

ผลของการออกกำลังกายท่าชดมวยไทยด้วยการชกลม กระสอบทราย
และเป้าล่อที่มีผลต่อการตอบสนองของระบบหัวใจและหายใจในเพศหญิง

**Effects of Muay Thai Exercise with Shadow Boxing, Sand Bag
and Pad on Cardiorespiratory Responses in Female**

อังคณา แดงไทย,¹ นีรอมลี มะกาเจ,¹ ต่อศักดิ์ แก้วจรัสวิไล² และราตรี เรืองไทย^{1*}

Aungkana Tangthai,¹ Niromlee Makaje,¹ Toasak Kwajaratwilai² and Ratreer Ruangthai^{1}*

Received 26 March 2020, Accepted 31 August 2020

ABSTRACT

The purposes of this study were to develop the Muay Thai exercise programs (MTEP) shadow boxing, sand bag, and pad affecting the cardiorespiratory responses of these programs. Ten healthy female (age = 20.90 ± 1.10 years; BMI = 20.63 ± 2.0 kg/m²) were recruited as a sample. The development of the MTEP with shadow boxing, sand bag, and pad comprised 3 x 3 minute rounds with 1 minute rest. The heart rate, oxygen uptake, carbon dioxide excretion, and minute ventilation were recorded during the MTEP for 27 minutes of each trial. The intensity and energy expenditure of each program was calculated. The One-way ANOVA with repeated measure was used to compare differences between programs and follow by using Bonferroni with level of significance .05.

The results show that the mean of the heart rate, oxygen uptake, carbon dioxide excretion, and minute ventilation during the MTEP with shadow boxing were significantly different from the sand bag and the pad. In addition, percentage of heart rate reserve, percentage of maximum oxygen uptake, and energy expenditure (kcal/min) during the MTEP with shadow boxing were a significantly different from the sand bag and the pad. However, There were no significances different between the sand bag and the pad.

In conclusion, the MTEP with shadow boxing has the least cardiorespiratory responses. The MTEP with the sand bag and the pad have the same cardiorespiratory responses, but the pad has the highest intensity. Therefore, the results of this study are considered as an option for women who are interested in a suitable type of the Muay Thai exercise programs.

Keywords: Muay Thai, Shadow Boxing, Sand Bag, Pad, Cardiorespiratory Responses

¹คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Faculty of Sports Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

²คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Faculty of Education and Development Sciences, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

*Corresponding author: Tel.08-9611-5181, E-mail address: ratree.r@ku.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยด้วยการชกลม กระสอบทรายและเป้าล่อที่มีต่อการตอบสนองของระบบหัวใจและหายใจ กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงสุขภาพดี อายุเฉลี่ย 20.90 ± 1.10 ปี และดัชนีมวลกาย 20.63 ± 2.01 กิโลกรัม/เมตร² จำนวน 10 คน โดยกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยด้วยการชกลม กระสอบทรายและเป้าล่อทั้งหมดอย่างละ 3 รอบ รอบละ 3 นาที พัก 1 นาที ด้วยโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้บันทึกค่าอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจน ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการระบายอากาศหายใจต่อนาที เป็นเวลา 27 นาที นำผลที่ได้มาคำนวณหาความหนักของการออกกำลังกาย และพลังงานที่ใช้ขณะออกกำลังกาย วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างโปรแกรม โดยใช้สถิติ One-way ANOVA with repeated measure เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni และกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจน ปริมาณการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณการระบายอากาศหายใจต่อนาที ขณะออกกำลังกายด้วยโปรแกรมท่าชุดมวยไทยด้วยการชกลมแตกต่างกับกระสอบทรายและเป้าล่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ความหนักคิดเป็นร้อยละอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ร้อยละของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด และปริมาณการใช้พลังงาน (แคลอรี/นาที) ขณะออกกำลังกายด้วยโปรแกรมท่าชุดมวยไทยด้วยการชกลม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกระสอบทรายและเป้าล่อ ส่วนกระสอบทรายกับเป้าล่อไม่แตกต่างกัน

สรุปได้ว่าโปรแกรมท่าชุดมวยไทยด้วยการชกลมส่งผลต่อระบบหัวใจและหายใจน้อยที่สุด ส่วนกระสอบทรายและเป้าล่อส่งผลต่อระบบหัวใจและหายใจใกล้เคียงกัน แต่เป้าล่อจะมีความหนักของการออกกำลังกายมากที่สุด ดังนั้น ผลการวิจัยนี้จะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้หญิงที่สนใจออกกำลังกายด้วยโปรแกรมท่าชุดมวยไทยสามารถเลือกรูปแบบได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: มวยไทย ชกลม กระสอบทราย เป้าล่อ การตอบสนองของระบบหัวใจและหายใจ

คำนำ

การออกกำลังกายมีความสำคัญต่อการพัฒนาสุขภาพและช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรค (Penedo & Dahn, 2005 ; Ford & Caspersen, 2012 ; Ferguson, 2014) จากการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (2557) พบว่าภาวะอ้วน เบาหวาน ความดันโลหิตสูง และเมตาบอลิกซินโดรม ยังคงมีความชุกเพิ่มขึ้น โดยมีความเสี่ยงมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ การบริโภคอาหาร รวมถึงการออกกำลังกายที่ไม่เพียงพอ นอกจากนี้ยังพบว่าประชาชนไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป มีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอร้อยละ 19.2 (ชายร้อยละ 18.4 และ หญิงร้อยละ 20.0) เมื่อพิจารณาจากกิจกรรมยามว่างในช่วงอายุ 15-29 ปี พบว่ามีเพียงร้อยละ 31.0 (ชายร้อยละ 41.8 หญิงร้อยละ 19.4) ดังนั้น

จะเห็นได้ว่าผู้หญิงมีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอมากกว่าผู้ชายและมีกิจกรรมยามว่างน้อยกว่าผู้ชายอย่างชัดเจน ดังนั้นการส่งเสริมการออกกำลังกายด้วยรูปแบบโปรแกรมที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในเพศหญิงที่มีความเสี่ยงจากการไม่ออกกำลังกาย ซึ่งอาจช่วยทำให้เกิดความตระหนักและหันมาสนใจออกกำลังกายมากขึ้นในปัจจุบันการออกกำลังกายมีรูปแบบที่หลากหลายและให้พลังงานที่เพียงพอตามคำแนะนำของ (American College of Sports Medicine, 2013) จากการศึกษาของ Delestrat & Neupert, (2016) ; Rixon, Rehor, & Bemben (2006) พบว่า การออกกำลังกายเป็นกลุ่มที่มีผู้นำใช้พลังงานประมาณ 6.8 - 9.9 แคลอรี/นาที หรือการออกกำลังกายโดยทำตามแผ่นดีวีดี (DVD) ให้พลังงานที่ 5.6 แคลอรี/นาที ซึ่งการออกกำลังกาย

กายเหล่านี้ได้รับความนิยมอย่างมากในต่างประเทศ

เมื่อพิจารณารูปแบบการออกกำลังกายที่มีอยู่ในประเทศไทย พบว่ามวยไทยเป็นตัวเลือกในการออกกำลังกายอย่างหนึ่งและได้รับความนิยมอย่างมาก (จรียา, 2560) โดยมวยไทยมีความคล้ายคลึงกับศิลปะการต่อสู้หลายชนิด แต่ที่แตกต่างคือมวยไทยเป็นศิลปะการต่อสู้ด้วยการใช้อวัยวะหลายส่วนของร่างกายเป็นอาวุธ ทั้ง หมัด เท้า เข่า ศอก (โพธิ์สวัสดิ์, 2522) โดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (2553) ได้มีการรวบรวมท่าอาวุธมวยไทยพื้นฐานไว้ทั้งหมด 23 อาวุธ และท่าป้องกันตัว 6 แบบ จากการศึกษาประโยชน์ของการออกกำลังกายด้วยมวยไทยพบว่า การรำมวยไทยร่วมกับการใช้อาวุธมวยไทยหมัด เท้า เข่า และศอกช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกาย (ต่อศักดิ์, 2559 ; อานันท์, 2556) หรือการเต้นแอโรบิกมวยไทยที่ความหนักต่อเนื้อช่วยพัฒนาระบบหัวใจไหลเวียนเลือดและเพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (สุดา, 2550) ส่วนในการแข่งขันมวยไทยพบว่าการออกอาวุธมวยไทยมีลักษณะแบบผสมผสานระหว่างการออกแรงที่ความหนักสูงเป็นระยะเวลาสั้น ๆ สลับกับการหยุดพัก (Crisafulli *et al.*, 2009) ในการฝึกมวยไทย มักทบทวนท่าด้วยการชกกลม จากนั้นจึงฝึกความหนักหน่วงด้วยกระสอบทรายหรือเป้าล่อ (จรวาย, 2546) ในการฝึกนักกีฬาเพื่อการแข่งขัน มักจะทำเป็นรอบ รอบละ 3 นาที (Delp, 2013) ซึ่งมีรูปแบบใกล้เคียงการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา และน่าจะนำไปใช้ในการออกกำลังกายได้ดี แต่สำหรับคนทั่วไปควรมีการปรับรูปแบบและความหนักที่เหมาะสม จากการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา พบว่ามีประสิทธิภาพต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การพัฒนาระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงส่งผลต่อระบบการเผาผลาญโดยการหลังฮอร์โมนจึงมีผลต่อการลดปริมาณไขมันในร่างกาย (Butcher, 2010) จากการศึกษาที่ผ่านมายังมีข้อมูลน้อยมากเกี่ยวกับการออกกำลังกายด้วยการ

ชกกลม กระสอบทรายและเป้าล่อ พบเพียงการศึกษาของ Crisafulli *et al.* (2009) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการใช้พลังงานโดยการจำลองการแข่งขันด้วยการใช้เป้าล่อในนักกีฬามวยไทย โดยใช้อาวุธมวยไทยทั้งหมด เท้า เข่า ศอกเพื่อโจมตีและป้องกัน เป็นเวลา 3 นาที ทั้งหมด 3 รอบ พบว่าร่างกายมีความต้องการทางพลังงานเฉลี่ยสูงถึง 10.75 แคลอรี/นาที ซึ่งการศึกษาของ Crisafulli *et al.* (2009) ไม่ใช่รูปแบบของโปรแกรมเพื่อการออกกำลังกายและไม่ได้มีการเปรียบเทียบกับการใช้อุปกรณ์อื่นๆ นอกจากนี้มีการศึกษาในกีฬามวยสากลสมัครเล่น โดย Finlay *et al.* (2020) ได้ศึกษาการออกกำลังกายด้วยมวยสากลแบบเฉพาะ (The Boxing-Specific Exercise Protocol) เปรียบเทียบการตอบสนองของร่างกายระหว่างเป้าล่อกับกระสอบทรายเป็นเวลา 3 นาที ทั้งหมด 3 รอบ พบว่าเป้าล่อมีอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณการใช้ออกซิเจนโดยเฉลี่ยสูงกว่าการใช้กระสอบทราย แต่อย่างไรก็ตามมวยสากลใช้ได้เพียงหมัดเท่านั้น ในขณะที่มวยไทยสามารถใช้อวัยวะทั้งหมด เท้า เข่าและศอก

ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจถึงการตอบสนองของระบบหัวใจและระบบหายใจ ตลอดจนความหนักของโปรแกรมออกกำลังกายด้วยมวยไทย ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมออกกำลังกายโดยนำท่ามวยไทยพื้นฐานมาประยุกต์เรียงร้อยท่าต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้อวัยวะทุกส่วนตามลักษณะของมวยไทยทั้งหมด เท้า เข่าและศอก และสร้างเป็นรูปแบบการออกกำลังกายใหม่ โดยแบ่งเป็นรอบแบบหนักสลับเบาด้วยการใช้อุปกรณ์ที่ฝึกความหนักทั้งกระสอบทรายและเป้าล่อรวมถึงการชกกลมที่ไม่มีแรงปะทะ เพื่อให้ได้มาซึ่งโปรแกรมท่าชุดมวยไทยและเพื่อการเปรียบเทียบการตอบสนองของระบบหัวใจและหายใจ

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมออกกำลังกายท่าชุดมวยด้วยการชกกลม กระสอบทรายและเป้าล่อ และเปรียบเทียบการตอบสนองของระบบหัวใจและ

หายใจขณะออกกำลังกายรวมถึงเปรียบเทียบความ
หนักของการออกกำลังกายในแต่ละโปรแกรม

วิธีการการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิต
และบุคลากรเพศหญิงในมหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีสุขภาพดี
ออกกำลังกายเป็นประจำอย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์
เป็นเวลาต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 1 เดือน จำนวน 12
คน อายุระหว่าง 18 - 30 ปี มีดัชนีมวลกาย ระหว่าง
18.5 - 22.9 กิโลกรัม/เมตร² โดยอาสาสมัครได้
สมัครใจเข้าร่วมโครงการและได้ผ่านการประเมิน
แบบคัดเลือกออาสาสมัครก่อนเข้าร่วมวิจัย
โดยผู้วิจัยมีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วย
โปรแกรม G*Power 3.1.9.4 ในการคำนวณ
โดยพิจารณาค่าอำนาจการทดสอบ (power of the
test) ที่ 0.8 และ ขนาดของผลกระทบ (effect size)
ได้ค่า 0.46 ซึ่งได้มาจาก ความแตกต่างระหว่าง
อัตราการเต้นของหัวใจ ของการออกกำลังกายที่
แตกต่างกัน คือ 147 ± 12 และ 141 ± 13 (ครั้ง/
นาที) ของ Delextrat & Neupert (2016) ได้ขนาด
ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 10 คน และเพื่อ
ป้องกันการสูญหาย (drop out) ของผู้เข้าร่วมการ
วิจัยระหว่างดำเนินการทดลองจนอาจทำให้
ผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่เพียงพอแก่การวิเคราะห์ข้อมูล
จึงเพิ่มเติมอีกจำนวนร้อยละ 20 เท่ากับ 2 คน
การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงใช้กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด
12 คน แต่หลังจากการทดสอบ มีกลุ่มตัวอย่าง
จำนวน 2 คนที่ไม่สามารถเข้าร่วมงานวิจัยได้ครบ
ตามที่กำหนด งานวิจัยนี้จึงวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่ม
ตัวอย่างทั้งหมด 10 คน

งานวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาอนุมัติจาก
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยใน
มนุษย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตามรหัส
KURCE-HS62/019 เมื่อวันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ.
2562

วิธีการทดลอง

1. การพัฒนาโปรแกรมออกกำลังกายและวิเคราะห์
ความเที่ยงตรง

1.1 โปรแกรมท่าชุดมวยไทย ได้มาจากการ
ศึกษาค้นคว้าท่าอาวุธมวยไทยพื้นฐานจาก
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ
(2553) จากนั้นนำท่าต่างๆมาเรียงแบบผสมผสาน
ทั้งอาวุธมวยไทยและท่าป้องกันตัวเข้าด้วยกัน โดย
เน้นความหลากหลายของอาวุธและความต่อเนื่อง
ของท่าที่ถูกต้อง ในรูปแบบการออกกำลังกายแบบ
หนักสลับเบา เพื่อกระตุ้นการตอบสนองทาง
สรีรวิทยา ซึ่งมีขั้นตอนการอบอุ่นร่างกาย ขั้นตอน
ออกกำลังกาย และคลายอุ่นตามหลักการออกกำลังกาย

1.2 ได้โปรแกรมท่าชุดมวยไทยทั้งหมด
3 นาที ประกอบด้วยท่ามวยไทยพื้นฐาน หมัด 4
แบบ (หมัดตรง หมัดตั้ง หมัดตวัด หมัดเหวี่ยง) เท้า
3 แบบ (เตะตัด ถีบ เตะจระเข้ฟาดหาง) เข่า 4 แบบ
(เข่าตรง เข่าเฉียง เข่าตัด เข่าตี) ศอก 6 แบบ (ศอก
ตัด ศอกงัด ศอกพุ่ง ศอกตี ศอกกระทุ้ง ศอกกลับ)
และท่าป้องกัน 3 แบบ (โยกหลบ บัดป้อง ยกบัง)
โดยประกอบไปด้วยท่ามวยไทยพื้นฐานทั้งหมด
จำนวน 164 ครั้ง จากนั้นบันทึกเป็นเสียงคำสั่ง

1.3 ทดลองในกลุ่มตัวอย่าง (ไม่ใช่กลุ่ม
ตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูล) เพื่อวิเคราะห์ความ
เที่ยงตรงของโปรแกรมโดยใช้เสียงบันทึกที่เตรียม
ไว้ในการออกคำสั่ง ทั้งหมด 3 รอบ แต่ละรอบพัก
1 นาที ช่วงอบอุ่นร่างกาย 10 นาทีและผ่อนคลาย
กล้ามเนื้อ 5 นาที รวมเป็นระยะเวลาทั้งหมด
27 นาที และทำทั้งหมด 3 โปรแกรม แตกต่างกัน
คือ ท่าชุดมวยไทยด้วยการชกลม กระสอบทราย
และเป้าส่อ ซึ่งใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊สและเครื่องวัด
อัตราการเต้นของหัวใจตลอดการออกกำลังกาย
เพื่อบันทึกค่าตัวแปรต่างๆ ขณะเดียวกันทำการ
บันทึกวิดีโอ ทั้ง 3 โปรแกรมเพื่อส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ
ประเมิน

1.4 ส่งโปรแกรมออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านศิลปะมวยไทยจำนวน 3 ท่านและด้านสรีรวิทยาจำนวน 2 ท่าน วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับท่าชุดมวยไทยด้วยการชกกลม กระสอบทรายและเป้าล่อ และปรับปรุงโปรแกรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.5 นำโปรแกรมที่ผ่านการวิเคราะห์และแก้ไขสมบรูณ์แล้วเข้าสู่กระบวนการทดสอบต่อไป โดยโปรแกรมท่าชุดมวยไทย 3 นาที ประกอบด้วยท่ามวยไทยในแต่ละช่วงดังนี้

1.5.1 ช่วงนาทีแรก มีท่า หมัด 32 ครั้ง เท้า 18 ครั้ง เข้า 10 ครั้ง สอก 6 ครั้ง และท่าป้องกัน 4 ครั้ง รวมการเคลื่อนไหวทั้งหมด 70 ครั้ง ประกอบด้วยชื่อท่าดังนี้ หมัดซ้ายตรง 2 ครั้ง หมัดขวาตรง 2 ครั้ง (ท่าซำ) หมัดซ้ายตรง 1 ครั้ง หมัดขวาตรง 1 ครั้ง (ท่าซำ) หมัดซ้ายตรง 1 ครั้ง หมัดขวาตรง 1 ครั้ง (ติดกัน 4 ครั้ง) โยกหลบ 1 ครั้ง ตามด้วยหมัดขวาตรง 1 ครั้ง โยกหลบ 1 ครั้ง ตามด้วยหมัดซ้ายตรง 1 ครั้ง หมัดตัวตขวา 2 ครั้ง หมัดตัวตซ้าย 2 ครั้ง หมัดตั้งขวา 2 ครั้ง หมัดตั้งตซ้าย 2 ครั้ง หมัดตัวตขวา 1 ครั้ง หมัดตั้งขวา 1 ครั้ง หมัดตัวตขวา 1 ครั้ง หมัดตัวตซ้าย 1 ครั้ง หมัดตั้งซ้าย 1 ครั้ง หมัดตัวตซ้าย 1 ครั้ง เตะขวา 2 ครั้ง เตะซ้าย 2 ครั้ง (ท่าซำ) กดหมัดด้วยหมัดหน้า 1 ครั้ง เตะขวา 2 ครั้ง กดหมัดด้วยหมัดหลัง 1 ครั้ง เตะซ้าย 2 ครั้ง ถีบขวา 2 ครั้ง ถีบซ้าย 2 ครั้ง เข้าขวา 2 ครั้ง เข้าซ้าย 2 ครั้ง เข้าขวา 1 ครั้ง เข้าซ้าย 1 ครั้ง (ติดกัน 4 ครั้ง) สอกตัดซ้าย 2 ครั้ง สอกตัดขวา 2 ครั้ง ถีบขวา 1 ครั้ง เข้าซ้าย 1 ครั้ง สอกตัดขวา 1 ครั้ง ถีบซ้าย 1 ครั้ง เข้าขวา 1 ครั้ง สอกตัดซ้าย 1 ครั้ง

1.5.2 ช่วงนาทีที่สอง มีท่า หมัด 2 ครั้ง เท้า 24 ครั้ง เข้า 8 ครั้ง สอก 6 ครั้ง ท่าป้องกันตัว 2 ครั้ง โดยมีการเพิ่มการกระโดด 2 ครั้งและท่าแม่ไม้มวยไทย 2 ครั้ง เพื่อเพิ่มความหนักของโปรแกรม รวมการเคลื่อนไหวทั้งหมด 46 ครั้ง ประกอบด้วยชื่อท่าดังนี้ หมัดซ้าย 1 ครั้ง สอกตัดซ้าย 1 ครั้ง สอกกลับขวา 1 ครั้ง หมัดขวา 1 ครั้ง

สอกตัดขวา 1 ครั้ง สอกกลับซ้าย 1 ครั้ง เตะตัดขวา 1 ครั้ง เตะเฉียงขวา 1 ครั้ง เตะก้านคอขวา 1 ครั้ง (ท่าซำ) เตะตัดซ้าย 1 ครั้ง เตะเฉียงซ้าย 1 ครั้ง เตะก้านคอซ้าย 1 ครั้ง (ท่าซำ) เข้าเฉียงขวา 1 ครั้ง เข้าเฉียงซ้าย 1 ครั้ง เข้าตัดขวา 1 ครั้ง เข้าตัดซ้าย 1 ครั้ง (ท่าซำ) เตะเฉียงขวา 2 ครั้ง สอกตีขวา 1 ครั้ง เตะเฉียงซ้าย 2 ครั้ง สอกตีซ้าย 1 ครั้ง ถีบปลายเท้าขวา 2 ครั้ง กระโดดเตะขวา 1 ครั้ง ถีบปลายเท้าซ้าย 2 ครั้ง กระโดดเตะซ้าย 1 ครั้ง ยกบังข้างขวา 1 ครั้ง ถีบชั้นเท้าขวา 1 ครั้ง เตะขวา 1 ครั้ง เตะกลับหลังซ้าย 1 ครั้ง ยกบังข้างซ้าย 1 ครั้ง ถีบชั้นเท้าซ้าย 1 ครั้ง เตะซ้าย 1 ครั้ง เตะกลับหลังขวา 1 ครั้ง

1.5.3 ช่วงนาทีที่สาม มีท่า หมัด 12 ครั้ง เท้า 12 ครั้ง เข้า 10 ครั้ง และสอก 14 ครั้ง โดยเพิ่มท่ามวยไทยที่ผสมผสานหลายรูปแบบมีความซับซ้อนของท่ามากขึ้น รวมการเคลื่อนไหวทั้งหมด 48 ครั้ง ประกอบด้วยชื่อท่าดังนี้ หมัดตรงซ้าย 1 ครั้ง หมัดตั้งขวา 1 ครั้ง หมัดตัวตซ้าย 1 ครั้ง หมัดเหวี่ยงขวา 1 ครั้ง หมัดเหวี่ยงกลับซ้าย 1 ครั้ง กระโดดชกหมัดขวา 1 ครั้ง (ท่าซำ) เตะตัดขวา 1 ครั้ง เตะเฉียงซ้าย 1 ครั้ง เตะเฉียงสูงขวา 1 ครั้ง เตะเฉียงขวา 1 ครั้ง เตะกลับหลังซ้าย 1 ครั้ง กระโดดเตะเฉียงขวา 1 ครั้ง (ท่าซำ) เข้าตรงขวา 1 ครั้ง เข้าเฉียงซ้าย 1 ครั้ง เข้าตัดขวา 1 ครั้ง เข้าตีซ้าย 1 ครั้ง กระโดดตีเข้าซ้าย 1 ครั้ง (ท่าซำ) สอกตัดซ้าย 1 ครั้ง สอกตั้งขวา 1 ครั้ง สอกฟุ้งขวา 1 ครั้ง สอกตีขวา 1 ครั้ง สอกกระทุ้งขวา 1 ครั้ง สอกกลับซ้าย 1 ครั้ง กระโดดตีสอกขวา 1 ครั้ง (ท่าซำ)

1.6 การพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายท่าชุดมวยไทย ด้วยการชกกลม กระสอบทรายและเป้าล่อ จากการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านประเมินจากแบบประเมินความเหมาะสมพบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 0.89 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Rovinelli & Hambleton, 1976)

2. ทดสอบการตอบสนองของระบบหัวใจและหายใจขณะออกกำลังกาย

2.1 กลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 คน ฝึกซ้อมท่าอาวุธมวยไทยพื้นฐานและโปรแกรมท่าชุดมวยไทยด้วยการชกลม กระสอบทรายและเป้าล่อร่วมกับเสียงบันทึกท่าชุดมวยไทย ทั้งหมด 8 ครั้ง เป็นเวลาครั้งละ 1 ชม. โดยฝึกจำนวน 2 ครั้ง/สัปดาห์ ทั้งหมด 4 สัปดาห์ (ฝึกซ้อมโดยผู้วิจัย) โดยต้องสามารถปฏิบัติท่าชุดมวยไทยได้อย่างสมบูรณ์ และมีความถูกต้องของโปรแกรมอย่างน้อยร้อยละ 90 ของ 164 ครั้ง (จำนวนครั้งของท่าชุดมวยไทย 3 นาที) จึงจะสามารถทำการทดสอบขั้นตอนต่อไปได้ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทุกคนสามารถปฏิบัติได้มากกว่าร้อยละ 90 ของ 164 ครั้ง

2.2 กลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 คน ที่ผ่านการฝึกซ้อมตามระยะเวลาที่กำหนด จะได้รับการทดสอบสมรรถภาพทางกายประกอบด้วย การวัดความอ่อนตัวด้วยวิธีนั่งงอตัว (Sit and Reach) วัดแรงบีบมือด้วยเครื่อง Hand grip dynamometer (ยี่ห้อ Takei รุ่น T.K.K. 5401 ประเทศญี่ปุ่น) และวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาโดยการหา 1 RM วิธีอ้อม (Lander, 1985) ด้วยเครื่อง Leg press (ยี่ห้อ Keiser รุ่น Air 300 ประเทศสหรัฐอเมริกา) การทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (ยี่ห้อ Jaeger รุ่น Oxycon mobile ประเทศเยอรมนี) โดยการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้า (ยี่ห้อ Track Master รุ่น TMX428CP 220 ประเทศสหรัฐอเมริกา) ด้วยวิธี incremental exercise test ซึ่งการทดสอบจะเพิ่มความหนักขึ้นเรื่อยๆ โดยเริ่มจากอบอุ่นร่างกายที่ 4.8 กม./ชม. เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเพิ่มความเร็วเป็น 5.6 กม./ชม. และเพิ่มความเร็ว 0.8 กม./ชม. ทุก 1 นาที โดยมีความชันเท่ากับร้อยละ 1 ตลอดการทดสอบ และมีเกณฑ์ให้หยุดการทดสอบดังต่อไปนี้

2.2.1 ปริมาณการใช้ออกซิเจนเข้าสู่สภาวะคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากแม้ว่าจะมีการเพิ่มปริมาณความเร็ว

2.2.2 ค่า respiratory exchange ratio (RER) มากกว่า 1.10

2.2.3 อัตราการเต้นของหัวใจใกล้เคียงหรือ ± 10 ครั้ง/นาที กับอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดโดยคำนวณจาก $220 - \text{อายุ (ปี)}$

2.3 นำผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายและการใช้ออกซิเจนสูงสุดไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน

2.4 กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบสมรรถภาพทางกายและการใช้ออกซิเจนสูงสุดแล้วจะได้พัก 3 วัน และจะเริ่มทำการทดสอบท่าชุดมวยไทยทั้ง 3 โปรแกรม โดยลำดับโปรแกรมที่ทำการทดสอบจะใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (จับฉลาก) เพื่อเรียงลำดับโปรแกรม โดยทดสอบเพียงวันละ 1 โปรแกรม แต่ละโปรแกรมห่างกัน 3 วัน (เพื่อให้ร่างกายมีการพักฟื้นจากการล่าของกล้ามเนื้ออย่างเพียงพอ) โดยแต่ละครั้งปฏิบัติ ดังนี้

2.4.1 กลุ่มตัวอย่างวัดความดันโลหิตขณะพักและอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (โดยผลการวัดต้องอยู่ในเกณฑ์ปกติสามารถออกกำลังกายได้) พร้อมอธิบายการทำงานของอุปกรณ์ให้ผู้ทดสอบทราบ จากนั้นติดตั้งเครื่องวิเคราะห์แก๊สและอุปกรณ์มวยไทย นวม (ขนาด 8 ออนซ์ ยี่ห้อ Tawin ประเทศไทย) ใช้สวมใส่ขณะทดสอบในทุกโปรแกรม ใช้กระสอบทรายแบบแขวน (ขนาด 35×180 เซนติเมตร ยี่ห้อ Viva ประเทศไทย) ขณะออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยด้วยกระสอบทรายและใช้เป้าล่อ (ขนาด 12 นิ้ว ยี่ห้อ Fairtex ประเทศไทย) ขณะออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยด้วยเป้าล่อ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ถือเป้าเพียงคนเดียวตลอดการทดสอบ

2.4.2 หลังจากติดตั้งอุปกรณ์การทดสอบเสร็จแล้วให้กลุ่มตัวอย่างนั่งพัก 2 นาที

หลังจากนั้นทำการอบอุ่นร่างกายโดยมีการเคลื่อนไหวร่างกายทุกส่วนอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 10 นาที ที่ความหนักร้อยละ 60-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จากนั้นพักเป็นเวลา 1 นาที และเริ่มออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยตามโปรแกรมที่ได้รับ ทั้งหมด 3 รอบ เป็นเวลารอบละ 3 นาที ระหว่างรอบพัก 1 นาที เมื่อครบ ทำการคลายอุ่นและยืดกล้ามเนื้อ 5 นาที

2.5 บันทึกผลที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์แก๊ส โดยมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ปริมาณการใช้ ออกซิเจน ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และ ปริมาณการระบายอากาศหายใจต่อนาที ไป คำนวณหาความหนักของการออกกำลังกายและ ปริมาณการใช้พลังงานขณะออกกำลังกาย จากนั้น นำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและหาค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC) ที่เหมาะสมตามองค์ประกอบการ ออกกำลังกายทำชุดมวยไทย หาค่าเฉลี่ยและส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน ของลักษณะทางกายภาพและ สมรรถภาพทางกาย ของกลุ่มตัวอย่าง และ เปรียบเทียบวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบวัดซ้ำ มิติเดียว (One-way ANOVA with repeated measure) ของปริมาณการใช้ ออกซิเจน อัตราการ เต้นของหัวใจ ปริมาณการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณการระบายอากาศหายใจต่อนาที ร้อยละ ความหนักในการออกกำลังกายและปริมาณ พลังงานที่ใช้ขณะออกกำลังกาย ด้วยโปรแกรมทำ ชุดมวยไทยด้วยการชกลม กระสอบทรายและเป้า ล้อ และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ตาม วิธีของ Bonferroni และกำหนดความมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการทดลอง

จากการศึกษาและเปรียบเทียบการ ตอบสนองของระบบหัวใจและหายใจ ขณะออก กำลังกายโปรแกรมทำชุดมวยไทยด้วยการชกลม กระสอบทรายและเป้าล้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

จาก Table 1 แสดงลักษณะทางกายภาพ ของกลุ่มตัวอย่าง จากผลการทดสอบเปรียบเทียบ เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชน ไทย (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2543) พบว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมีอายุ (age) 20.90 ปี ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เปรียบเทียบผลในช่วงอายุ 20-29 ปี มีดัชนีมวลกาย (BMI) อยู่ในเกณฑ์สมส่วน อัตรา

การเต้นของหัวใจขณะพัก (resting heart rate) อยู่ในเกณฑ์ปกติ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximum oxygen uptake) อยู่ในระดับปานกลาง การทดสอบความอ่อนตัว (flexibility) อยู่ในเกณฑ์ดี การทดสอบแรงบีบมือ (hand grip strength) อยู่ใน เกณฑ์ดี ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (leg strength) อยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม

จาก Table 2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการ เต้นของหัวใจ (heart rate) ปริมาณการใช้ ออกซิเจน (oxygen uptake) ปริมาณการเกิด คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide production) และปริมาตรการระบายอากาศหายใจต่อนาที (pulmonary ventilation) ขณะออกกำลังกายทำชุด มวยไทยด้วยการชกลม (shadow) พบว่า แตกต่าง จากกระสอบทราย (sand bag) และเป้าล้อ (pad) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 แต่ขณะ ออกกำลังกายทำชุดมวยไทยด้วยกระสอบทราย ไม่แตกต่างจากเป้าล้อ

จาก Table 3 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละ อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (% heart rate reserve) ร้อยละของปริมาณการใช้ ออกซิเจนสูงสุด (% maximum oxygen uptake) และปริมาณการใช้ พลังงาน (energy expenditure) พบว่าขณะออก กำลังกายทำชุดมวยไทยด้วยการชกลม (shadow) แตกต่างจากกระสอบทราย (sand bag) และเป้าล้อ (pad) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 แต่ขณะออกกำลังกายทำชุดมวยไทยด้วยกระสอบ ทรายไม่แตกต่างจากเป้าล้อ

วิจารณ์ผลการทดลอง

การตอบสนองของระบบหัวใจและหายใจขณะ ออกกำลังกาย

ผลของการตอบสนองของระบบหัวใจและ หายใจขณะออกกำลังกายด้วยโปรแกรมทำชุดมวย ไทยด้วยการชกลม กระสอบทรายและเป้าล้อ โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของ หัวใจ ปริมาณการใช้ ออกซิเจน ปริมาณการเกิด คาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการระบายอากาศ หายใจต่อนาที

จาก Table 2 พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยขณะออกกำลังกายด้วยโปรแกรมท่าชุดมวยไทยด้วยการชกกลมมีค่า 162 ± 15.80 ครั้ง/นาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกระสอบทราย 170 ± 14.04 ครั้ง/นาที และเป้าล่อ 175 ± 8.58 ครั้ง/นาที ส่วนการใช้กระสอบทรายกับเป้าล่อส่งผลไม่แตกต่างกัน ซึ่งการออกกำลังกายปกติแล้วอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นโดยตรงตามสัดส่วนของความหนักของการออกกำลังกายวัน แต่หาออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงมาก (Heyward, 1992) ดังนั้นในทางปฏิบัติการวัดอัตราการเต้นของหัวใจทำให้ทราบความหนักในออกกำลังกายได้ จากผลการตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยด้วยการชกกลมพบว่ามีความหนักน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับกระสอบทรายและเป้าล่อ ส่วนเป้าล่อมีความหนักมากที่สุด เช่นเดียวกับ อัตราการใช้ออกซิเจน และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ขณะชกกลม (1369.05 ± 204.59 มิลลิลิตร/นาที และ 1442.95 ± 181.93 มิลลิลิตร/นาที) มีค่าน้อยที่สุดส่วนกระสอบทราย (1539.06 ± 247.69 มิลลิลิตร/นาที และ 1679.46 ± 272.32 มิลลิลิตร/นาที) เทียบกับเป้าล่อ (1584.85 ± 179.67 มิลลิลิตร/นาที และ 1802.31 ± 200.87 มิลลิลิตร/นาที) ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยด้วยการชกกลมส่งผลต่อการตอบสนองของร่างกายน้อยที่สุด อาจเป็นเพราะการชกกลมไม่มีแรงต้านจากภายนอก มีลักษณะการออกกำลังกายคล้ายการเดิน แอโรบิกมวยไทยที่เป็นการผสมผสานระหว่างการเดินแอโรบิกกับท่าอาวุธมวยไทย จากการศึกษาของ สุดา (2550) พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมวยไทยที่กำหนดท่าทาง ความหนัก ความนาน และความถี่ที่เหมาะสมช่วยส่งผลดีต่อระบบต่างๆของร่างกายได้ ซึ่งแตกต่างจากการใช้กระสอบทรายที่มีแรงต้านจากกระสอบทราย ทำให้ส่งผลต่อการตอบสนองของร่างกายมากขึ้น และการใช้เป้าล่อมีแรงต้านจากเป้าล่อที่มีครุฝึกเป็นผู้ถือเป้า แล้วยังให้ความรู้สึกทางจิตวิทยามากขึ้น (Finlay et al., 2020) จึงส่งผลทำให้มีการตอบสนอง

ของร่างกายมากที่สุด การจากศึกษานี้ทำให้ทราบถึงการตอบสนองของร่างกายโดยการใช้กระสอบทรายและเป้าล่อที่มากกว่าการชกกลมอย่างชัดเจน

เมื่อพิจารณาปริมาณการระบายอากาศหายใจต่อนาที พบว่าการออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยด้วยการชกกลม กระสอบทรายและเป้าล่อมีค่า 47.87 ± 6.16 ลิตร/นาที, 56.58 ± 6.87 ลิตร/นาที, 61.24 ± 5.88 ลิตร/นาที ตามลำดับ ซึ่งตามปกติแล้วในขณะออกกำลังกายการระบายอากาศหายใจต่อนาทีจะขึ้นอยู่กับความลึกของการหายใจและอัตราการหายใจ เมื่อออกกำลังกายจะทำให้การหายใจเพิ่มขึ้นทั้งอัตราการหายใจและปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าออกแต่ละครั้ง โดยทั่วไปอัตราการหายใจจะเพิ่มได้สัดส่วนกับความหนักของการออกกำลังกาย จนถึงจุดๆหนึ่ง เมื่อออกกำลังกายอย่างหนักการหายใจจะเพิ่มไม่เป็นสัดส่วนกับความหนักของการออกกำลังกาย จากการศึกษาของ Promsrisuk et al. (2014) พบว่าในประเทศไทยที่สุขภาพดีมีความถี่ของการหายใจ ปริมาณอากาศที่หายใจเข้าออกแต่ละครั้ง และปริมาณการระบายอากาศหายใจต่อนาทีเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของงาน จากผลของความหนักที่แตกต่างกันของโปรแกรมท่าชุดมวยไทยทำให้ระบบหายใจมีผลต่อกลไกในการหายใจและการระบายอากาศอย่างชัดเจน โดยการใช้ชกกลมมีค่าน้อยที่สุด รองลงมาคือ กระสอบทราย และเป้าล่อมีค่ามากที่สุด แสดงว่าความหนักของการชกกลมน้อยกว่ากระสอบทรายและเป้าล่อ

ความหนักของงานและปริมาณพลังงานที่ใช้ขณะออกกำลังกาย

จากการวิเคราะห์ผลของความหนักของงานและปริมาณพลังงานที่ใช้ขณะออกกำลังกายโปรแกรมท่าชุดมวยไทยด้วยการชกกลม กระสอบทรายและเป้าล่อโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ร้อยละของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด และปริมาณพลังงานที่ใช้ (แคลอรี/นาที)

จาก Table 3 เมื่อพิจารณาความหนักของงานและปริมาณพลังงานพบว่าในขณะที่ออกกำลังกายทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น โดยสารอาหารเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในการออกกำลังกายที่ระดับความหนักต่าง ๆ โดยการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อผ่านระบบแอนแอโรบิก (ไม่ใช่ออกซิเจนในการสร้างพลังงาน) และระบบแอโรบิก (ต้องใช้ออกซิเจนในการสร้างพลังงาน) ระบบการเผาผลาญใดจะถูกใช้ขึ้นอยู่กับความหนักของงานระยะเวลาและประเภทของการออกกำลังกาย จากการศึกษาของ Arthur *et al.* (2006) ได้ระบุว่ากีฬาหมวยเป็นกีฬาที่ใช้ระบบพลังงานทั้งแอนแอโรบิกและระบบแอโรบิก เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Crisafulli *et al.* (2009) ที่พบว่าการจำลองการแข่งขันมวยไทย ใช้ระบบพลังงานทั้งแอนแอโรบิกและระบบแอโรบิก ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยด้วยการชกลมกระสอบทรายและเป้าล่อ มีความหนักร้อยละของอัตราการเต้นหัวใจสำรองขณะออกกำลังกายด้วยการชกลมเท่ากับ 70.13 ± 11.57 การใช้กระสอบทรายเท่ากับ 77.09 ± 10.42 และด้วยการใช้เป้าล่อมีความหนักของงานสูงที่สุดเท่ากับ 80.84 ± 6.46 เช่นเดียวกันกับร้อยละปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดขณะชกลมมีค่าน้อยที่สุดที่ 66.89 และขณะใช้กระสอบทรายรองลงมาที่ 75.41 และเป้าล่อมีค่าสูงสุดที่ 77.06 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมท่าชุดมวยไทยมีความหนักในช่วงร้อยละ 70 – 80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง และร้อยละ 66 – 77 ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด เฉลี่ยต่อเนื่องเป็นเวลา 3 นาที สลับหยุดพัก 1 นาที ทั้งหมด 3 รอบ เป็นเวลา 9 นาที จากการวิจัยของ Purdom *et al.* (2018) ได้รายงานไว้ว่าการออกกำลังกายที่ความหนักร้อยละ 45-65 ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ร่างกายจะใช้แหล่งพลังงานจากไขมันเป็นหลัก หากความหนักเพิ่มมากขึ้นเกินร้อยละ 65 ร่างกายจะใช้คาร์โบไฮเดรตมากขึ้นตามความหนักที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการที่โปรแกรมออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยมีความหนักที่ร้อยละ 66 – 77 ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดจึงอยู่ในช่วง

การเพิ่มขึ้นของการใช้คาร์โบไฮเดรตและไม่ได้ใช้พลังงานจากไขมันเป็นหลัก

จากการวิเคราะห์ผลของความหนักในการออกกำลังกายพบว่าทุกโปรแกรมอยู่ในช่วงความหนักสูง ซึ่ง Pescatello *et al.* (2014) กำหนดความหนักระดับสูงของอัตราการเต้นหัวใจสำรองไว้ที่ร้อยละ 60-90 และปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ร้อยละ 64-91 อย่างไรก็ตามความหนักที่เปรียบเทียบกับนั้นเป็นความหนักการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักคงที่ แต่โปรแกรมท่าชุดมวยไทยเป็นการออกกำลังกายแบบแบ่งเป็นช่วง ซึ่งมีช่วงออกกำลังกายสลับกับการหยุดพัก โดย Plowman & Smith (2013) ได้กล่าวไว้ว่ารูปแบบการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา จะถูกแบ่งออกเป็นช่วง โดยมีช่วงปฏิบัติกิจกรรมสลับกับช่วงพัก โดยลักษณะของโปรแกรมนั้น Boutcher (2010) ได้ศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยพบว่าโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบา มีหลายรูปแบบ แตกต่างกันไป ทั้งเวลาของการฝึกและเวลาการพัก มีหลากหลายวิธี โดยช่วงหนักอยู่ที่ 8 วินาที ถึง 4 นาที ระยะเวลาของช่วงเบาอยู่ที่ 12 วินาที ถึง 4 นาที ซึ่งโปรแกรมท่าชุดมวยไทยได้แบ่งเป็นช่วงหนักอยู่ที่ 3 นาที และช่วงเบาอยู่ที่ 1 นาที และความหนักของทั้ง 3 โปรแกรม พบว่าสอดคล้องกับการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาของ Whaley *et al.* (2006) ที่กล่าวว่าระดับความหนักของการฝึกควรอยู่ที่ร้อยละ 70-94 เป็นความหนักที่ทำให้เกิดการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงกับระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด จะส่งผลให้ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้นมีค่าสูงขึ้น นอกจากนั้นการลดน้ำหนักโดยการฝึกแบบหนักสลับเบา เพื่อเพิ่มการเผาผลาญแคลอรีจากการออกกำลังกายความหนักควรอยู่ที่ร้อยละ 80-85 ซึ่งสอดคล้องกับการออกกำลังกายท่าชุดมวยไทยด้วยเป้าล่อ อย่างไรก็ตามนอกจากระดับความหนักที่จะทำให้ความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดเพิ่มสูงขึ้นแล้ว ระยะเวลาและความถี่ในการฝึกก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

เมื่อพิจารณารูปแบบการออกกำลังกายท่าชูดมวยไทยด้วยการชกมวยที่ใช้ท่ามวยไทยในการออกกำลังกายโดยไม่มีแรงปะทะพบว่า มีรูปแบบใกล้เคียงกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมวยไทย จากผลที่ได้ความหนักของการออกกำลังกายท่าชูดมวยไทยด้วยการชกมวยมีความหนักที่ร้อยละ 70.13 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุดา (2550) ได้แนะนำการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมวยไทยไว้ที่ความหนักในช่วงร้อยละ 66-75 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองเพื่อพัฒนาระบบหัวใจไหลเวียนเลือด นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบการออกกำลังกายด้วยกระสอบทรายกับเป้าล่อมีความใกล้เคียงกับการศึกษาของ Finlay *et al.* (2020) ที่พบว่า การชกมวยสากลแบบเฉพาะ (The Boxing-Specific Exercise Protocol) ด้วยกระสอบทรายมีความหนักของงานน้อยกว่าเป้าล่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การออกกำลังกายท่าชูดมวยไทยด้วยกระสอบทรายมีความหนักของงานเฉลี่ยน้อยกว่าการใช้เป้าล่อเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจากการออกกำลังกายท่าชูดมวยไทยมีรูปแบบแตกต่างจากมวยสากลแบบเฉพาะและมวยสากลใช้เพียงอาวุธหมัดหรือร่างกายส่วนบนเท่านั้นแต่มวยไทยใช้ส่วนประกอบของร่างกายทั้งหมด เท้า เข่า ศอก อาจจะทำให้มีความหนักที่มากขึ้น จึงไม่พบความแตกต่างกันที่ชัดเจน

ความหนักของงานขณะออกกำลังกายด้วยกระสอบทรายและเป้าล่อ มีปริมาณการใช้ ออกซิเจนที่ร้อยละ 75.41 และ 77.06 พบว่ามีความหนักสูงที่จะนำไปออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาได้ โดยการศึกษาของ Gist *et al.* (2014) พบว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านกับการปั่นจักรยานแบบหนักสลับเบา นั้นส่งผลอย่างมากต่อการตอบสนองของระบบหัวใจและหายใจขณะออกกำลังกายโดยมีปริมาณการใช้ ออกซิเจนที่ร้อยละ 77.6 กับ 80.4 ตามลำดับ นอกจากนี้ความหนักที่สอดคล้องกับงานวิจัยแล้ว รูปแบบการออกกำลังกายท่าชูดมวยไทยมีการผสมผสานทั้งการใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านร่วมกับ

การใช้แรงต้านจากกระสอบทรายและเป้าล่อ ทำให้ความหนักที่ได้จากการออกกำลังกายมีความหนักสูงและจากความหนักที่ได้มีค่าสอดคล้องที่จะนำไปใช้ในการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา ซึ่งประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาพบว่าใช้เวลาน้อยกว่าการออกกำลังกายแบบความหนักคงที่และยังส่งผลต่อการใช้ออกซิเจน รวมถึงการเผาผลาญพลังงานช่วง 24 ชม. ภายหลังจากการออกกำลังกายไม่แตกต่างกัน (Skelly *et al.*, 2014)

สำหรับปริมาณการใช้พลังงานพบว่าขณะออกกำลังกายท่าชูดมวยไทยด้วยการชกมวย ใช้พลังงานน้อยที่สุดมีค่า 6.99 แคลอรี/นาที แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 กับการใช้กระสอบทรายที่ใช้พลังงาน 7.92 แคลอรี/นาที และเป้าล่อใช้พลังงาน 8.23 แคลอรี/นาที ส่วนการออกกำลังกายท่าชูดมวยไทยด้วยเป้าล่อพบว่าปริมาณการใช้พลังงานสูงกว่าการใช้กระสอบทรายเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่นิยมใช้ในการควบคุมน้ำหนักของ Rixon *et al.* (2006) พบว่ามีการใช้พลังงานขณะออกกำลังกายระหว่าง 8.0 - 9.99 แคลอรี/นาที ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้พลังงานขณะออกกำลังกายท่าชูดมวยไทยด้วยการใช้เป้าล่อมากที่สุด ส่วนการออกกำลังกายท่าชูดมวยไทยด้วยการชกมวยถึงแม้ว่าจะมีค่าการใช้พลังงานน้อยที่สุดแต่พบว่ามีค่าสูงกว่าการออกกำลังกายแบบทำตามแผ่นดีวีดี (DVD) ของ Delextrat & Neupert (2016) ที่มีค่า 5.6 แคลอรี/นาที

เมื่อพิจารณาจากอัตราการใช้พลังงานเป็นหน่วยของ METs (การเปรียบเทียบการใช้พลังงานเป็นกี่เท่าของการใช้พลังงานในขณะพัก) พบว่าการออกกำลังกายท่าชูดมวยไทยด้วยการชกมวยมีค่า METs เท่ากับ 7.16 ± 0.85 เทียบเท่ากับการเดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกสูง ส่วนการใช้กระสอบทราย และเป้าล่อ มีค่า METs เท่ากับ 8.06 ± 0.92 และ 8.33 ± 0.78 ตามลำดับ เทียบเท่ากับการฝึกแบบวงจร (Circuit Training) หรือการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (Ainsworth *et al.*, 2000)

จากผลการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้หญิงที่มีความสนใจออกกำลังกาย ด้วยโปรแกรมท่าซุดมวยไทยในรูปแบบที่แตกต่างกันทั้งชกกลมกระสอบทรายและเป้าล่อ ช่วยเป็นทางเลือกตามความเหมาะสมกับสภาพร่างกายของแต่ละบุคคล สำหรับผู้เริ่มต้นออกกำลังกายควรเลือกฝึกจากโปรแกรมที่มีความหนักน้อยกว่าและค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามความแข็งแรงของร่างกาย เช่นเลือกฝึกออกกำลังกายท่าซุดมวยไทยด้วยการชกกลมที่มีความหนักอยู่ในระดับที่ต่ำที่สุดและอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมตามคำแนะนำพื้นฐานการออกกำลังกายทั่วไป สำหรับผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรงและสามารถออกกำลังกายที่มีความหนักสูงได้ แนะนำการออกกำลังกายท่าซุดมวยไทยด้วยกระสอบทรายหรือเป้าล่อ ซึ่งควรทำแบบแบ่งเป็นรอบสลับหยุดพักเทียบเท่ากับการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาท่าซุดมวยไทยในกลุ่มอื่นๆ เช่น เพศชาย เด็ก ผู้สูงอายุ คนอ้วน นักกีฬา เพื่อได้ข้อมูลที่แตกต่างเพิ่มเติม
2. นำโปรแกรมท่าซุดมวยไทยมาฝึกออกกำลังกายและทดสอบความแตกต่าง ก่อนและหลังการฝึก

เอกสารอ้างอิง

- ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา. (2543). *เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชนไทย*. กรุงเทพฯ: การกีฬาแห่งประเทศไทย.
- จรรยา แก่นวงษ์คำ. (2546). *มวยไทย มวยสากล*. (น. 174). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- จริยา กรเกษม. (2560). *แผนธุรกิจจัดจำหน่ายอุปกรณ์มวยไทย “Boxing By Jenny”*. (น. 38). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ต่อศักดิ์ แก้วจรัสวิไล. (2559). การสร้างรูปแบบการออกกำลังกายด้วยศิลปะมวยไทยโบราณสำหรับเยาวชน. *วารสารศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 39(2), 77-86.

โพธิ์สวัสดิ์ แสงสว่าง. (2522). *พัฒนาการกีฬามวยไทย*. (น. 156-158). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2553). *MoreThanSport*. (น. 306). กรุงเทพฯ: แพลน.

สุดา กาญจนะวณิชย์. (2550). *การพัฒนาโปรแกรมการเต้นแอโรบิกมวยไทยที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อานันท์ รุ่งเรือง. (2556). *ผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทยที่มีต่อสุขสมรรถนะและการทรงตัวของผู้สูงอายุ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., ... & Leon, A. S. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(9; SUPP/1), S498-S504.

American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. (p. 482). USA: Lippincott Williams & Wilkins.

Arthur, C., Guyton, M., & Hall, J. (2006). *Textbook of medical physiology*. (p. 1091). USA: Guyton & Hall.

Boutcher, S. H. (2010). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*, 2011.

Crisafulli, A., Vitelli, S., Cappai, I., Milia, R., Tocco, F., Melis, F., & Concu, A. (2009). Physiological responses and energy cost during a simulation of a Muay Thai boxing match. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 34(2), 143-150.

Delextrat, A., & Neupert, E. (2016). Physiological load associated with a Zumba® fitness workout: a comparison pilot study between classes and

- a DVD. *Journal of Sports Sciences*, 34(1), 47-55.
- Delp, C. (2013). *Muaythai Training*. (p. 416). California: Blue Snake Books. Berkeley.
- Ferguson, B. (2014). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription 9th Ed. 2014. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 58(3), 328.
- Finlay, M. J., Greig, M., McCarthy, J., & Page, R. M. (2020). Physical response to pad-and bag-based boxing-specific training modalities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(4), 1052-1061.
- Ford, E. S., & Caspersen, C. J. (2012). Sedentary behaviour and cardiovascular disease: a review of prospective studies. *International journal of epidemiology*, 41(5), 1338-1353.
- Gist, N. H., Freese, E. C., & Cureton, K. J. (2014). Comparison of responses to two high-intensity intermittent exercise protocols. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3033-3040.
- Heyward, V. H. (1992). Advanced fitness assessment and exercise prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24(2), 278.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015). *Physiology of sport and exercise* (6th ed.). (p. 267). USA: Human kinetics.
- Lander, J. (1985). Maximum based on reps. *NSCA journal*, 6(6), 60-61.
- Penedo, F. J., & Dahn, J. R. (2005). Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Current opinion in psychiatry*, 18(2), 189-193.
- Pescatello, L. S., Riebe, D., & Thompson, P. D. (2014). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. (p. 455). USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2013). *Exercise physiology for health fitness and performance*. (p. 733). USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Promsrisuk, T., Khrisanapant, W., Pasurivong, O., Boonsawat, W., Patjanasootom, B., Pussadhamma, B., ... & Chanchalad, P. (2014). A Preliminary study of Ventilatory Responses during Maximal Exercise in Healthy Thais. *Srinagarind Medical Journal*, 29(4), 370-376.
- Purdom, T., Kravitz, L., Dokladny, K., & Memier, C. (2018). Understanding the factors that effect maximal fat oxidation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 1-10.
- Rixon, K. P., Rehor, P. R., & Bemben, M. G. (2006). Analysis of the assessment of caloric expenditure in four modes of aerobic dance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 593.
- Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1976). *On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity*. (p. 4). USA: The University of Massachusetts.
- Skelly, L. E., Andrews, P. C., Gillen, J. B., Martin, B. J., Percival, M. E., & Gibala, M. J. (2014). High-intensity interval exercise induces 24-h energy expenditure similar to traditional endurance exercise despite reduced time commitment. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 39(7), 845-848.

Table 1 The physical attributes and physical fitness of the sample group.

characteristics	$\bar{X} \pm S.D.$
age (years)	20.90 \pm 1.10
body weight (kg.)	54.46 \pm 5.52
height (cm.)	162.10 \pm 5.78
body Mass Index : BMI (kg/m ²)	22.30 \pm 1.83
resting heart rate (beats/min)	77.30 \pm 11.83
maximum oxygen uptake (ml/kg/min)	20.63 \pm 2.01
flexibility (cm.)	37.79 \pm 4.36
hand grip strength (kg/body weight)	19.95 \pm 6.95
leg strength (kg/body weight)	0.55 \pm 0.07
	2.20 \pm 0.33

Table 2 The comparison of average after the one-way analysis of Variance with repeated measure, of the physique response while exercise with 3 sets Muay Thai exercise for 9 minutes.

Variables studied		Shadow $\bar{X} \pm S.D.$	Sand bag $\bar{X} \pm S.D.$	Pad $\bar{X} \pm S.D.$
heart rate (beats/min)		162 \pm 15.80	170 \pm 14.04*	175 \pm 8.58*
oxygen uptake (ml/min)		1369.05 \pm 204.59	1539.06 \pm 247.69*	1584.85 \pm 179.67*
carbon dioxide production (ml/min)		1442.95 \pm 181.93	1679.46 \pm 272.32*	1802.31 \pm 200.87*
pulmonary ventilation (L/min)		47.87 \pm 6.16	56.58 \pm 6.87*	61.24 \pm 5.88*

Note: * Significant difference from Shadow, P < 0.05.

Table 3 The comparison of average after the one-way analysis of Variance with repeated measure of the percentage average exercise and energy usage quantity while exercise with 3 sets Muay Thai exercise for 9 minutes.

Variables studied	Shadow	Sand bag	Pad
	$\bar{X} \pm \text{S.D.}$	$\bar{X} \pm \text{S.D.}$	$\bar{X} \pm \text{S.D.}$
% heart rate reserve	70.13 \pm 11.57	77.09 \pm 10.42*	80.84 \pm 6.46*
% maximum oxygen uptake	66.89 \pm 9.12	75.41 \pm 10.94*	77.06 \pm 6.75*
energy expenditure (kcal/min)	6.99 \pm 1.12	7.92 \pm 2.26*	8.23 \pm 0.88*
energy expenditure (METs)	7.16 \pm 0.85	8.06 \pm 0.92*	8.33 \pm 0.78*

Note: * Significant difference from Shadow, P < 0.05.