

ผลของการเดินเร็วและการปั่นขาในน้ำต่อปัจจัยเสี่ยง ของภาวะเมตาบอลิกซินโดรมและสมรรถภาพทางกายในผู้ใหญ่อ้วน

วิทยากุล สมชาติ¹, สมรรณชัย จันทวงศ์กิจ², สายนก ปรารภนาพล^{2*}

Received: April 8, 2014

Revised & Accepted: June 3, 2014

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบผลของการเดินเร็วในน้ำตื้นและการปั่นขาในน้ำลึกต่อปัจจัยเสี่ยงการเกิดภาวะเมตาบอลิกซินโดรมและสมรรถภาพทางกายในผู้ใหญ่อ้วน **วิธีการศึกษา:** ผู้เข้าร่วมการศึกษาคือผู้ใหญ่อ้วนที่ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอจำนวน 15 คน อายุ 22-52 ปี แบ่งแบบตามความสะดวกของผู้เข้าร่วมการศึกษาคือออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้น ($n = 5$) กลุ่มปั่นขาในน้ำลึก ($n = 5$) และกลุ่มควบคุม ($n = 5$) โดย 2 กลุ่มแรกออกกำลังกายที่ความหนักปานกลางจนกระทั่งหมดแรงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ๆ ละ 3-5 วัน ประเมินปัจจัยเสี่ยงการเกิดภาวะเมตาบอลิกซินโดรมซึ่งประกอบด้วยเส้นรอบวงของเอว ความดันโลหิต ระดับน้ำตาลในเลือด ไขมันในเลือด สมรรถภาพทางกาย ก่อนและหลังการศึกษา **ผลการศึกษา:** เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้นและกลุ่มปั่นขาในน้ำลึกมีการลดลงของน้ำหนักตัว ค่าดัชนีมวลกาย และค่าความดันโลหิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยที่กลุ่มออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ส่วนเส้นรอบวงของเอว ระดับน้ำตาลในเลือด และไขมันในเลือดของกลุ่มเดินเร็วในน้ำและกลุ่มปั่นขาในน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าหลังการออกกำลังกาย กลุ่มออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพทางกาย ประกอบด้วยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและระยะเวลาในการออกกำลังกายจนหมดแรงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงชีพจรสูงสุดขณะออกกำลังกายและเปอร์เซ็นต์ไขมัน ($P > 0.05$) ส่วนเวลาที่ใช้ในการเดิน 1 ไมล์ในกลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้นมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มปั่นขาในน้ำลึก ($P > 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามตัวแปรดังกล่าวของกลุ่มออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม **สรุป:** การเดินเร็วและการปั่นขาในน้ำจนหมดแรงที่ความหนักปานกลางนั้นให้ผลดีต่อการลดน้ำหนักตัวและความดันโลหิต แต่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยเสี่ยงการเกิดภาวะเมตาบอลิกซินโดรมอื่น ๆ และสมรรถภาพทางกายในผู้ใหญ่อ้วน

คำสำคัญ: เมตาบอลิกซินโดรม, สมรรถภาพทางกาย, เดินเร็วในน้ำ, ปั่นขาในน้ำ, อ้วน

¹ สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

* ผู้รับผิดชอบบทความ

Effects of aqua brisk walking and cycling on risk factors of metabolic syndrome and physical fitness in obese adults

Witthayakul Somchart¹, Samatchai Chamnongkich², Sainatee Pratanaphon² *

Abstract

Objective: To study the effects of the aqua brisk walking and cycling on risk factors of metabolic syndrome and physical fitness in obese adults. **Methods:** Fifteen sedentary obese subjects aged 22-52 yrs participated in this study. They were assigned according to their own convenience into 3 groups: a shallow water brisk-walking (SWW) group (n = 5), a deep water cycling (DWC) group (n = 5) and a control group (n = 5). The two exercise-groups performed 3-5 sessions per week of moderate-intensity exercise until exhaustion for 12 weeks. Metabolic risk factors composed of waist circumference (WC), blood pressure, fasting blood sugar, lipid profiles, physical fitness and percent body fat were assessed pre- and post- intervention. **Results:** Significant reductions in body weight, body mass index and blood pressure were found in both SWW and DWC groups with similar amount of changes, compared to the control group ($P < 0.05$). However, the changes in waist circumference, fasting blood sugar and lipid profile of both exercise groups were similar to those of the control group ($P > 0.05$). It was also found that at post-exercise intervention, the SWW and DWC groups significantly improved in physical fitness including the resting heart rate and the exercise time to exhaustion, but the maximal heart rate and percent body fat did not change. In addition, time using in 1-mile walk test was significantly decreased in the SWW group ($P < 0.05$), but not in the DWC group ($P > 0.05$). However, those parameters of both exercise groups were comparable to those of the control group ($P > 0.05$). **Conclusion:** The aqua brisk walking and the aqua cycling exercises until exhaustion with moderate intensity had a beneficial effect on body weight and blood pressure but did not produce significant changes in other metabolic syndrome risk factors and physical fitness in obese adults.

Keywords: Metabolic syndrome, Physical fitness, Aqua walking, Aqua cycling, Obesity

¹ Sport Science Division, Graduate school, Chiang Mai University, 50200

² Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University,

* Corresponding author: (e-mail: sainatee10@gmail.com)

บทนำ

คนอ้วนมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะเมตาบอลิกซินโดรมซึ่งเป็นความผิดปกติ 3 ใน 5 ประการคืออ้วนลงพุง ความดันโลหิตสูง น้ำตาลในเลือดสูง ไขมันในเลือดผิดปกติ เช่น ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride, TG) สูง หรือ ไขมัน HDL-Cholesterol ต่ำ โดยผู้ที่มีความเสี่ยงนี้มีโอกาสที่จะเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจโคโรนารีสูงถึง 2 เท่า และเป็นเบาหวานชนิดที่ 2⁽¹⁾ ดังนั้นการออกกำลังกายจึงมีความสำคัญต่อการป้องกันการเกิดภาวะดังกล่าว ผลการทบทวนวรรณกรรมของ Durstine et al⁽²⁾ พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างสม่ำเสมอสัปดาห์ละ 1,500-2,200 กิโลแคลอรีช่วยเพิ่ม HDL-Cholesterol และลดไตรกลีเซอไรด์ได้ และหากออกกำลังกายแบบให้แรงต้านร่วมด้วยจะให้ผลดีในการป้องกันภาวะดื้อต่ออินซูลิน⁽³⁾ ซึ่งความหนักของการออกกำลังกายที่สามารถรักษาระดับแรงหัวใจได้ดีที่สุดคือความหนักปานกลาง⁽⁴⁾

การออกกำลังกายในน้ำเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับคนอ้วนเนื่องจากลดแรงกระทำต่อข้อต่อ และสามารถให้แรงต้านจากน้ำเพื่อกำจัดไขมัน ซึ่งให้ผลดีต่อการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ⁽⁵⁻⁶⁾ โดยทำให้ร่างกายมีการทำงานของระบบหัวใจและหายใจ กล้ามเนื้อและระดับความเหนื่อยมากกว่าการออกกำลังกายบนบก⁽⁵⁾ ซึ่งการออกกำลังกายในน้ำตื้นจะทำให้ระบบหัวใจและหายใจทำงานหนักกว่าการออกกำลังกายในน้ำลึก⁽⁷⁻⁸⁾ ดังนั้นการออกกำลังกายในน้ำจึงน่าจะให้ผลดีในการป้องกันความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะเมตาบอลิกซินโดรมได้ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานถึงรูปแบบของการออกกำลังกายในน้ำที่เหมาะสม การศึกษานี้จึงสนใจที่จะนำการเดินเร็วในน้ำซึ่งเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย สามารถทำร่วมกันเป็นกลุ่มและไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์พิเศษใด ๆ และการปั่นขาในน้ำลึกซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่มีแรงกระทำต่อระบบหัวใจและหายใจน้อยกว่า มาศึกษาผลต่อการลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะ

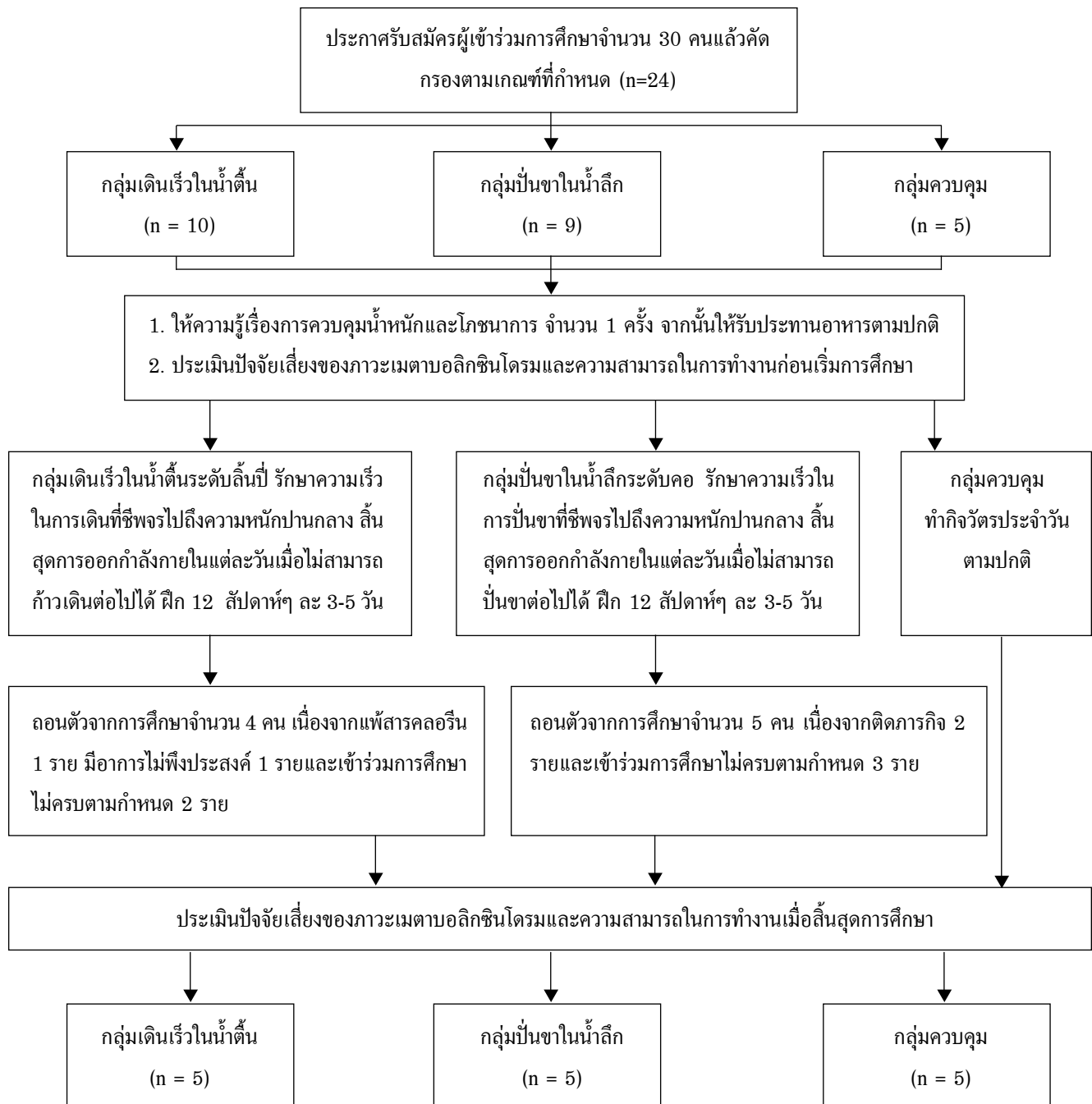
เมตาบอลิกซินโดรมในคนอ้วน โดยให้ผู้เข้าร่วมการศึกษาทำการออกกำลังกายจนหมดแรง (exercise to exhaustion) เนื่องจากเป็นวิธีการออกกำลังกายที่ทำให้ร่างกายสามารถดึงพลังงานจากระบบแอโรบิกมาใช้เพิ่มมากขึ้นภายในเวลาอันสั้น และลดการใช้พลังงานจากระบบแอนแอโรบิก⁽⁹⁾

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาและบุคลากรเพศชายและหญิงของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย อายุระหว่าง 20-55 ปี จำนวน 24 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกคือมีค่าดัชนีมวลกาย (body mass index, BMI) มากกว่า 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร⁽¹⁰⁾ ออกกำลังกายน้อยกว่า 2 วันต่อสัปดาห์ใน 6 เดือนที่ผ่านมา และไม่มีโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย โดยมีเกณฑ์การคัดออกคือมีประวัติความดันโลหิตสูงที่ยังไม่สามารถควบคุมได้หรือสูงกว่า 160/100 มิลลิเมตรปรอท เป็นโรคปอดหรือโรคหลอดเลือดส่วนปลาย ผู้ที่อยู่ในวัยทองและรับประทานฮอร์โมนเสริมใน 3 เดือนที่ผ่านมา และเข้าร่วมงานวิจัยน้อยกว่า ร้อยละ 80 ของระยะเวลาทั้งหมด

ขั้นตอนและวิธีการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยติดประกาศประชาสัมพันธ์เพื่อรับสมัครผู้ที่สนใจเข้าร่วมการศึกษา คัดกรองสุขภาพและประวัติการออกกำลังกาย จากนั้นแจ้งรายชื่อผู้ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเพื่อเชิญประชุมชี้แจงถึงวัตถุประสงค์และวิธีการศึกษา รวมทั้งเซ็นยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้เข้าร่วมการศึกษากลับมาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามความสะดวกของแต่ละคน คือ 1) กลุ่มที่เดินเร็วในน้ำตื้น จำนวน 10 คน 2) กลุ่มที่ปั่นขาในน้ำลึกโดยใช้เส้นโฟม (noodle) ช่วยพยุงตัวในน้ำ จำนวน 9 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 5 คน ซึ่งทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันตามปกติ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การเตรียมตัวก่อนเข้าโปรแกรม

ผู้เข้าร่วมการศึกษาทุกคนได้รับความรู้ผ่านการบรรยายเชิงปฏิบัติการเรื่องการควบคุมน้ำหนักและโภชนาการจำนวน 1 ครั้ง จากนั้นให้ทุกคนรับประทานอาหารตามปกติตลอดการศึกษา ส่วนกลุ่มที่ออกกำลังกายทั้งสองกลุ่ม ได้รับการฝึกการทรงตัวในน้ำด้วยเส้นโฟม สำหรับลอยตัวในน้ำเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยและมีการทรงตัวที่ดี

ระหว่างการศึกษา มีผู้ถอนตัวออกจากกลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้น จำนวน 5 คน เนื่องจากติดภารกิจ 2 รายและเข้าร่วมการศึกษาไม่ครบตามกำหนด 3 ราย และถอนตัวออกจากกลุ่มปั่นขาในน้ำลึก จำนวน 4 ราย เนื่องจากแพ้สารคลอรีน 1 ราย มีอาการไม่พึงประสงค์ 1 รายและเข้าร่วมการศึกษาไม่ครบตามกำหนด 2 ราย จึงเหลือผู้เข้าร่วมการศึกษาดังนี้คือ กลุ่มควบคุม (ชาย 2 คน หญิง 3 คน) กลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้น (ชาย 1 คน หญิง 4 คน) และกลุ่มปั่นขาในน้ำลึก (หญิง 5 คน)

โปรแกรมการออกกำลังกายสำหรับกลุ่มที่ออกกำลังกาย
การออกกำลังกายของกลุ่มออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม
เริ่มจากการอบอุ่นร่างกายและยืดกล้ามเนื้อขาและลำตัว 10-15 นาที กำหนดชีพจรเป้าหมายขณะออกกำลังกาย ที่ความ
หนักปานกลาง (40-59 % heart rate reserve, HRR) ซึ่ง
ควบคุมด้วยการใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (F6,
Polar, Finland) กำหนดให้ออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3-5 วัน
ติดต่อกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ควบคุมอุณหภูมิของน้ำในสระ
ให้อยู่ระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส สำหรับกลุ่มเดินเร็ว
ในน้ำตื้น ให้เดินเท้าสัมผัสผิวน้ำสระ ระดับความลึกที่ลิ้นปี่
(xiphoid process) เพิ่มความเร็วในการเดินจนกระทั่งอัตรา
การเต้นของหัวใจเข้าสู่ชีพจรเป้าหมาย แล้วรักษาระดับ
ความเร็วดังกล่าวไว้ สำหรับกลุ่มปั่นขาในน้ำลึก ความลึกระดับ
คอ ใช้เส้นโฟม 2 เส้นพาดใต้รักแร้โอบรอบลำตัว ออกแรงขา
แบบปั่นจักรยานโดยไม่ให้เท้าติดพื้นสระ เคลื่อนที่ไปข้างหน้า
วนรอบสระ เพิ่มความถี่ในการปั่นขาไปจนกว่าชีพจรถึงค่า
เป้าหมาย แล้วรักษาระดับความเร็วดังกล่าวไว้ สำหรับกลุ่ม
ออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม การออกกำลังกายในแต่ละครั้งจะ
สิ้นสุดลงเมื่อผู้เข้าร่วมการศึกษาไม่สามารถก้าวเดินหรือปั่นขา
ต่อไปได้ (exercise to exhaustion) หรือชีพจรขณะออกกำลังกาย
มีค่ามากกว่าชีพจรสูงสุดที่กำหนดไว้ (upper limitation of
target heart rate) (รูปที่ 1)

ตัวแปรที่ทำการศึกษา

ประเมินตัวแปรในการศึกษาก่อนการศึกษา 1 วันและ
หลังจากสิ้นสุดการออกกำลังกายภายใน 5 วัน ประกอบด้วย
การชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง
(Health O Meter 402KL) ตามวิธีการของ Lohman et al⁽¹¹⁾
ตัวแปรหลัก คือปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดเมตาบอลิกซินโดรม
ประกอบด้วย 1) เส้นรอบวงของเอวซึ่งวัดด้วยสายวัด
พลาสติกตามวิธีการของ Lohman et al⁽¹¹⁾ 2) ความดันโลหิต
ซึ่งวัดด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตตามวิธีการของ Pickering
et al⁽¹²⁾ 3) ระดับน้ำตาลในเลือด (fasting blood sugar)
และระดับไขมันในเลือด โดยให้ผู้เข้าร่วมการศึกษา งดน้ำและ
อาหารอย่างน้อย 12 ชั่วโมงก่อนเจาะเลือด โดยการศึกษา
วัด 2 ครั้งคือก่อนการศึกษาและหลังการออกกำลังกายครั้ง
สุดท้ายภายใน 48 ชั่วโมง โดยเจาะเลือดปริมาณ 10 มิลลิลิตร
ทางเส้นเลือด (antecubital vein) จากนั้นนำไปวิเคราะห์
ระดับน้ำตาลในเลือดด้วย Randox glucose GOD-PAP kits
(Randox, Antrim, United Kingdom) และวิเคราะห์ไขมัน

เพื่อหาระดับไขมันโคเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์และ
HDL-cholesterol โดยใช้ colorimetric method ด้วย
เอนไซม์ Cholesterol oxidase Peroxidase, Glycerophos-
phate oxidase, Dextran SO₄/Chol Oxidase Peroxidase
ตามลำดับ ด้วยเครื่อง Vitros 250 แบบอัตโนมัติ และ
ประมาณค่า LDL-cholesterol จากสมการของ Friedewald
et al⁽¹³⁾ ตัวแปรรอง คือสมรรถภาพทางกายประกอบด้วย 1)
ชีพจรขณะพัก (resting heart rate, RHR) และชีพจรสูงสุด
ขณะออกกำลังกาย (maximal heart rate; MHR) ประเมิน
ด้วยเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย 2)
เปอร์เซ็นต์ไขมัน (percent body fat, PBF) ซึ่งประเมินด้วย
เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (InBody 720, Biospace,
Korea) 3) ระยะเวลาในการออกกำลังกาย (exercise time)
โดยเริ่มจับเวลาทันทีที่ออกกำลังกายไปถึงชีพจรเป้าหมาย
(40-59%HRR) 4) เวลาที่ใช้ในการเดินระยะทาง 1 ไมล์
(1-mile walk test, 1-MWT) ตามวิธีการของ Welk และ
Meredith⁽¹⁴⁾

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ
ส่วนสูง น้ำหนักตัว และดัชนีมวลกายโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา
เปรียบเทียบปัจจัยเสี่ยงของเมตาบอลิกซินโดรมและ
สมรรถภาพทางกาย ก่อนและหลังการศึกษาในผู้ใหญ่อ้วนกลุ่ม
เดินเร็วในน้ำตื้น กลุ่มปั่นขาในน้ำลึกและกลุ่มควบคุมโดยใช้
สถิติ Wilcoxon signed rank test และเปรียบเทียบปัจจัย
เสี่ยงของเมตาบอลิกซินโดรมและสมรรถภาพทางกาย ใน
ผู้ใหญ่อ้วนระหว่างกลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้น กลุ่มปั่นขาในน้ำลึก
และกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติ Kruskal-Wallis test และ
จำแนกความแตกต่างระหว่างคู่โดยใช้สถิติ Mann-Whitney
U Test วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม Statistical
Package for the Social Sciences (SPSS version 16.0
for Windows) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $P = 0.05$
ในทุกการทดสอบทางสถิติ

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการศึกษา

ก่อนทำการศึกษาผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม
มีอายุ ($c^2_{2,05} = 1.076, P = 0.584$) น้ำหนัก ($c^2_{2,05} = 4.820,$
 $P = 0.090$) ส่วนสูง ($c^2_{2,05} = 0.503, P = 0.778$) ไม่แตก

ต่างกัน ยกเว้น BMI ($c^2_{2,05} = 6.480$, $P = 0.039$) ที่พบว่า กลุ่มควบคุมมี BMI น้อยกว่ากลุ่มปั่นขาในน้ำลึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.016$) แต่มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้น ($P = 0.222$) ส่วนกลุ่มออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มมีค่าดัชนีมวลกายไม่แตกต่างกัน ($P = 0.222$) เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มระหว่างก่อนและหลังการศึกษา พบว่ากลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวและ BMI ($P = 0.068$ และ $P = 0.059$ ตามลำดับ) ขณะที่กลุ่มปั่นขาในน้ำลึกมีน้ำหนักตัวและ BMI ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.043$ และ $P = 0.043$ ตามลำดับ)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มพบว่าแต่ละกลุ่มมีน้ำหนักตัว ($c^2_{2,05} = 7.816$, $P = 0.020$) และค่าดัชนีมวลกาย ($c^2_{2,05} = 8.632$, $P = 0.013$) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดินเร็วในน้ำตื้นและปั่นขาในน้ำลึกมีการลดลงของน้ำหนักตัว ($P = 0.032$ และ $P = 0.016$ ตามลำดับ) และ BMI ($P = 0.032$ และ $P = 0.016$ ตามลำดับ) มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่ออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มมีการลดลงของน้ำหนักตัวและ BMI ไม่แตกต่างกัน ($P = 0.421$ และ $P = 0.421$ ตามลำดับ) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมการศึกษาของกลุ่มควบคุม ($n = 5$) กลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้น ($n = 5$) และกลุ่มปั่นขาในน้ำลึก ($n = 5$) ก่อนและหลังการศึกษา

คุณลักษณะทั่วไป	กลุ่มควบคุม		กลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้น		กลุ่มปั่นขาในน้ำลึก	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
อายุ (ปี)	33.80±8.35		31.00±3.33		31.80±10.50	
	160.20±6.94		159.60±7.20		157.40±6.5	
ส่วนสูง (ซม.)	67.60±7.61		78.58±20.14		90.52±21.23	
	26.36±3.08		30.58±5.99		36.52±7.65	
น้ำหนัก (กก.)		68.32±7.59		76.06±19.70**		86.56±22.13**
ดัชนีมวลกาย (กก./ตร.ม.)		26.70±3.44		29.50±5.79**		34.90±8.31**

* มีความแตกต่างกับก่อนการศึกษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

2. ปัจจัยเสี่ยงของเมตาบอลิกซินโดรม

เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มระหว่างก่อนและหลังการศึกษา พบว่ากลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้นมีค่าความดันโลหิตในขณะหัวใจบีบตัวลดลง ($P = 0.043$) แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความดันโลหิตในขณะหัวใจคลายตัว ($P = 0.068$) ในขณะที่กลุ่มปั่นขาในน้ำลึกมีค่าความดันโลหิตทั้งในขณะหัวใจบีบตัวและหัวใจคลายตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.043$ และ $P = 0.042$ ตามลำดับ) สำหรับตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ เส้นรอบวงของเอว ($P = 1.000$ และ $P = 0.197$ ตามลำดับ) ระดับน้ำตาลในเลือด ($P = 0.068$ และ $P = 0.498$ ตามลำดับ) และระดับไขมันในเลือดซึ่งประกอบด้วย HDL-cholesterol ($P = 0.066$, $P = 0.715$ ตามลำดับ),

Triglyceride ($P = 0.345$ และ $P = 0.686$ ตามลำดับ), LDL-cholesterol ($P = 0.138$ และ $P = 0.498$ ตามลำดับ) และ TC ($P = 0.136$ และ $P = 0.500$ ตามลำดับ) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในกลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้นและกลุ่มปั่นขาในน้ำลึก ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ๆ ในการศึกษา ได้แก่ ความดันโลหิตในขณะหัวใจบีบตัว ($P = 0.416$) ความดันโลหิตในขณะหัวใจคลายตัว ($P = 0.893$) เส้นรอบวงของเอว ($P = 0.129$) ระดับน้ำตาลในเลือด ($P = 0.068$) และระดับไขมันในเลือดซึ่งประกอบด้วย HDL-cholesterol ($P = 0.068$), Triglyceride ($P = 0.225$), LDL-cholesterol ($P = 0.343$) และ TC ($P = 0.686$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่าผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม

มีความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ($c^2_{2,05} = 4.220, P = 0.121$) เส้นรอบวงของเอว ($c^2_{2,05} = 3.225, P = 0.199$) ระดับน้ำตาลในเลือด ($c^2_{2,05} = 2.301, P = 0.316$) ระดับไขมันในเลือดซึ่งประกอบด้วย HDL-cholesterol ($c^2_{2,05} = 3.497, P = 0.174$), Triglyceride ($c^2_{2,05} = 1.820, P = 0.403$), LDL-cholesterol ($c^2_{2,05} = 2.228, P = 0.328$) และ TC ($c^2_{2,05} = 2.203, P = 0.332$) และ PBF ($c^2_{2,05} = 1.680, P = 0.432$) ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นความดันโลหิต

ขณะหัวใจบีบตัว ($c^2_{2,05} = 9.021, P = 0.011$) ที่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยกลุ่มที่เดินเร็วในน้ำตื้นและกลุ่มที่ปั่นขาน้ำลึกมีการลดลงของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.008$ และ $P = 0.008$ ตามลำดับ) โดยที่กลุ่มที่ออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มมีการลดลงของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวไม่แตกต่างกัน ($P = 1.000$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปัจจัยเสี่ยงการเกิดภาวะเมตาบอลิกซินโดรมระหว่างกลุ่มควบคุม ($n = 5$) กลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้น ($n = 5$) และกลุ่มปั่นขาน้ำลึก ($n = 5$) ก่อนและหลังการศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา	กลุ่มควบคุม		กลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้น		กลุ่มปั่นขาน้ำลึก	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
เส้นรอบวงของเอว (ซม.)	91.10± 5.27	92.30± 5.55	95.60± 14.94	95.20± 14.84	101.68± 12.40	97.60± 14.71
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	111.20± 7.40	111.60± 10.06	124.60± 9.53	108.40± 6.07 ^{*,**}	128.60± 6.66	113.80± 6.38 ^{*,**}
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	72.00± 6.04	70.80± 7.16	77.00± 5.15	72.80± 7.79 [*]	82.80± 4.87	75.20± 5.76 [*]
ระดับน้ำตาลในเลือด	85.00 ± 5.60	80.75± 5.12	80.60± 4.98	74.00± 4.64	85.80± 13.48	83.20± 10.64
ระดับไขมันในเลือด (มก./ดล.)						
HDL-cholesterol	61.80± 25.51	46.00± 11.40	45.80± 6.37	42.40± 8.05	53.60± 6.19	53.20± 10.01
Triglyceride	133.60± 22.26	191.20± 82.70	113.40± 55.53	110.00± 54.54	97.40± 40.00	80.80± 15.06
LDL-cholesterol	106.00± 52.03	115.40± 67.80	135.60± 31.17	126.20± 33.86	104.60± 28.62	102.40± 28.43
TC	194.40± 56.81	199.60± 66.85	203.60± 35.17	191.00± 36.82	177.20± 33.00	171.80± 32.89

* มีความแตกต่างกับก่อนการศึกษามีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

+ มีความแตกต่างจากกลุ่มปั่นขาน้ำลึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3. สมรรถภาพทางกาย

เมื่อสิ้นสุดการศึกษา กลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้นและกลุ่มปั่นขาในน้ำลึกมีจำนวนครั้งในการออกกำลังกายเท่ากับ 37.50 ± 5.37 และ 44.20 ± 12.52 ครั้งตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P = 0.310$) เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มระหว่างก่อนและหลังการศึกษา พบว่าสิ่งที่เหมือนกันคือ กลุ่มที่ออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มมีการลดลงของ RHR ($P = 0.043$ และ $P = 0.043$ ตามลำดับ) มีการเพิ่มขึ้นของ exercise time ($P = 0.043$ และ $P = 0.043$ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง MHR ($P = 0.225$ และ $P = 0.686$ ตามลำดับ) และ PBF ($P = 0.893$ และ $P = 0.686$ ตามลำดับ) และสิ่งที่แตกต่างกันคือ กลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้นมีการลดลงของเวลาที่ใช้ในการเดินระยะทาง

1 ไมล์ ($P = 0.043$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่กลุ่มปั่นขาในน้ำลึกไม่มีการเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการเดินระยะทาง 1 ไมล์ ($P = 0.080$) ส่วนกลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ๆ ในการศึกษา ได้แก่ RHR ($P = 0.080$) เวลาที่ใช้ในการเดินระยะทาง 1 ไมล์ ($P = 0.225$) และ PBF ($P = 0.176$) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่าผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้ง 3 กลุ่มมีสมรรถภาพทางกายประกอบด้วย RHR ($c^2_{2,05} = 5.163$, $P = 0.076$), เวลาที่ใช้ในการเดินระยะทาง 1 ไมล์ ($c^2_{2,05} = 4.820$, $P = 0.090$) และ PBF ($c^2_{2,05} = 1.680$, $P = 0.432$) ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้นและกลุ่มปั่นขาในน้ำลึกมีค่า MHR ($P = 0.548$) และ exercise time ($P = 0.690$) ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 สมรรถภาพทางกายระหว่างกลุ่มควบคุม ($n = 5$) กลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้น ($n = 5$) และกลุ่มปั่นขาในน้ำลึก ($n = 5$)

ตัวแปรที่ศึกษา	กลุ่มควบคุม		กลุ่มเดินเร็วในน้ำตื้น		กลุ่มปั่นขาในน้ำลึก	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ชีพจรขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	86.8± 7.53	79.40± 9.86	91.60± 2.88	77.00± 4.18*	92.00 ± 12.79	79.00± 11.85*
ชีพจรสูงสุดขณะออกกำลังกาย (ครั้งต่อนาที)			159.0± 22.25	151.0± 10.68	159.4± 8.76	162.0± 9.03
ระยะเวลาในการออกกำลังกาย (นาที)			43.76± 6.93	72.77± 8.39*	36.36± 4.82	62.16± 2.91*
เวลาที่ใช้ในการเดินระยะทาง 1 ไมล์ (นาที)	17.70± 1.16	17.14± 1.37	19.33± 1.89	17.01± 1.20*	18.84± 1.05	17.71± 1.46
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	36.88± 6.42	37.94± 6.53	40.12± 6.43	41.08± 8.83	45.94± 6.86	44.78± 8.91

* มีความแตกต่างกับก่อนการศึกษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้พบว่าการเดินเร็วในน้ำตื้นและการปั่นขาในน้ำลึกจนกว่าจะหมดแรง ในคนอ้วนที่ระดับความหนักปานกลาง สัปดาห์ละ 3-5 วัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ให้ผลดีในการลดน้ำหนักตัว (-3.2% และ -4.3% ตามลำดับ) และลด BMI (-3.5% และ -4.4% ตามลำดับ) (ตารางที่ 3) โดยน้ำหนักตัวและ BMI ที่ลดลงของกลุ่มออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มมีค่ามากกว่าการศึกษาของ Ho et al⁽¹⁵⁾ (น้ำหนักตัวลดลง

-1.6% และ BMI ลดลง -1.6%) ที่ให้ผู้ป่วยอ้วนวิ่งบนสายพานเลื่อนบนบกที่ความหนักปานกลางร่วมกับออกกำลังกายแบบให้แรงต้าน และมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Lee et al⁽¹⁶⁾ ที่พบว่าค่า BMI ลดลง -3.73% ในผู้ที่มีการออกกำลังกายแบบแอโรบิกขึ้นโดรมภายหลังจากการเดินบนบกที่ความหนักระดับเบา ภายไต้ระยะเวลาในการออกกำลังกายที่เท่ากันคือ 12 สัปดาห์ ในขณะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรดังกล่าวในคนอ้วนที่ใช้เวลาเพียง 8 สัปดาห์ในการออกกำลังกายด้วยการ

ป็นจักรยานร่วมกับออกกำลังกายแบบให้แรงต้านที่ความหนักปานกลางถึงหนัก⁽¹⁷⁾ ส่วนผลการศึกษาที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ 3 การศึกษาก่อนหน้านี้⁽¹⁵⁻¹⁷⁾ คือไม่มีการเปลี่ยนแปลงเส้นรอบวงของเอว ระดับน้ำตาลในเลือด ระดับไขมัน HDL-cholesterol และ TG ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณการฝึกที่ไม่เพียงพอ⁽¹⁸⁾ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงระดับน้ำตาลในเลือดและระดับไขมันในเลือดของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้โดยอ้างอิงกับเกณฑ์ปกติ⁽¹⁹⁾ พบว่าทุกกลุ่มมีค่าระดับน้ำตาลในเลือดและระดับไขมันในเลือดอยู่ในเกณฑ์ปกติตั้งแต่ก่อนการศึกษา นอกจากนี้อาหารยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบโดยตรงต่อตัวแปรดังกล่าว ซึ่งการศึกษานี้ได้ให้ความรู้เรื่องการควบคุมน้ำหนักและโภชนาการ แต่ไม่ได้ทำการควบคุมอาหารให้กับผู้เข้าร่วมการศึกษาก็เป็นข้อจำกัดของการศึกษาในครั้งนี้

การศึกษานี้ยังพบว่าการออกกำลังกายในน้ำทั้งสองรูปแบบนี้ช่วยปรับปรุงการทำงานของหลอดเลือดของผู้เข้าร่วมการศึกษาซึ่งมีภาวะ prehypertension (120-139 mmHg) ให้ดีขึ้นได้โดยลดค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวให้กลับเข้าสู่ค่าปกติเมื่อสิ้นสุดการศึกษา (การเดินเร็วในน้ำตื้น -13.0% และการปั่นขาในน้ำลึก -11.5%) **(ตารางที่ 3)** ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของการออกกำลังกายในน้ำทั้งสองรูปแบบที่มีต่อการลดแรงต้านของหลอดเลือดได้เป็นอย่างดี โดยมีการลดลงมากกว่าการศึกษาของ Ho et al⁽¹⁵⁾ (-6.3%) และมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Lee et al⁽¹⁶⁾ (-13.4%) สอดคล้องกับผลการลดลงของชีพจรขณะพักในกลุ่มที่ออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มหลังการออกกำลังกาย ($P < 0.05$) และผลการศึกษาของ Watts et al⁽¹⁷⁾ ที่พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ร่วมกับการให้แรงต้านนั้นให้ผลดีต่อการทำงานของหลอดเลือด (vascular endothelial function) โดยเพิ่ม flow-mediated dilation (FMD) ทำให้เลือดไหลผ่าน endothelium ได้ดีขึ้น ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าเป็นผลมาจากแรงดันของน้ำ (hydrostatic pressure) ที่กระทำต่อบริเวณหน้าท้องและทรวงอกทำให้มีปริมาณเลือดไหลเข้าสู่ส่วนกลางของร่างกายเพิ่มขึ้น ส่งผลให้หัวใจมีปริมาตรเลือดเพิ่มขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้ายขณะคลายตัว มีเลือดเข้ามาเพิ่มขึ้น (left ventricular end diastolic volume) หัวใจจึงเกิดตอบสนองด้วยการเพิ่มแรงบีบตัวเพื่อเพิ่มปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (stroke volume, SV) ซึ่งปริมาณเลือดที่ไปยังหัวใจห้องบนเพิ่มขึ้น (atrial blood volume) จะส่งผลให้มีแรงต้านของ

หลอดเลือดลดลง (systemic vascular resistances) และลดชีพจรขณะพัก⁽²⁰⁾ ส่วนสมรรถภาพทางกายที่มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในกลุ่มออกกำลังกาย เช่น ชีพจรขณะพัก ระยะเวลาในการออกกำลังกาย และเวลาที่ใช้ทดสอบ 1-MWT เป็นตัวแปรที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้นของคนอ้วนอันจะส่งผลดีต่อสุขภาพหากยังคงออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง มีรายงานว่าคนอ้วนที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดีจะมีอัตราเสี่ยงต่อการเสียชีวิต (mortality rate) น้อยกว่าคนที่มีน้ำหนักตัวปกติแต่ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ⁽²¹⁾ สอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้^(15,17) จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าการออกกำลังกายด้วยการเดินเร็วในน้ำตื้นและการปั่นขาในน้ำลึกที่ความหนักปานกลางจนกว่าจะหมดแรง สัปดาห์ละ 3-5 วัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ให้ผลดีไม่แตกต่างกันในการลดน้ำหนักตัว ลดค่าดัชนีมวลกาย ลดความดันโลหิตและเพิ่มสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ ชีพจรขณะพัก ระยะเวลาในการออกกำลังกาย แต่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือด และระดับไขมันในเลือดของผู้ใหญ่อ้วนที่ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ได้แก่ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่น้อยและขาดการกระจายของข้อมูลระหว่างกลุ่มที่ดี ควรนำตัวแปรที่มีผลต่อการศึกษา เช่น เพศ ค่าดัชนีมวลกาย และระดับไขมันในเลือดก่อนการศึกษามาประกอบการพิจารณาในการจำแนกกลุ่ม รวมทั้งรูปแบบการออกกำลังกายที่ให้รักษาระดับความหนักปานกลางไปจนกว่าจะหมดแรงตลอดการศึกษาซึ่งจัดว่าเป็นการออกกำลังกายที่หนักหน่วง (vigorous) อาจทำให้ผู้เข้าร่วมการศึกษาลดลงตัวจากการศึกษาในอัตราที่สูงถึงร้อยละ 44-50 และส่งผลให้อำนาจในการจำแนกความแตกต่างระหว่างกลุ่มต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนักศึกษาและเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลแม่ฟ้าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ที่เข้าร่วมการศึกษานี้และขอบคุณผู้ช่วยวิจัยที่เกี่ยวข้องในการเก็บข้อมูลจนการศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an

- American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 2005; 112: 2735-52.
2. Durstine JL, Grandjean PW, Davis PG, Ferguson MA, Alderdon NL, DuBose KD. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: A quantitative analysis. *Sport Med* 2001; 31: 1033-62.
3. Davidson LE, Hudson R, Kilpatrick K, Kuk JL, McMillan K, Janiszewski PM, et al. Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitations in older adults. *Arch Intern Med* 2009; 169: 122-31.
4. Wankel LM. The importance of enjoyment to adherence and psychological benefits from physical activity. *Int J Sport Psycho* 1993; 24: 151-69.
5. Masumoto K, Shono T, Hotta N, Fujishima K. Muscle activation, cardiorespiratory response, and ratings of perceived exertion in older subjects while walking in water and on dry land. *J Electromyogr Kines* 2008; 18: 581-90.
6. Campbell, J.A, D'Acquisto LJ, D'Acquisto DM, Cline MG. Metabolic and cardiovascular response to shallow water exercise in young and older women. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 675-81.
7. Benelli P, Ditroilo M, De Vito G. Physiological responses to fitness activities: a comparison between land-based and water aerobic exercise. *J Strength Cond Res* 2004; 18: 719-22.
8. Dowzer C, Reilly T, Cable NT, Nevill A. Maximal physiological responses to deep and shallow water running. *Ergonomic* 1999; 42: 275-81.
9. Gastin, PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med* 2001; 31: 725-41.
10. WHO expert consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 2004; 363: 157-63.
11. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.
12. Pickering TG, Hall JE, Appel LJ, Falkner BE, Graves J, Hill MN. American Heart Association. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals. *Hypertension* 2005; 45: 142-61.
13. Friedewald WD, Levi RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma without the use of ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18: 499-505.
14. Welk GJ, Meredith MD. *Fitnessgram/Activitygram reference guide*. 3rd ed. The Cooper Institute, Dallas; 2007.
15. Ho SS, Dhaliwal SS, Hills AP, Pal S. The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMC Public Health* 2012; 12: 704.
16. Lee EG, Choi JH, Kim KE, Kim JH. Effects of a walking program on self-management and risk factors of metabolic syndrome in older Korean adults. *J Phys Ther Sci* 2014; 26: 105-9.
17. Watts K, Beye P, Siafarikas A, Davis EA, Jones TW, O'Driscoll G, et al. Exercise training normalises vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 1823-7.
18. Thune I, Njolstad I, Lochen ML, Forde OH. Physical activity improves the metabolic risk profiles in men and women. *Arch Intern Med* 1998; 158: 1633-40.
19. Dwyer GB, Davis SE. *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. 2nd ed. Philadelphia; Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
20. Frangolias DD, Rhodes EC. Metabolic responses and mechanisms during water immersion running and exercise. *Sport Med* 1996; 22: 38-53.

21. Blake A, Miller WC, Brown DA. Adiposity does not hinder the fitness response to exercise training in obese women. J Sports Med Phys Fitness 2000, 40: 170-7.