วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

การทดสอบความทนทานของหัวใจและหลอดเลือดแบบใหม่ด้วยการย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้าในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี: การตอบสนองทางสรีรวิทยา

ชวิศ ขัดคำวงศ์[1], วีระพงษ์ ชิดนอก[1,2,*] และชุลี โจนส์[3]

Received: *April 6, 2019*
Revised: *May 29, 2019*
Accepted: *June 8, 2019*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาการทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้าในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี อายุเฉลี่ย 21.3 ± 1.1 ปี จำนวน 11 คน อาสาสมัครทั้งหมดได้รับการทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้า ทำการวัดอัตราการใช้ออกซิเจน อัตราการเต้นของหัวใจ และระดับความหอบเหนื่อย ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนขณะพักก่อนเริ่มทดสอบ ช่วงสุดท้ายของการทดสอบ และค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.3 ± 0.1 ลิตร/นาที, 2.1 ± 0.2 ลิตร/นาที และ 2.3 ± 0.2 ลิตร/นาที ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจช่วงสุดท้ายของการทดสอบ 181.8 ± 4.7 ครั้ง/นาที และระดับความหอบเหนื่อยเฉลี่ยเท่ากับ 15.5 ± 0.8 สรุปได้ว่าการตอบสนองของอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นหัวใจเพิ่มขึ้นเมื่อทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้า

คำสำคัญ: อัตราการใช้ออกซิเจน, การทดสอบความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด, การทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนอยู่กับที่

[1]หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการฟื้นฟู [2]ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
[3]สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
*ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

A new cardiovascular fitness test using Incremental Spot Marching Exercise in healthy male subjects: Physiological responses

Chaves Khatkhamwong[1], Weerapong Chidnok[1,2,*] and Chulee Jones[3]

Abstract

The purpose of this study was to investigate the physiological responses of the Incremental Spot Marching Exercise Test in healthy subjects. Eleven male (age 21.3 ± 1.1 years) performed the Spot Marching Exercise test with progressive incremental. Oxygen consumption, heart rate and Borg's rating of perceived exertion was measured at pre-, during and symptom limited end exercise testing. The results demonstrated that baseline VO_2, end exercise VO_2 and VO_{2peak} were average 0.3 ± 0.1 L/min, 2.1 ± 0.2 L/min and 2.3 ± 0.2 L/min, respectively. End exercise HR was average 181.8 ± 4.7 bpm and RPE was 15.5 ± 0.8. In conclusion, VO_2 and HR were increased when using the Incremental Spot Marching Exercise Test.

Keywords: Oxygen consumption, Cardiovascular fitness test, Spot marching exercise test

[1] Exercise and Rehabilitation Sciences Research Unit, [2]Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand

[3] School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, KhonKaen University, Khon Kaen, Thailand

* Corresponding author: (e-mail: weerapongch@nu.ac.th)

บทนำ

สมรรถภาพความทนทานในการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน มีความสำคัญในการทำกิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวันอย่างต่อเนื่อง เช่น การเดิน การขึ้นบันได ต้องอาศัยการทำงานของปอด หัวใจและหลอดเลือดในการขนส่งออกซิเจนให้กับกล้ามเนื้อที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหว[1] การประเมินสมรรถภาพความทนทานในการออกกำลังกายจึงเป็นการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอดขณะออกกำลังกาย นิยมใช้ประเมินผู้ที่มีการทำงานปอดและหัวใจบกพร่อง เช่น ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง และผู้ป่วยโรคหัวใจ โดยใช้อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (peak oxygen consumption; VO_{2peak}) เป็นตัวบ่งชี้สมรรถภาพความทนทานของหัวใจและหลอดเลือดในการออกกำลังกาย[2]

การทดสอบความทนทานของหัวใจและหลอดเลือดในการออกกำลังกายหรือการทดสอบสมรรถภาพการออกกำลังกาย แบ่งออกเป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการด้วยการปั่นจักรยานหรือลู่วิ่งไฟฟ้า และการทดสอบภาคสนาม สำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการเป็นการทดสอบการออกกำลังกายจนถึงระดับความหนักสูงสุด โดยให้ผู้ทดสอบปั่นจักรยานหรือวิ่งลู่วิ่งไฟฟ้าด้วยระดับความหนักที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ไปจนถึงระดับความหนักสูงสุดที่อาสาสมัครสามารถทำได้หรือหยุดการทดสอบโดยมีอาการไม่พึงประสงค์ (symptom limit)[3] แม้การทดสอบในห้องปฏิบัติการเป็นการทดสอบมาตรฐาน แต่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีสูงและมีราคาแพง จึงเป็นข้อจำกัดในการใช้ในทางปฏิบัติบริการทางการแพทย์และกายภาพบำบัด ส่วนการทดสอบภาคสนาม เป็นการทดสอบที่เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ประยุกต์มาจากกิจกรรมทางกายในกิจวัตรประจำวัน ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพง เช่น การทดสอบเดินทางราบ 6 นาที (6 Minute Walk Test)[4] จึงเป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวาง ทั้งในการบริการทางการแพทย์ กายภาพบำบัด และการวิจัยทางคลินิก อย่างไรก็ตาม การทดสอบดังกล่าวมีข้อจำกัดในด้านการใช้พื้นที่ที่ยาว และไม่ครอบคลุมการทำงานของแขน ซึ่งต้องใช้ในกิจวัตรประจำวันด้วย[5]

ดังนั้นการทดสอบสมรรถภาพการออกกำลังกายแบบใหม่โดยการย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่ (Spot Marching Exercise; SME) จึงถูกพัฒนาขึ้นโดยชุลี โจนส์ และคณะ ซึ่งเป็นการทดสอบสมรรถภาพความทนทานในการออกกำลังกายภาคสนามแบบใหม่ ที่ครอบคลุมการออกกำลังกายแขนและขา มีหลักการทดสอบคือการย่ำเท้างอสะโพกมากกว่า 70 องศา ร่วมกับยกแขนสูงมากกว่า 90 องศา โดยควบคุมอัตราความเร็วในการออกกำลังกายด้วยเครื่องควบคุมจังหวะ[6] และอัตราความเร็วที่อาสาสมัครสามารถเลือกและทำได้ด้วยตัวเอง (self-pacing rate)[5] โดยจะหยุดการทดสอบที่ความสามารถสูงสุดที่ผู้ถูกทดสอบทำได้หรือหยุดทดสอบเมื่อเกิดอาการไม่พึงประสงค์

การยกแขนสูง เป็นองค์ประกอบสำคัญของการทดสอบ SME เนื่องจากต้องการเพิ่มการทำงานของปอดมากกว่าการออกกำลังกายด้วยขาเพียงอย่างเดียว จากรายงานผลการศึกษาของทวีวัฒน์ และคณะ พบว่าการแกว่งแขนสูงอยู่กับที่ขณะย่ำเท้าเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนสูงกว่าการไม่แกว่งแขนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่อาสาสมัครทดสอบออกกำลังกาย SME ด้วยความเร็วในจังหวะที่เลือกและทำได้ถูกต้อง[7]

วิธีการทดสอบ SME นอกจากทำได้ด้วยการคงความหนักสม่ำเสมอโดยกำหนดความเร็วด้วยตนเองดังกล่าวแล้ว ยังสามารถทำได้โดยเพิ่มความหนักก้าวหน้า (Incremental Spot Marching Exercise Test; ISMET) ในการศึกษานำร่องของชุลี โจนส์ และคณะ ได้ศึกษาการทดสอบ ISMET ในอาสาสมัครสุขภาพดี พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจและระดับอาการหอบเหนื่อยเพิ่มขึ้นและมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงกับความเร็วของการออกกำลังกาย SME โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์อยู่ที่ 0.98 และ 0.99 ตามลำดับ[8] ดังนั้นการเพิ่มความเร็วคือการเพิ่มความหนักของ SME อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาเชิงลึกด้านการตอบสนองทางสรีรวิทยาการใช้ออกซิเจนในการทดสอบแบบ ISMET ในคนปกติ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานของวิธีการทดสอบและการประยุกต์ใช้ต่อไป

วัสดุและวิธีการ

รูปแบบการวิจัยเป็นการศึกษากึ่งทดลอง (quasi-experimental study) ในตัวอย่าง 1 กลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง

เพศชายสุขภาพดี อายุระหว่าง 20 – 25 ปี จำนวน 11 คน ที่อาศัยอยู่ภายในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สมัครใจยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย ซึ่งผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมเกี่ยวกับการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ 0225/60 วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2560 กลุ่มตัวอย่างคำนวณโดยใช้ค่าความแปรปรวน (Variance หรือ) จากค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเท่ากับ 0.00958 ซึ่งคำนวณจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.097 ลิตร/นาที จากศึกษานำร่องในอาสาสมัครเพศชายสุขภาพดี 5 คน และค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (allowable error; e) เท่ากับ 5%

เกณฑ์การคัดเข้าร่วมการศึกษา

เป็นเพศชายที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 20 – 25 ปี

มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ปกติ ระหว่าง 18.5-24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

มีกิจกรรมทางกายอย่างน้อยอยู่ในระดับปานกลางและสูง โดยประเมินจากการใช้แบบสอบถามสากลเรื่องกิจกรรมทางกายชุดสั้นฉบับภาษาไทย (The International Physical Activity Questionnaires; IPAQ)[9]

เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา

มีโรคประจำตัว ได้แก่ โรคหอบหืด โรคหลอดลมอักเสบ โรคปอดอักเสบ โรคหัวใจ

มีประวัติประสบอุบัติเหตุรุนแรง เช่น กระดูกแขนและขาหัก

มีภาวะความดันโลหิตต่ำ โดย Systolic blood pressure ต่ำกว่า 90 มิลลิเมตรปรอท และ/หรือ Diastolic blood pressure ต่ำกว่า 60 มิลลิเมตรปรอท หรือความดันโลหิตสูง โดย Systolic blood pressure สูงกว่า 140 มิลลิเมตรปรอท และ/หรือ Diastolic blood pressure สูงกว่า 90 มิลลิเมตรปรอท ในขณะพัก

ขั้นตอนการศึกษา

ครั้งที่ 1 การคัดกรอง อาสาสมัครได้รับการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง ตอบแบบสอบถาม ได้รับการตรวจวัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งอาสาสมัครต้องมีสัญญาณชีพปกติและค่าดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์การคัดเข้าที่กำหนด ผู้ที่ผ่านเกณฑ์ได้รับคำอธิบายถึงวิธีการวัดตัวแปรตาม วิธีทดสอบการออกกำลังกาย ISMET และทำความคุ้นเคยวิธีการทดสอบ ISMET

ครั้งที่ 2 การเก็บข้อมูล

วิธีการทดสอบ ISMET: อาสาสมัครหันหน้าเข้าผนัง ทำเครื่องหมายของระดับการยกแขน 90 องศา และระดับการยกเข่าให้สะโพกงอ 70 องศา บนผนังตามระดับความสูงของแต่ละบุคคล โดยการวัดมุมของข้อไหล่และข้อสะโพกถูกวัดด้วยอุปกรณ์วัดองศาการเคลื่อนไหว (Goniometer) จากนั้นให้อาสาสมัครนั่งพัก 10 นาที แล้วเริ่มทดสอบ ISMET การเพิ่มความเร็วในการออกกำลังกายขั้นละ 10 ก้าว/นาที ระยะเวลาขั้นละ 3 นาที โดยเริ่มด้วยความเร็ว 70 ก้าว/นาที จนถึงความเร็ว 110 ก้าวต่อนาที และออกกำลังกายจนถึงระดับความเหนื่อยล้า (โดยจะหยุดทดสอบเมื่ออาสาสมัครมีอาการไม่พึงประสงค์อย่างน้อย 1 ข้อ ประกอบด้วย อาสาสมัครล้าต้องการหยุดทดสอบ, ระดับหอบเหนื่อย 18-20, ปวดล้าขาหรือแขนระดับ 8/10 เซนติเมตร หรือ ค่าอัตราการเต้นหัวใจเข้าสู่ช่วงค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) กำหนดความเร็วสม่ำเสมอในแต่ละขั้นด้วยอุปกรณ์กำหนดจังหวะ (Metronome) ให้อาสาสมัครยกแขนสูงในทิศทางงอข้อไหล่ (Shoulder flexion) โดยต้องไม่หมุนเข้าด้านในหรือหมุนออกด้านนอกและขณะทดสอบ มีการส่งสัญญาณกระตุ้นอาสาสมัครทุกคนจากผู้วิจัยเมื่ออาสาสมัครไม่สามารถคงระดับของมุมไหล่กับมุมสะโพก

การวัดตัวแปรตาม ทดสอบและบันทึกค่าใช้โดยใช้เครื่องทดสอบและฝึกออกกำลังกาย (Cortex Biophysik, Metalyzer, Germany) ประเมินระดับความหอบเหนื่อยทันทีหลังจากหยุดทดสอบด้วย Borg's rating of perceived exertion (คะแนน 6-20) รวมทั้งวัดอัตราการเต้นของหัวใจตลอดระยะเวลาการทดสอบอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย (Polar Heart Rate, Finland) นำข้อมูลค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ยทุกๆ 10 วินาทีที่บันทึกผลจากเครื่อง ไปคำนวณค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยอัตราการใช้

ออกซิเจนทุกๆ 30 วินาที ที่มีค่าสูงสุดจากการทดสอบ[10] สำหรับค่าอัตราการใช้ออกซิเจนช่วงสุดท้ายของการทดสอบคำนวณจากค่าเฉลี่ย 30 วินาทีสุดท้ายของการทดสอบ และค่าอัตราการเต้นของหัวใจช่วงสุดท้ายของการทดสอบ คำนวณจากอัตราการเต้นของหัวใจขณะสิ้นสุดการทดสอบออกกำลังกายทันที[7] จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยข้อมูลจากการศึกษาถูกประมวลผลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 17 ทดสอบการแจกแจงของข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk test พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ข้อมูลถูกแสดงในรูปแบบของค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD)

ผลการศึกษา

ใน**ตารางที่ 1** พบว่าค่าเฉลี่ยของอายุ ส่วนสูง และน้ำหนักร่างกาย มีค่าเท่ากับ 21.27 ± 1.10 ปี, 174.09 ± 7.02 เซนติเมตร และ 68.09 ± 5.79 กิโลกรัม ตามลำดับ มีค่าดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ สำหรับระดับกิจกรรมทางกาย พบว่า อาสาสมัครมีระดับกิจกรรมทางกายระดับปานกลาง จำนวน 5 คน และระดับสูง จำนวน 6 คน

ตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนขณะพักก่อนเริ่มทดสอบ ช่วงสุดท้ายของการทดสอบ และค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.3 ± 0.1 ลิตร/นาที, 2.1 ± 0.2 ลิตร/นาที และ 2.3 ± 0.2 ลิตร/นาที ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจช่วงสุดท้ายของการทดสอบ 181.8 ± 4.7 ครั้ง/นาที และระดับความหอบเหนื่อยเฉลี่ยเท่ากับ 15.5 ± 0.8 เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบอาสาสมัคร 3 คน หยุดทดสอบเนื่องจากอาการล้าแขน อาสาสมัคร 1 คนหยุดทดสอบเนื่องจากอาการล้าขา อาสาสมัคร 5 คน หยุดทดสอบเนื่องจากอยู่ในระดับหอบเหนื่อยมาก และอาสาสมัคร 2 คน หยุดทดสอบเนื่องจากถึงค่าอัตราการเต้นหัวใจเข้าสู่ช่วงค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

และใน**รูปที่ 1** แสดงค่าเฉลี่ยของอาสาสมัครทั้งหมดทุกๆ 6 วินาที สำหรับการตอบสนองอัตราการใช้ออกซิเจนขณะพัก 1 นาที ขณะทดสอบออกกำลังกายด้วยการย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้าจนถึงจุดสิ้นสุดการออกกำลังกาย อัตราการใช้ออกซิเจนช่วงสุดท้ายของการทดสอบ มีค่าเท่ากับ 2.1 ± 0.2 ลิตร/นาที (แกน Y) และระยะเวลาสิ้นสุดการทดสอบออกกำลังกายเฉลี่ย 21.17 ± 6.46 นาที (แกน X)

ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะทางกายของอาสาสมัคร

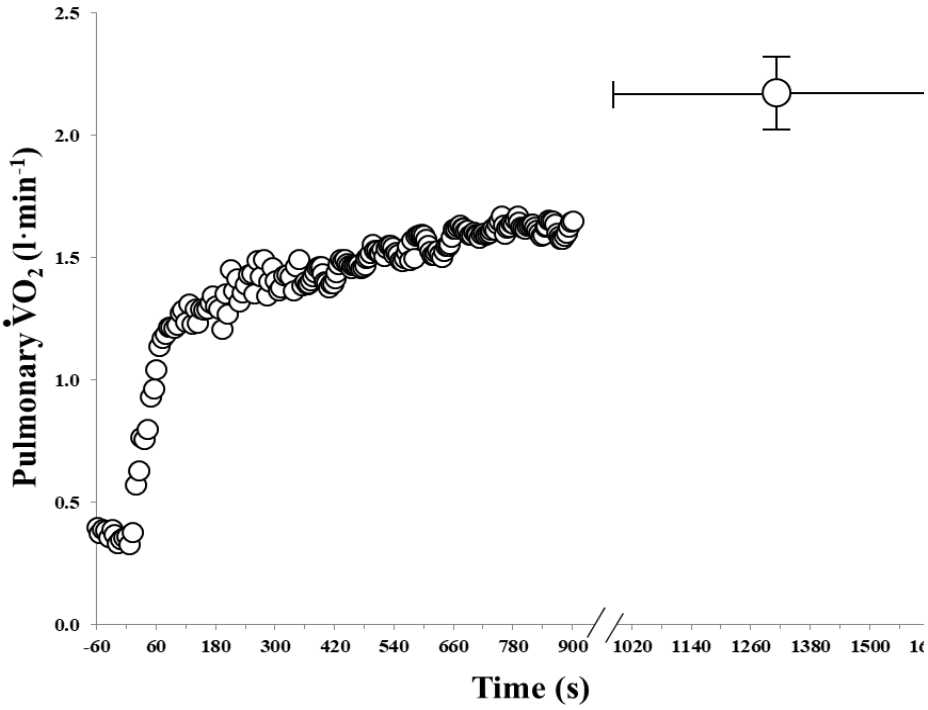
ข้อมูลพื้นฐาน	ค่าที่ได้
อายุ (ปี)	21.3 ± 1.1
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	174.1 ± 7.0
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	68.1 ± 5.8
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	22.5 ± 1.3
ระดับกิจกรรมทางกาย (คน)	
- ปานกลาง/สูง	5/6

หมายเหตุ แสดงค่าในรูปแบบของค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ±SD)

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยาของการทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้า

ตัวแปรที่ใช้ศึกษา	ค่าที่ได้
ระยะเวลาการทดสอบ (นาที)	21.17 ± 6.46
อัตราการใช้ออกซิเจนขณะพักก่อนเริ่มทดสอบ (ลิตรนาที)	0.3 ± 0.1
อัตราการใช้ออกซิเจนช่วงสุดท้ายของการทดสอบ (ลิตร/นาที)	2.1 ± 0.2
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (ลิตร/นาที)	2.3 ± 0.2
อัตราการเต้นของหัวใจช่วงสุดท้ายของการทดสอบ (ครั้ง/นาที)	181.8 ± 4.7
ระดับความหอบเหนื่อย	15.5 ± 0.8

หมายเหตุ แสดงค่าในรูปแบบของค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ±SD)



รูปที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยทุกๆ 6 วินาที ของการตอบสนองอัตราการใช้ออกซิเจนก่อนและขณะทดสอบออกกำลังกายด้วยการย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้าจนสิ้นสุดการทดสอบออกกำลังกาย

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแรกที่ศึกษาการตอบสนองของอัตราการใช้ออกซิเจนต่อการทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้าในคนปกติ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของวิธีการทดสอบสมรรถภาพการออกกำลังกาย และเพื่อประยุกต์ใช้ในการประเมินสมรรถภาพในคนปกติ หรือใช้ประเมินในการประเมินผู้ที่มีการทำงานปอดและหัวใจบกพร่องต่อไป โดยอาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษา มีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้า คือเป็นอาสาสมัครเพศชายที่มีสุขภาพดี มีดัชนีมวลกายและสัญญาณชีพอยู่ในเกณฑ์ปกติ รวมทั้งมีระดับกิจกรรมทางกายที่ประเมินจากการใช้แบบสอบถามสากลเรื่องกิจกรรมทางกายชุดสั้นฉบับภาษาไทยอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูง

จากการศึกษา พบว่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ได้จากการทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้ามีค่า 2.3 ± 0.2 ลิตรต่อนาที ซึ่งการทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้าเป็นการทดสอบที่ค่อยๆ เพิ่มระดับความหนักด้วยการย่ำเท้าอยู่กับที่โดยเริ่มตั้งแต่ 70 ก้าวต่อนาที และเพิ่มระดับความหนัก 10 ก้าวต่อนาทีทุกๆ 3 นาที จนกระทั่งถึง 110 ก้าวต่อนาที จากนั้นย่ำเท้าในระดับความเร็ว 110 ก้าวต่อนาทีจนกระทั่งถึงจุดล้า (exhaustion) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของอัตราการใช้ออกซิเจนมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามระดับความหนักของการทดสอบ ดัง**รูปที่ 1** สำหรับอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่เกิดขึ้นในการทดสอบการย่ำเท้าแกว่งแขนอยู่กับที่น่าจะเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลทำให้ Cardiac output เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้เพิ่มค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด[11]

อัตราการเต้นของหัวใจช่วงสุดท้ายของการทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้ามีค่าเท่ากับ 181.8 ± 4.7 ครั้ง/นาที เมื่อนำไปวิเคราะห์กับอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum Heart Rate) ของอาสาสมัครพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจช่วงสุดท้ายอยู่ในค่าเฉลี่ยระดับ 91 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ดังนั้นการทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้า จึงจัดอยู่ในเกณฑ์ระดับความหนักของการทดสอบที่ต่ำกว่าระดับความหนักสูงสุด (Submaximal exercise)

เนื่องจากการไม่มีกิจกรรมทางกายเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ความทนทานของระบบทางเดินหายใจและหัวใจลดลง ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้คัดกรองอาสาสมัครด้วยโดยประเมินจากการใช้แบบสอบถามสากลเรื่องกิจกรรมทางกายชุดสั้นฉบับภาษาไทย ซึ่งอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยมีกิจกรรมทางกายอยู่ในระดับปานกลาง 5 คน และอยู่ในระดับสูง 6 คน ซึ่งการมีกิจกรรมทางกายที่สูงมีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้ออกซิเจนมากกว่าผู้ที่มีกิจกรรมทางกายต่ำ[12]

เมื่อสิ้นสุดการทดสอบพบว่าระดับความหอบเหนื่อยของการทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหนื่อย (Borg's scale 15.5 ± 0.8 /20) การทดสอบการออกกำลังกายด้วยการย่ำเท้าแกว่งแขนอยู่กับที่ เป็นการทดสอบการออกกำลังกายที่มีระดับความเร็วเข้ามาเกี่ยวข้องโดยทั่วไปศูนย์ควบคุมหายใจสั่งการให้กล้ามเนื้อซี่โครงและกะบังลมหดตัว ทำให้ทรวงอกขยาย อากาศภายนอกไหลผ่านเข้าไปไปในถุงลม เป็นโอกาสให้ออกซิเจนจากอากาศผ่านเข้าทางกระแสเลือดเข้าไปในถุงลม และแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในเลือดผ่านสวนทางมาสู่อากาศในถุงลม เกิดการหายใจเข้า เมื่ออากาศดันถุงลมพองเต็มที่ศูนย์หายใจจะหยุดทำงาน กล้ามเนื้อซี่โครง และกะบังลมหย่อนตัว ทรวงอกยุบตัวลง บีบอากาศออกมาจากถุงลมสู่ภายนอก เรียกว่า การหายใจออก[13] เมื่อมีทดสอบการออกกำลังกาย ศูนย์ควบคุมหายใจจะได้รับการกระตุ้นแรงกว่าปกติ การหายใจเข้าแรง เร็วหรือลึก ร่วมกับการทดสอบการออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนอยู่กับที่มีการยกแขนที่สูงกว่าปกติ ทำให้กล้ามเนื้อทรวงอกมีการยืดขยายออกเพิ่มมากขึ้น[5,6] ทำให้เพิ่มปริมาณการหายใจมากขึ้นทำให้เกิดการหายใจเหนื่อยหอบตามมา

เมื่อทดสอบด้วยการออกกำลังกายแบบย่ำเท้าแกว่งแขนอยู่กับที่ อาสาสมัครจะมีอาการล้าแขนมากกว่าล้าขา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา ISMET ก่อนหน้าที่ได้อธิบายไว้ว่ากล้ามเนื้อแขนเป็นกล้ามเนื้อมัดเล็กกว่าขาและเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ในกลุ่มกล้ามเนื้อหดตัวเร็ว (fast-twitch fibers) ทำให้เวลาหดตัวต้องใช้พลังงานมากกว่ากล้ามเนื้อขา ตามลำดับ[8]

ในการศึกษาที่ผ่านมาของวัชราภรณ์ และคณะ ได้ศึกษาการทดสอบ SME ด้วยความเร็วในจังหวะที่เลือกและทำได้ถูกต้องโดยใช้เวลาทดสอบ 6 นาที เปรียบเทียบกับการทดสอบเดินทางราบ 6 นาที พบว่าการทดสอบ SME เพิ่มการตอบสนองต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต ระดับความอิ่มตัวของก๊าซออกซิเจนในเม็ดเลือดแดงส่วนปลาย ระดับความหอบเหนื่อยได้ดีกว่าการทดสอบเดินทางราบ 6 นาที[5] และการศึกษาต่อมาของ ทวีวัฒน์ และคณะ ได้นำการทดสอบ SME เปรียบเทียบกับการ

ย่ำเท้าอยู่กับที่แบบไม่แกว่งแขนสูงในระยะเวลา 6 นาที พบว่าการทดสอบ SME มีค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงกว่าการย่ำเท้าอยู่กับที่แบบไม่แกว่งแขนสูง[7] สำหรับการศึกษาในครั้งนี้เป็นเป็นการศึกษาการทดสอบ SME แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้า โดยได้ประยุกต์ให้คล้ายกับการทดสอบแบบมาตรฐาน มีรายงานการศึกษาว่าการทดสอบแบบเพิ่มระดับความหนัก ซึ่งเป็นการทดสอบที่คล้ายคลึงกับการทดสอบแบบมาตรฐานที่เพิ่มระดับความหนัก จะทำให้อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับการทดสอบมาตรฐาน[14] แต่อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของการศึกษานี้คือ ระดับความเร็วของการย่ำเท้าของการทดสอบอาจจะไม่ใช่ความเร็วสูงสุดที่อาสาสมัครสามารถทำได้ ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป อาจจะเพิ่มระดับความเร็วของการย่ำเท้าไปจนถึงระดับความสามารถสูงสุดที่อาสาสมัครทำได้ และควรมีการศึกษาการทดสอบการออกกำลังกายด้วยการย่ำเท้าแกว่งแขนอยู่กับที่รูปแบบต่างๆ เปรียบกับการทดสอบการออกกำลังกายแบบมาตรฐาน คือการวิ่งลู่วิ่งไฟฟ้าหรือปั่นจักรยานในห้องปฏิบัติการต่อไปในอนาคต รวมถึงศึกษาในประชากรเพศหญิงหรือกลุ่มประชากรอื่น เช่น ผู้สูงอายุ และการเฝ้าระวัง adverse effect หลังจากสิ้นสุดการทดสอบ

การศึกษานี้สรุปได้ว่า การตอบสนองของอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นหัวใจเพิ่มขึ้นเมื่อทดสอบออกกำลังกายย่ำเท้าแกว่งแขนสูงอยู่กับที่แบบเพิ่มความหนักก้าวหน้า

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณอาสาสมัครและทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือการศึกษาวิจัยนี้ และขอขอบคุณหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการฟื้นฟูภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และอุปกรณ์เก็บข้อมูลวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Lin X, Zhang X, Guo J, Roberts CK, McKenzie S, Wu WC, et al. Effects of Exercise Training on Cardiorespiratory Fitness and Biomarkers of Cardiometabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. J Am Heart Assoc. 2015;4(7). 1-28.
2. Gist NH, Fedewa MV, Dishman RK, Cureton KJ. Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2014;44(2):269-79.
3. American Thoracic Society, American College of Chest Physicians. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. Am J Respir Crit Care Med. 2003;167(2):211-77.
4. Fotheringham I, Meakin G, Punekar YS, Riley JH, Cockle SM, Singh SJ. Comparison of laboratory- and field-based exercise tests for COPD: a systematic review. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2015;10:625-43.
5. Khaweephap V, Jones C, Phimphasak C, Jones D. Comparison of cardiopulmonary responses between a new spot marching test and six minute walk test in mild to moderate COPD patients. Poster session presented at European Respiratory Society International Congress 2016; 2016 Sep 3-7; London, United Kingdom; 2016.
6. Pongpanit K, Jones C, Jones D, Boonsawat W. Positive Expiratory Pressure Breathing Increases the Recovery of Dyspnea in Patients with COPD. Thai Journal of Physical Therapy. 2015;36(1):42-53.

7. Wiangkham T, Khatkhamwong C, Chimsud N, Posuwan M, Sathupak S, Jones C, et al. The comparison of oxygen consumption between spot marching exercise testing with and without arm swing. Journal of Sports Science and Technology. 2018;18(1):18-26.
8. Naosang S, Wannachit N, Jones C. A new endurance exerise test "Spot Brisk Marching": Lung capacity? Poster session presented at The 8th National Physical Therapy Conferrence; 2016 Jun 20-23; Bangkok, Thailand; 2016.
9. Rattanawiwatpong P, Khunphasee A, Pongurgsorn C, Intarakamhang P. Validity and reliability of the Thai version of short format International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). J Thai Rehabil. 2006;16(3):147-60.
10. Chidnok W, Dimenna FJ, Bailey SJ, Burnley M, Wilkerson DP, Vanhatalo A, et al. VO_{2max} is not altered by self-pacing during incremental exercise. Eur J Appl Physiol. 2013;113(2): 529-39.
11. Day JR, Rossiter HB, Coats EM, Skasick A, Whipp BJ. The maximally attainable VO_2 during exercise in humans: the peak vs. maximum issue. J Appl Physiol (1985). 2003;95(5): 1901-7.
12. Aadahl M, Kjaer M, Kristensen JH, Mollerup B, Jorgensen T. Self-reported physical activity compared with maximal oxygen uptake in adults. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil. 2007;14(3):422-8.
13. Mateika JH, Duffin J. A review of the control of breathing during exercise. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1995;71(1):1-27.
14. Onorati P, Antonucci R, Valli G, Berton E, De Marco F, Serra P, et al. Non-invasive evaluation of gas exchange during a shuttle walking test vs. a 6-min walking test to assess exercise tolerance in COPD patients. Eur J Appl Physiol. 2003;89(3-4):331-6.