกกำลังกายบนบก ซึ่งการทดสอบ โดยการเดิน ๖ นาที (6MWT) เป็นการประเมินที่ระดับความหนักเดียวกับความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน (Submaximal level of functional capacity) เนื่องจากการทำกิจวัตรประจำวันส่วนใหญ่ การออกแรงมักจะอยู่ในระดับ Submaximal ดังนั้นระยะทางการเดินใน 6MWT อาจสะท้อนให้เห็นถึงระดับความสามารถในการออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้น และความสามารถในการทำงานของหัวใจและปอด^{๑๔} และจากการศึกษาของ Bagavinar และ Kamalakkannan^{๑๖}

ได้ศึกษาผลการออกกำลังกายในน้ำ ทำการทดสอบ cardio-respiratory endurance โดยการบันทึกค่าระยะทางในการเดินหรือวิ่งบน treadmill ๑๒ นาที พบว่า ภายหลังจากฝึกกลุ่มที่ทำการออกกำลังกายในน้ำมีค่า cardiorespiratory endurance เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากกว่ากลุ่มออกกำลังกายบนบกและกลุ่มควบคุม และการศึกษาของ Greene และคณะ^{๑๗} พบว่าภายหลังการออกกำลังกายในน้ำและบนบกมีค่า maximal aerobic capacity เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการศึกษารั้งนี้ โดยพบว่ามีค่าระยะทางในการเดิน 6MWT เพิ่มขึ้นทั้งการออกกำลังกายในน้ำและบนบก ซึ่งโปรแกรมในการออกกำลังกายทั้งในน้ำและบนบกมีท่าทางและจังหวะในการออกกำลังกายเหมือนกัน เนื่องจากการออกกำลังกายในน้ำและบนบก มีการเพิ่มขึ้นของ blood flow ไปยังกล้ามเนื้อต่าง ๆ ทำให้การนำพาออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อได้มากขึ้น ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อจึงเพิ่มมากขึ้น ระยะทางในการเดินจึงเพิ่มมากขึ้นภายหลังเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกจากการศึกษาก่อนหน้านี้ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ากลุ่มออกกำลังกายในน้ำ ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการหายใจเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ร่างกายสามารถนำอากาศเข้ามาให้ปอดได้เพิ่มมากขึ้นในขณะที่ทำการเดิน ๖ นาที ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมได้โดยจากระยะทางในการเดินทดสอบ ๖ นาทีที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ค่าระยะทางการเดินที่เปลี่ยนแปลงและมีผลทางคลินิกจะอยู่ประมาณ ๖๐ เมตรขึ้นไป หรือประมาณร้อยละ ๑๒-๔๐^{๒๓-๒๕} ซึ่งในการศึกษานี้มีการเพิ่มขึ้นของระยะทางในการเดินในกลุ่มออกกำลังกายในน้ำ ๑๗.๐๒ เมตร (+๑๗.๐๒ ± ๓๐.๑๐ เมตร) จึงอาจไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางคลินิกได้ชัดเจน ถึงแม้ว่าจะมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นควรต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

ข้อจำกัดในการศึกษารั้งนี้ คือ ระยะเวลาในการฝึกที่ ๔ สัปดาห์ อาจทำให้ไม่เห็นความแตกต่างระหว่างสองกลุ่ม ดังนั้นในการศึกษารั้งต่อไป ควรเพิ่มระยะเวลาในการฝึก และทำการเปรียบเทียบระดับน้ำที่ระดับต่าง ๆ เช่น ระดับคอ หัวไหล่หรือล้นปี เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการฝึก และน่าจะทำการศึกษาในผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจต่อไป

การออกกำลังกายในน้ำสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกได้ และโปรแกรมการออกกำลังกายนี้ทั้งในน้ำและบนบกสามารถเพิ่มความสามารถในการทำงานของหัวใจและปอดได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย ประเภททุนวิจัยทั่วไป ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๘ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ กภ.ภูวรินทร์ นามแดง และหน่วยกายภาพบำบัดและธาราบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และการสนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย คุณณรงค์พันธ์ เนตรเจริญ และคุณนราวุฒินาคคณิ่ง จากวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบการเดิน ๖ นาที รวมทั้งผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

๑. World Health Organization. Obesity and overweight. [internet]. 2016 [cited 2016 June 30]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/#>.
๒. McQueen MA. Exercise aspects of obesity treatment. *Ochsner J* 2009;9:140-3.
๓. Schwartz AR, Patil SP, Laffan AM, Polotsky V, Schneider H, Smith PL. Obesity and obstructive sleep apnea pathogenic mechanisms and therapeutic Approaches. *Proc Am Thorac Soc* 2008;5:185-92.
๔. Gibson GJ. Obesity, respiratory function and breathlessness. *Thorax* 2000;55 (Suppl 1): S41-S44.
๕. Parameswaran K, Todd DC, Soth M. Altered respiratory physiology in obesity. *Can Respir J* 2006;13:203-10.
๖. Lazarus R, Sparrow D, Weiss ST. Effects of obesity and fat distribution on ventilatory function. *Chest* 1997;111:891-8.
๗. Collins LC, Hoberty PD, Walker JF, Fletcher EC, Peiris AN. The effect of body fat distribution on pulmonary function tests. *Chest* 1995;107:1298-302.
๘. Becker BE. Aquatic therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. *PM R* 2009;1:859-72.
๙. Greene NP, Lambert BS, Greene ES, Carbuhr AF, Green JS, Crouse SF. Comparative efficacy of water and land treadmill training for overweight or obese Adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:1808-15.
๑๐. Ide MR, Belini MAV, Caromano FA. Effects of an aquatic versus non- aquatic respiratory exercise program on the respiratory muscle strength in healthy aged persons. *Clinics* 2005;60:151-58.
๑๑. Bar-Or O, Inbar O. Swimming and asthma. Benefits and deleterious effects. *Sports Med* 1992;14:397-405.
๑๒. Bar-Yishay E, Gur I, Inbar O, Neuman I, Dlin RS, Godfrey S. Difference between swimming and running as stimuli for exercise-induced asthma. *Eur J Appl Physiol* 1982;48:387-97.
๑๓. Goodman M, Hays S. Asthma and swimming: A meta-analysis. *J of Asthma* 2008;45:639-47.
๑๔. Noviski N, Bar-Yishay E, Gur I, Godfrey S. Respiratory heat/water loss alone does not determine the severity of exercise-induced asthma. *Eur Respir J* 1988;1:253-6.
๑๕. Andrade AD, Júnior JC, Lins de Barros Melo TL, Rattes Lima CS, Brandão DC, de Melo Barcelar J. Influence of different levels of immersion in water on the pulmonary function and respiratory muscle pressure in healthy individuals: Observational study. *Physiother Res Int* 2014; 19:140-6.
๑๖. Bagavinar K, Kamalakkannan K. Effect of Aerobic training, aquatic training and combined training on selected physical fitness variables among obese college men. *Indian J Appl Res* 2013;3: 488-91.
๑๗. Green M, Road J, Sieck GC, Similowski T. Tests of respiratory muscle strength: ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:518-624.
๑๘. American Thoracic Society (ATS). ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:111-7.

๑๙. Hills AP, Byrne NM. Exercise prescription for weight management. *Proceedings of the Nutrition Society* 1998;57:93-103.
๒๐. American College of Sports Medicine (ACSM). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer - Lippincott Williams & Wilkins, 2010: 62-3.
๒๑. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 9th ed. Philadelphia; Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, 2014:456.
๒๒. Watchie J. Cardiovascular and pulmonary physical therapy. 2nd ed. St.Louis Missouri; Saunders Elsevier, 2010:320-21.
๒๓. Bellet RN, Adams L, Morris NR. The 6-minute walk test in outpatient cardiac rehabilitation: validity reliability and responsiveness – a systematic review. *Physiotherapy* 2012;98:277-86.
๒๔. Taylor A, Bell J, Lough F. Cardiac rehabilitation. In Pryor JA., Prasad SA. *Physiotherapy for respiratory and cardiac problems*. 3rd ed. Philadelphia; Churchill livingstone: 2002.
๒๕. Redelmeier DA, Bayoumi AM, Goldstein RS, Guyatt GH. Interpreting small differences in functional status: The six minutes walk test in chronic lung disease patients. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:1278-82.

Abstract

Comparison between the effects of aquatic and land based exercise on respiratory muscle strength and cardio-pulmonary fitness in Thai overweight and obese participants

Sasipa Buranapuntalug*, Khanistha Wattanananont*, Chanoknan Bhakdikul*, Kritavit Dangphet*, Kornanong Yuenyongchaiwat*, Khajonsak Pongpanit*, Rungchai Chaunchaiyakul**

* Physical Therapy Department, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat University

** College of Sport Science and Technology, Mahidol University

Corresponding author Sasipa Buranapuntalug, Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences Thammasat University Email: sasipa.b@allied.tu.ac.th

Introduction: Symptoms of breathlessness during activities are common problems among overweight and obese individuals. Further, obesity and overweight can lead to pulmonary and cardiovascular impairments. Several studies had recommended aerobic exercise for these participants. However, this type of exercise (i.e., landed exercise) is difficult for a person with overweight because of excessive weight bearing and results in aggravates pain at lower extremities. Therefore aquatic exercise may be an alternative exercise for individuals who suffer from obesity or overweight. The purpose of this study was to compare the effects of aquatic exercise training and land based exercise training on respiratory muscle strength and cardio-pulmonary fitness in Thai overweight and obese.

Method: The participants were male and female with overweight and obese; body mass index = 25.0 - 34.9 kg/m.² and waist to height ratio > 0.5. All participants were randomized into two groups: Aquatic exercise (N = 25) and Land based exercise (N = 25). Each group was asked to exercise 3 times a week for 4 weeks. Respiratory muscle strength (maximal inspiratory pressure; MIP and maximal expiratory pressure; MEP) and 6 minute walk test were measured before and after training.

Result: Aquatic exercise after training presented statistically significant increase in MIP and MEP (+13.53 ± 15.66 cmH₂O and +16.00 ± 18.94 cmH₂O, respectively) whereas land based exercise was not significantly different. Distance from the 6 minute walking test (6MWT) increased significantly after training in both groups (+17.02 ± 30.10 m. and +10.60 ± 25.36 m., respectively).

Discussion and Conclusion: Aquatic exercise increased respiratory muscle strength and cardio-pulmonary fitness in overweight and obesity.

Key words: Aquatic exercise, Obesity, Overweight, Respiratory muscle strength, Cardio-pulmonary fitness