

บทความวิจัย

การเปรียบเทียบระหว่างการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำและสูงต่อการทำงานของระบบหายใจในวัยผู้ใหญ่ที่เป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

กนต์กัสนกร เกิดแก้ว และวรรณพร ทองตะโก

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 13 June 2023 / Revised: 12 July 2023 / Accepted: 31 December 2023

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำและสูงต่อการทำงานของระบบหายใจในวัยผู้ใหญ่ที่เป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ใหญ่ที่เป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ อายุเฉลี่ย 24.0 ± 4.6 ปี จำนวน 13 คน ทำการศึกษาในรูปแบบไขว้โดยให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนัก 60 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HRR) ด้วยการปั่นจักรยานเป็นเวลา 60 นาที โดยการสุ่มลำดับการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง ก่อนและหลังการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบตัวแปรด้านสรีรวิทยา ตัวแปรด้านการทำงานของระบบหายใจ และตัวแปรด้านอาการคัดจมูก จากนั้นนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางแบบวัดซ้ำ (Mixed Model Post Hoc Test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัย หลังออกกำลังกายเสร็จทันทีทั้งในอุณหภูมิต่ำและสูง กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเหนื่อย อัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) แรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (MIP) และแรงดันการหายใจออกสูงสุด (MEP) เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้น หลังออกกำลังกายเสร็จทันทีที่ 15 และ 30 นาที ทั้งในอุณหภูมิต่ำและสูง กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกลดลงแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองอุณหภูมิพบว่า หลังจากออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที ที่อุณหภูมิสูง มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) และอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) สูงกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้สามารถทำการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลางที่อุณหภูมิต่ำและสูงได้ โดยส่งผลต่อการทำงานของระบบหายใจและลดอาการคัดจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้ไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: การออกกำลังกายแบบแอโรบิก / สมรรถภาพปอด / อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ / ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

ORIGINAL ARTICLE

THE COMPARATIVE STUDY BETWEEN EXERCISE AT LOW AND HIGH TEMPERATURES ON RESPIRATORY FUNCTION IN YOUNG ADULTS WITH ALLERGIC RHINITIS

Kanphatson Kerdkaew and Wannaporn Tongtako

Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Received: 13 June 2023 / Revised: 12 July 2023 / Accepted: 31 December 2023

Abstract

Purpose The purpose of this study was to determine the comparative between exercise at low and high temperatures on respiratory function in young adults with allergic rhinitis.

Methods Thirteen adults with allergic rhinitis patients aged 24.0 ± 4.6 years were randomized crossover design into two protocols; 1. 60 minutes of aerobic exercise at 60% Heart rate Reserve at low temperature (LX) and 2. 60 minutes of aerobic exercise at moderate intensity at high temperature (HX). The physiological, respiratory function, and nasal congestion variables were measured before and after exercise at 0, 15, and 30 min. Mixed model post hoc test were used to analyzed to compare the variables between before and after exercise and between protocols. Differences were considered to be significant at $p < .05$.

Results The study findings indicate that immediate post-exercise, the LX and HX groups had significant increases in heart rate, rating of perceived exertion scores, $FEF_{25-75\%}$, MIP, and MEP when compared with before exercise ($p < .05$). Moreover, after exercise at 15 and 30 min in both temperatures, the subject experienced a decrease in nasal congestion when compared to before exercise ($p < .05$). After exercise at 30 min in high temperature, the HX group had an increase in FEV_1 and FEV_1/FVC when compared with exercise at low temperature ($p < .05$).

Conclusion Adults with allergic rhinitis can perform moderate-intensity aerobic exercise at low and high temperatures by affecting respiratory function and reducing nasal congestion. However, in high temperatures can resulting in higher heart rates and rate of perceived exertion than low temperatures.

Key Words: Aerobic exercise / Pulmonary function / Allergic rhinitis symptom / Respiratory muscle strength

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Allergic rhinitis) คือโรคที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำปฏิกิริยากับสารก่อภูมิแพ้ (Assanasen, 2001) โดยพบในวัยผู้ใหญ่ 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ และมากถึง 40 เปอร์เซ็นต์ในเด็ก จากการศึกษาทางระบาดวิทยาของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบว่า ยังคงมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่ององค์การอนามัยโลกได้มีการสำรวจพบว่า ในปัจจุบันผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีจำนวนประมาณ 400 ล้านคนทั่วโลก (Yamprasert et al., 2020) ทั้งนี้ข้อมูลในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ในวัยผู้ใหญ่ มีจำนวนมากถึง 19.9 ล้านคน (Blackwell & Villarroel, 2018) และจำนวน 5.6 ล้านคนในวัยเด็ก (Black & Benson, 2018) ประเทศไทยสามารถพบผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้บ่อยเช่นกัน อีกทั้งยังคงมีแนวโน้มสูงที่จะขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งสารก่อภูมิแพ้ในประเทศไทยที่พบได้บ่อยที่สุด คือ “ไรฝุ่น” โรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ยังมีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ทำให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยแย่ลง โดยทั่วไปอาการหลักของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ อาการคันจมูก จาม คัดจมูก และน้ำมูกไหล ซึ่งคณะทำงานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) (International Consensus Report on Diagnosis and Management of Rhinitis, 1994) ได้แบ่งชนิดของโรคออกเป็น 2 ชนิด โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่มีอาการเป็นบางครั้ง (Intermittent) หมายถึง มีอาการน้อยกว่า 4 วันต่อ 1 สัปดาห์ หรือมีอาการติดต่อกันน้อยกว่า 4 สัปดาห์ กับกลุ่มที่มีอาการตลอดเวลา (Persistent) หมายถึง มีอาการมากกว่า 4 วัน ต่อ 1 สัปดาห์ มีอาการคัน จาม

น้ำมูกไหล และคัดจมูก ทั้ง 4 อาการข้างต้นนี้ เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารก่อภูมิแพ้และอิมมูโนโกลบูลินชนิดอี (Immunoglobulin E; IgE) จนทำให้เกิดการหลั่งสารคัดหลั่ง (Mediator) ต่างๆ ได้แก่ ฮีสตามีน (Histamine) ลิวโคไตรอิน (Leukotriene) โพรสตาแกลนดิน (Prostaglandin) และไซโตไคน์ (Cytokine) เป็นต้น โดยเฉพาะฮีสตามีนจะไปกระตุ้นอวัยวะในเยื่อบุจมูก เช่น เส้นประสาท หลอดเลือด ต่อมสร้างสารคัดหลั่ง ต่อมสร้างมูก จึงทำให้เกิดอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Desai, 2013) นอกจากนั้นยังอาจมีอาการอื่นๆ เช่น คันที่ตา คอ หู หรือที่เพดานปาก ปวดศีรษะ เสียเสียงเปลี่ยน จมูกไม่ได้กลิ่น น้ำมูกไหลลงคอ หูอื้อ หรือมีเสียงดังในหู คล้ายกับมีก้อน หรือมีอะไรติดๆ ในคอ เจ็บคอเรื้อรัง เป็นต้น

การออกกำลังกายส่งผลดีกับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยจากงานวิจัยที่ผ่านมา มีการศึกษาเกี่ยวกับผลฉับพลันของการออกกำลังกายต่อระดับไซโตไคน์และอาการทางคลินิกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลางส่งผลดีต่ออาการและไซโตไคน์ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Tongtako et al., 2012) นอกจากนั้นยังมีการศึกษาพบว่า การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและโยคะส่งผลดีต่อการลดอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยช่วยลดการไหลของเลือดในโพรงจมูกและเพิ่มปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก รวมไปถึงเพิ่มระดับไซโตไคน์ที่ช่วยเพิ่มระดับภูมิคุ้มกันในผู้ป่วยได้ (Chanta et al., 2022; Tongtako et al., 2018)

สภาพแวดล้อมขณะออกกำลังกาย โดยเฉพาะอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการทำงานของร่างกายขณะออกกำลังกาย โดยการออกกำลังกายในที่ร้อนจะเพิ่มการไหลเวียนไปที่กล้ามเนื้อเพื่อใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมและไปที่บริเวณผิวหนังเพิ่มขึ้นเพื่อขจัดความร้อนที่เกิดขึ้นจากการออกกำลังกายและเป็นการระบายความร้อนจากร่างกายในระหว่างการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่ร้อน ส่งผลต่อการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาตรการสูบฉีดเลือดที่หัวใจ (Cardiac output) และการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจในการบีบตัวแต่ละครั้ง (Stroke volume) นอกจากนี้ การที่อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นก็เป็นเหตุให้ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ส่งสัญญาณผ่านเส้นประสาทซิมพาเทติกไปกระตุ้นที่ต่อมเหงื่อทำให้มีการหลั่งเหงื่อเกิดขึ้น สำหรับการออกกำลังกายในที่เย็น ร่างกายจะมีความร้อนที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแต่ก็อาจไม่เพียงพอในการป้องกันอุณหภูมิร่างกายลดลง ดังนั้นหากออกกำลังกายในที่อุณหภูมิต่ำมากๆ ก็อาจส่งผลต่อการเกิดการบาดเจ็บได้ (ACSM, 2019)

จากการค้นคว้างานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาพบว่าอุณหภูมิขณะออกกำลังกายส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของระบบหายใจ โดยในปี ค.ศ. 2017 Tipton และคณะ (Tipton et al., 2017) ศึกษาพบว่าการออกกำลังกาย 30 นาทีส่งผลให้ของอุณหภูมิแกนของร่างกายเพิ่มขึ้น และมีการเพิ่มขึ้นของค่าปริมาตรของอากาศที่เป่าออกอย่างรวดเร็วแรงในวินาทีที่ 1 (Forced Expiratory Volume in one second; FEV₁) ค่าอัตราส่วนของค่าปริมาตรของอากาศที่เป่าออกอย่างรวดเร็วแรงในวินาทีที่ 1 ต่อปริมาตรของอากาศที่เป่าออกอย่างรวดเร็วแรงจนหมดหลังจากหายใจเข้าอย่าง

เต็มที่ (Forced Vital Capacity; FVC) (FEV₁/FVC) ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในระหว่างช่วงปริมาตร 50 เปอร์เซ็นต์ (Forced expiratory flow at 50%; FEF_{50%}) และค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในระหว่างช่วงปริมาตร 75 เปอร์เซ็นต์ (Forced expiratory flow at 75%; FEF_{75%}) และในปี ค.ศ. 2018 Kennedy และ Faulhaber (Kennedy and Faulhaber, 2018) ทำการศึกษาผลฉับพลันของการทำงานของระบบหายใจและอาการหลังการออกกำลังกายด้วยอากาศเย็นพบว่าสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่เป่าออกอย่างรวดเร็วแรงในวินาทีที่ 1 (FEV₁) ลดลงประมาณ 4-5 เปอร์เซ็นต์ หลังออกกำลังกายที่ 0, -5, -10, -15 องศาเซลเซียส และลดลง 7 เปอร์เซ็นต์ หลังออกกำลังกายที่ -20 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในระหว่างช่วงปริมาตร 25-75 เปอร์เซ็นต์ (FEF_{25-75%}) ของค่าปริมาตรของอากาศที่เป่าออกอย่างรวดเร็วแรงจนหมดหลังจากหายใจเข้าอย่างเต็มที่ (FVC) และค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในระหว่างช่วงปริมาตร 50 เปอร์เซ็นต์ (FEF_{50%}) ลดลง 7 เปอร์เซ็นต์ และ 11 เปอร์เซ็นต์ที่ -15 และ -20 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยการลดลงของสมรรถภาพปอดลดลงมากที่สุดที่ 3 ถึง 6 นาที และฟื้นตัวกลับสู่ปกติที่ 20 นาที นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่า หลังออกกำลังกายที่ -20 องศาเซลเซียส มีการลดลงของค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่เป่าออกอย่างรวดเร็วแรงในวินาทีที่ 1 (Kennedy et al., 2020)

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาพบว่า อุณหภูมิส่งผลต่ออาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยในปี ค.ศ. 2019 มีการศึกษาพบว่าการสูดดมไอน้ำจะช่วยเพิ่ม

ความชื้นในจมูก ลดการปล่อยของฮีสตามีน และความร้อนสามารถระงับปฏิกิริยาระหว่างสารก่อภูมิแพ้กับแมสเซลล์หรือเบโซฟิล (Basophil) ได้ อีกทั้งยังช่วยรักษาเสถียรภาพเยื่อจมูก ลดการผลิตเมือกจมูกและการซึมผ่านของหลอดเลือด ช่วยป้องกันและบรรเทาอาการคันจมูก จาม และการอุดตันของจมูกจากสารก่อภูมิแพ้ จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าการสูดดมไอน้ำเป็นช่วยให้มีอาการคัดจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ดีขึ้น (Vathanophas et al., 2019) นอกจากนี้มีการศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นต่ออาการคัดจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และผู้ที่มีสุขภาพดี พบว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิจากอุณหภูมิสูง (35 องศาเซลเซียส) ไปสู่อุณหภูมิที่ต่ำ (7 องศาเซลเซียส) ส่งผลให้อาการคัดจมูกในผู้ป่วย โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้เพิ่มขึ้น (Takeuchi et al., 2003)

จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิส่งผลต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ งานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้อุณหภูมิต่ำที่ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในอาคาร และเลือกเปรียบเทียบกับอุณหภูมิสูงที่ 34 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายนอกในประเทศไทย จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เพื่อเป็นทางเลือกในการออกกำลังกายและพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย โดยผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยเรื่องนี้ จะเป็นประโยชน์ในการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำและสูงต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการคัดจมูกในวัยผู้ใหญ่ที่เป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

สมมติฐานของการวิจัย

การออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำและสูงส่งผลต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการคัดจมูกในวัยผู้ใหญ่ที่เป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment research design) โดยทำการทดลองแบบสุ่มไขว้ (Randomized crossover design) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รับรองเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2565

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เป็นนิสิตและบุคลากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 13 คน เป็นเพศชายจำนวน 8 คน และเพศหญิงจำนวน 5 คน

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)

1. เป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (โดยแพ้สารก่อภูมิแพ้ใดก็ได้) ประเมินจากการสอบถามประวัติการรักษา เพศชายและเพศหญิง

2. ต้องไม่มีโรคทางระบบหายใจอื่นๆ ได้แก่ โรคหลอดลมอักเสบ (Bronchitis) วัณโรค (Tuberculosis) โรคหืด (Asthma) โรคมะเร็งปอด (Lung cancer) โรคถุงลมปอดโป่งพอง (Emphysema) เป็นต้น

3. ต้องผ่านการทำแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire; PAR-Q)

4. ไม่ได้รับการฝึกออกกำลังกายครั้งละมากกว่า 20 นาที 3 วัน/สัปดาห์ขึ้นไป ในรอบ 6 เดือนก่อนเข้าร่วมการวิจัย

5. ไม่ได้รับประทานอาหารเสริมที่เป็นวิตามินและสมุนไพรเป็นประจำอย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์ ในรอบ 6 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย

6. ไม่สูบบุหรี่

7. ต้องสามารถหยุดยาก่อนและระหว่างการเข้าร่วมโครงการได้

8. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัยและยินดียินยอมในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1. เกิดเหตุสุดวิสัยทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัยต่อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Body composition analyzer) ยี่ห้อจาวอน (JAWON) รุ่น ioi 353 ประเทศเกาหลีใต้

2. เครื่องวัดความดันโลหิต (Digital blood pressure) ยี่ห้ออมรอน (Omron) ประเทศญี่ปุ่น

3. เครื่องวัดความจุปอดแบบคอมพิวเตอร์ (Computerized spirometer) ยี่ห้อสไปโรแบงก์ (Spirobank) ประเทศสหรัฐอเมริกา

4. เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวใจ ยี่ห้อไมโครเมดิคอล (Micro medical) ประเทศอังกฤษ

5. เครื่องทำความร้อน ยี่ห้อ YANGZI แรงดันไฟฟ้า 200V กำลังไฟฟ้า 1600-2000W

6. เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ เสียวหมี่ Mijia Thermometer 2

7. เครื่องวัดอุณหภูมิ เทอร์โมมิเตอร์ พรอท (Thermometer) ยี่ห้อ HG Thermometer

8. จักรยานวัดงานโมนาร์ค (Monark exercise) รุ่น 828E ประเทศสวีเดน

9. แบบประเมินอาการคัดจมูก

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ผู้วิจัยประชาสัมพันธ์รับสมัครอาสาสมัครที่เป็นโรคจมูกอักเสบแบบภูมิแพ้

2. ดำเนินการติดต่อกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนัดวันเวลาที่กลุ่มตัวอย่างสะดวก เพื่อคัดกรองผู้ป่วยตามเกณฑ์การคัดเข้า โดยผู้วิจัยทำหน้าที่ประสานงานกับผู้เข้าร่วมการวิจัย รวมทั้งการแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบรายละเอียดขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติตัวในการทดสอบและการเก็บข้อมูล และลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างกรอกข้อมูลในแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย แบบประเมินอาการ ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ให้กลุ่มตัวอย่างจับสลากเพื่อสุ่มเลือก อุณหภูมิที่จะทดสอบว่าจะออกกำลังกายที่อุณหภูมิใด ก่อน โดยทำการทดสอบด้วยการปั่นจักรยาน เป็นเวลา 60 นาที และหลังจาก 1 สัปดาห์ทำการออกกำลังกาย อีกครั้งที่อุณหภูมิต่างกัน

4. ทำการเก็บข้อมูลตัวแปรด้านสรีรวิทยา ดังนี้

4.1) ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท) และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที) ให้ ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพัก 5 นาที วัดในท่านั่ง โดยใช้ เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอล

4.2) น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยถอดรองเท้า และถุงเท้าก่อนที่จะทำการชั่งน้ำหนักยืนตัวตรงและ แขนแนบลำตัว หน้ามองตรง โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก อัตโนมัติจากเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

5. ทำการเก็บข้อมูลตัวแปรต่างๆ ก่อนออก กำลังกาย (นาทีที่ 0) และหลังการออกกำลังกายทันที (นาทีที่ 60) หลังการออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังการออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) ในแต่ละอุณหภูมิ ดังนี้

5.1) ตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท) และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที) วัดในท่านั่ง โดยใช้ เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอลขณะพัก แบบสอบถามการรับรู้ความเหนื่อย

5.2) ตัวแปรด้านการทำงานของระบบหายใจ ได้แก่ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และอาการคัดจมูก

5.2.1) ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) (ลิตร) และค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) (ลิตร) ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) และค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมที่เป่าซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอดจากนั้นหายใจเข้าออกปกติจำนวน 2 - 3 ครั้ง และหลังจากนั้นทำการหายใจเข้าเต็มที่แล้วเป่าออกมา อย่างแรงและเร็วจนลมออกหมด

5.2.2) ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) (ลิตรต่อนาที) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมที่เป่าซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอด จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหายใจออกและเข้าอย่างลึกและเร็วที่สุดเท่าซึ่งทำได้ภายในระยะเวลา 15-20 วินาที

5.2.3) ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยใส่คลิปหนีบจมูก จากนั้นหายใจออกจนสุด แล้วอมที่เป่าสูดลมเข้าทางปากเต็มที่ ค้างไว้ 1-2 วินาที

5.2.4) ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยใส่คลิปหนีบจมูก จากนั้นหายใจ

เข้าจนสุด แล้วอมที่เป่าเป่าลมออกทางปากเต็มที่
ค้างไว้ 1-2 วินาที

5.2.5) คะแนนอาการคัดจมูก โดย
ใช้แบบสอบถามแสดงระดับอาการแสดงค่าเป็นไม่มี
น้อย ปานกลาง และมาก (0-3 คะแนน)

6. การควบคุมอุณหภูมิของห้องที่ใช้ทดสอบ
โดยใช้ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย
อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ชั้น 10 โดยมีการควบคุมความชื้น
สัมพัทธ์ (Relative humidity; RH) อยู่ที่ 40-60 เปอร์เซ็นต์
ใช้เวลาเตรียมอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ ประมาณ
1 ชั่วโมง 30 นาที

7. ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับการออกกำลังกาย
แบบแอโรบิกด้วยการปั่นจักรยาน ครั้งละ 1 คน
เป็นเวลา 60 นาที จำนวน 2 ครั้งที่อุณหภูมิแตกต่างกัน
ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เปิดพอร์ตคอนดิชันเนอร์
ปรับอุณหภูมิให้อยู่ที่ 25 องศาเซลเซียสตลอดช่วงของการ
ออกกำลังกาย และ 34 องศาเซลเซียส ใช้เครื่องทำ
ความร้อน ยี่ห้อ YANGZI แรงดันไฟฟ้า 200V
กำลังไฟฟ้า 1600-2000W ในการทำความร้อนและใช้
เครื่องวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์ปรอท โดยห่างกัน 1
สัปดาห์ ด้วยความหนักระดับปานกลางที่ 50-60
เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate
reserve; HRR) โดยก่อนและหลังการทดสอบจะมีการ
ยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนและหลังทำการทดสอบทุก
ครั้ง และมีการดูแลและควบคุมการเก็บข้อมูลโดย
ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน (นิสิตระดับปริญญา
โท แผนกสรีรวิทยาการออกกำลังกาย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย)

8. สถานที่ที่ใช้เก็บข้อมูล คือ ห้องปฏิบัติการ
ทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ชั้น 10 อาคาร
จุฬาพัฒน์ 14

9. ทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ผล
ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำผลที่ได้มาทดสอบแจกแจงของข้อมูล
โดยใช้สถิติชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) พบว่า
ข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยา ตัวแปรด้านการทำงานของ
ระบบหายใจ มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ และข้อมูล
ตัวแปรด้านอาการคัดจมูกมีการแจกแจงแบบไม่เป็น
โค้งปกติ

2. ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ
ข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยา และตัวแปรด้านการ
ทำงานของระบบหายใจ ก่อนการทดลองและหลังการ
ทดลองของการออกกำลังกายแต่ละอุณหภูมิ โดยใช้
การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางแบบวัดซ้ำ
(Mixed Model Post Hoc Test) ที่ระดับนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ .05

3. ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ
ข้อมูลตัวแปรอาการคัดจมูก ก่อนการทดลองและหลัง
การทดลองของการออกกำลังกายแต่ละอุณหภูมิ โดยใช้
วิธีของฟรیدแมน (Friedman test) ที่ระดับนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัย

1. จากตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน
13 คน เป็นเพศชายจำนวน 8 คน และเพศหญิงจำนวน
5 คน อายุเฉลี่ย 24 ± 4.6 ปี มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว
 64.05 ± 10.94 กิโลกรัม ส่วนสูง 166.92 ± 7.36
เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย (Body Mass
Index; BMI) 22.9 ± 3.4 กิโลกรัม/เมตร²

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยา

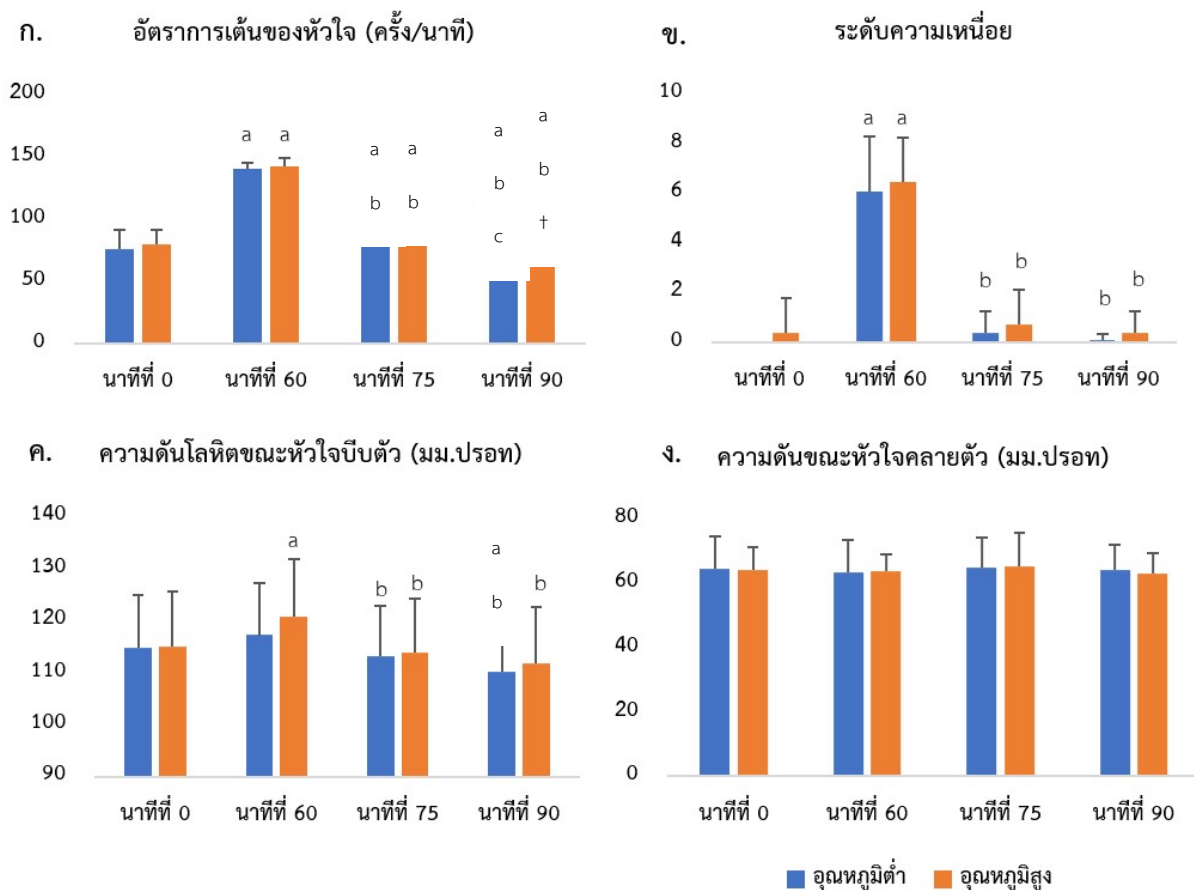
ตัวแปร (n=13)	mean	SD.
อายุ (ปี)	24.00	4.60
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	64.05	10.94
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	166.92	7.36
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	22.89	3.38
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	76.00	14.69
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	114.00	9.81
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	64.00	9.64

2. ผลของตัวแปรทางสรีรวิทยาหลังจากออกกำลังกายแสดงดังรูปที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) ทั้งในอุณหภูมิต่ำและสูง กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ และระดับความเหนื่อย เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ หลังจากออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจลดลงแตกต่างกับการออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) ทั้งในอุณหภูมิต่ำและสูง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนั้น ที่อุณหภูมิต่ำ หลังจากออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจลดลงแตกต่างกับหลังจากออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รูปที่ 1 ก)

หลังจากออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความเหนื่อยลดลงแตกต่างกับหลังการออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) ทั้งในอุณหภูมิต่ำและสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รูปที่ 1 ข) สำหรับตัวแปรความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวพบว่า หลังจากออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลงแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกายและหลังการออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในอุณหภูมิต่ำและสูง และเฉพาะการออกกำลังกายที่อุณหภูมิสูงพบว่า หลังจากออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเฉพาะการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำ พบว่า หลังจากออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลงแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

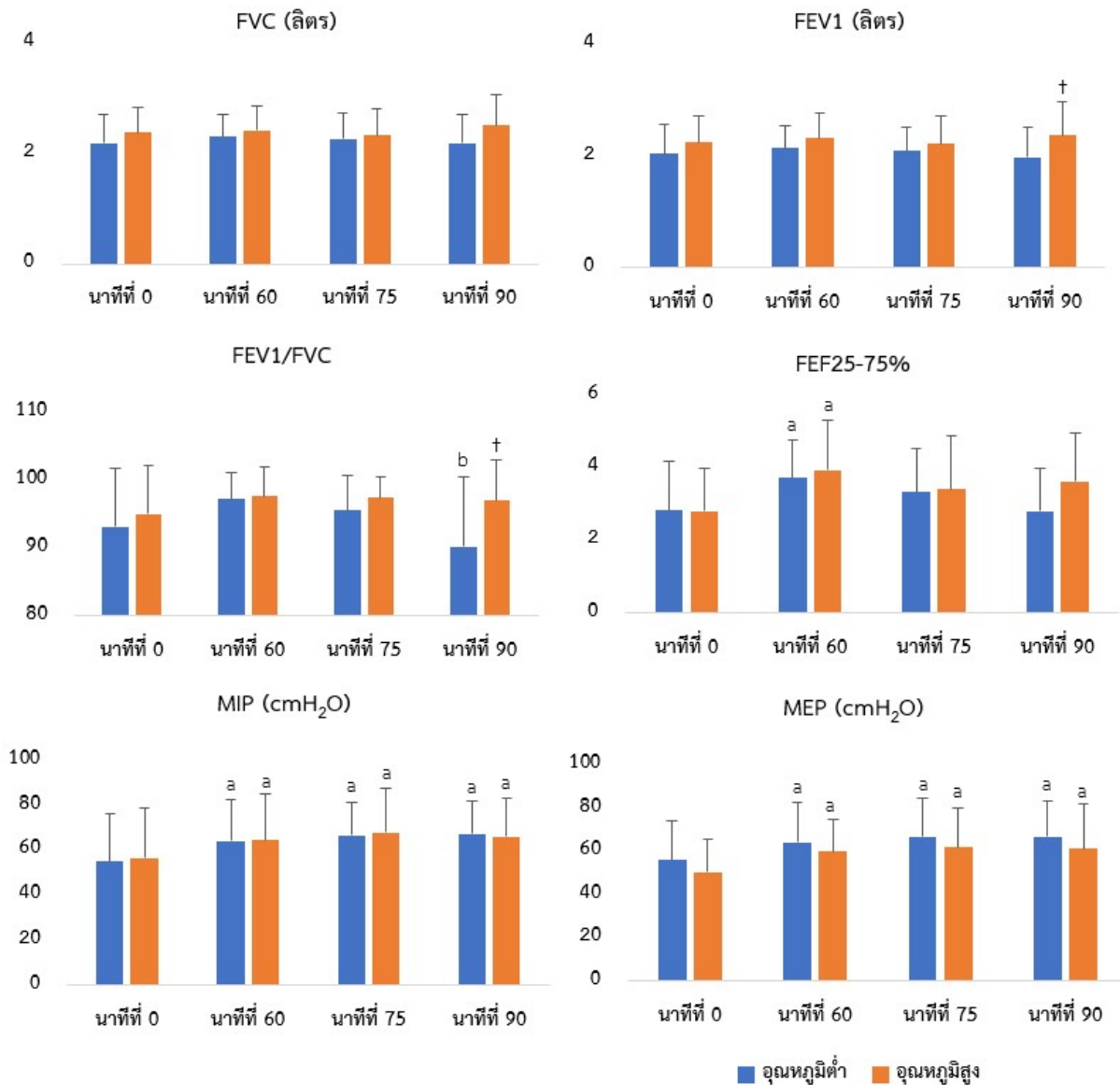
ที่ระดับ .05 (รูปที่ 1 ค) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองอุณหภูมิพบว่า หลังจากออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ที่อุณหภูมิสูง มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รูปที่ 1 ก)



^a $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง ^b $p < .05$ แตกต่างกับนาทีที่ 60 ^c $p < .05$ แตกต่างกับนาทีที่ 75

⁺ $p < .05$ แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

รูปที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทางสรีรวิทยา ได้แก่ (ก) อัตราการเต้นของหัวใจ (ข) ระดับความเหนื่อย (ค) ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และ (ง) ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ก่อนการออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) และหลังการออกกำลังกายทันที (นาทีที่ 60) หลังการออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังการออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) และระหว่างการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำ (25 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิสูง (34 องศาเซลเซียส)



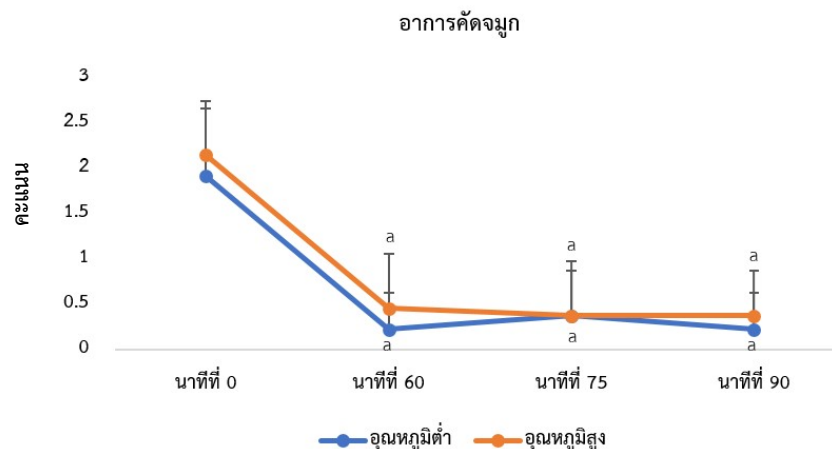
^a $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง ^b $p < .05$ แตกต่างกับนาทิต่ำ 60

[†] $p < .05$ แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

รูปที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรการทำงานของระบบหายใจ ได้แก่ ตัวแปรสมรรถภาพปอด (FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, FEF_{25-75%}) และตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (MIP, MEP) ก่อนการออกกำลังกาย (นาทิต่ำ 0) และหลังการออกกำลังกายทันที (นาทิต่ำ 60) หลังการออกกำลังกาย 15 นาที (นาทิต่ำ 75) และหลังการออกกำลังกาย 30 นาที (นาทิต่ำ 90) และระหว่างการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำ (25 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิสูง (34 องศาเซลเซียส)

3. ผลของตัวแปรด้านการทำงานของระบบหายใจแสดงดังในรูปที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) ทั้งในอุณหภูมิต่ำและสูง กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด (FEF_{25-75%}) แรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (MIP) และแรงดันการหายใจออกสูงสุด (MEP) เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ หลังจากออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (MIP) และแรงดันการหายใจออก (MEP) เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) ทั้งในอุณหภูมิต่ำและสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเฉพาะที่อุณหภูมิต่ำ หลังจากออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย

อัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV₁/FVC) ลดลงแตกต่างกับหลังจากออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองอุณหภูมิพบว่า หลังจากออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ที่อุณหภูมิสูง มีค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV₁/FVC) สูงกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



^a $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง (นาทีที่ 0)

รูปที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอาการคัดจมูก ก่อนการออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) และหลังการออกกำลังกายทันที (นาทีที่ 60) หลังการออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังการออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) และระหว่างการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำ (25 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิสูง (34 องศาเซลเซียส)

4. ผลของตัวแปรด้านอาการคัดจมูกแสดงดังในรูปที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทิตั้งที่ 60) 15 นาที (นาทิตั้งที่ 75) และ 30 นาที (นาทิตั้งที่ 90) ทั้งในอุณหภูมิต่ำและสูง กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกลดลงแตกต่างกันกับการออกกำลังกาย (นาทิตั้งที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลางที่ 50-60% HRR โดยการปั่นจักรยานที่อุณหภูมิต่ำ (25 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิสูง (34 องศาเซลเซียส) ต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการคัดจมูกในวัยผู้ใหญ่ที่เป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยผลการวิจัยพบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลางที่อุณหภูมิต่ำและที่อุณหภูมิสูงส่งผลต่อสมรรถภาพปอดที่ต่างกัน โดยที่อุณหภูมิสูงส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าดังกล่าวแตกต่างกับที่อุณหภูมิต่ำ อย่างไรก็ตาม ในส่วนของอาการคัดจมูกพบว่าการออกกำลังกายทั้งในอุณหภูมิต่ำและสูงส่งผลต่อการลดลงของอาการคัดจมูกไม่แตกต่างกัน

จากผลการวิจัยพบว่าหลังจากออกกำลังกายเสร็จทันที ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเหนื่อยเพิ่มขึ้นแตกต่างกับการออกกำลังกาย และมีค่าเฉลี่ยลดลงภายหลังจากออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที และ 30 นาที ทั้งการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำและสูง การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นไปตามการตอบสนองทางสรีรวิทยา

ของระบบหัวใจไหลเวียนโลหิตต่อการออกกำลังกาย ซึ่งในขณะออกกำลังกายระบบประสาทอัตโนมัติมีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดการตอบสนองของหัวใจและหลอดเลือด โดยความต้องการการเผาผลาญที่เพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อโครงร่างที่ใช้งาน และกลไกการควบคุมระบบของประสาทส่วนกลางและส่วนปลายทำให้ลดการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic nervous system) และเพิ่มการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system) ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณการไหลของเลือดออกจากหัวใจใน 1 นาทีระหว่างการออกกำลังกาย (Fisher, 2014) โดยผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่ศึกษาพบว่าการออกกำลังกายส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเหนื่อย (Gonçalves et al., 2022; Shea et al., 2022; Chen et al., 2013)

นอกจากนั้น จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าหลังจากเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย 30 นาที (นาทิตั้งที่ 90) ที่อุณหภูมิสูง มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำ โดยการออกกำลังกายในที่ร้อนยังส่งผลต่อร่างกายในการเพิ่มการไหลของเลือดมายังบริเวณผิวหนัง เพื่อขับความร้อนออกจากร่างกาย จึงทำให้มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ การไหลเวียนของเลือดจากเนื้อเยื่อส่วนลึกของร่างกายไปยังผิวหนังจะถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน เมื่ออุณหภูมิของแกนกลางและผิวหนังต่ำพอที่จะทำให้เหงื่อออกไม่ได้ การไหลเวียนของเลือดที่ผิวหนังเพิ่มขึ้นจะทำให้อุณหภูมิของผิวหนังใกล้เคียงกับอุณหภูมิของเลือด และการไหลเวียนของเลือดที่

ผิวหนังลดลงจะทำให้อุณหภูมิของผิวหนังใกล้เคียงกับอุณหภูมิแวดล้อม ปรากฏการณ์นี้ทำให้ร่างกายสามารถควบคุมการสูญเสียความร้อนที่สัมผัสได้ โดยการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนของเลือดที่ผิวหนังและอุณหภูมิของผิวหนัง (Cunha et al., 2020; Institute of Medicine, 1993) นอกจากนั้น หลังจากออกกำลังกายเสร็จทันที มีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเพิ่มขึ้นสูงกว่าก่อนออกกำลังกาย การเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกายเกิดจากการตอบสนองของระบบไหลเวียนเลือดต่อความเครียดทางร่างกายที่เพิ่มขึ้น การออกกำลังกายทำให้ค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเพิ่มขึ้นโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Kurl et al., 2001)

ผลจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า หลังการออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ที่อุณหภูมิสูง ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) สูงกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำ ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Tipton et al. (2017) พบว่าการออกกำลังกาย 30 นาที เพิ่มปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) เช่นเดียวกันกับ Choukroun et al.

(1989) ศึกษาพบว่าความเย็นจะส่งผลต่อการลดความจุปอด (Vital capacity; VC) แต่ความร้อนสามารถช่วยเพิ่มความจุปอดได้ นอกจากนี้ ผลการวิจัยพบว่า หลังการออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) ทั้งที่อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ มีค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) โดยการทดสอบอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) แสดงถึงการไหลของอากาศบริเวณท่อทางเดินอากาศขนาดเล็ก (Pichon et al., 2005) โดยผลการวิจัยนี้แตกต่างกับงานวิจัยของ Mohammadizadeh et al. (2013) ที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายในอุณหภูมิสูงที่ 45 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำที่ 10 องศาเซลเซียส ต่อการเกิดการหดตัวของหลอดลมที่เกิดจากการออกกำลังกาย (Exercise-Induced Bronchoconstriction; EIB) ในวัยรุ่นชายพบว่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) และอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) มีการลดลงหลังออกกำลังกายเสร็จทันที โดยมีค่าลดลงน้อยกว่าเมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที และ 15 นาที ซึ่งผลงานวิจัยนี้สรุปว่า อุณหภูมิในขณะที่ออกกำลังกายส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงฉับพลันของการทำงานของปอด

นอกจากนั้น ผลการวิจัยยังพบว่า หลังจากออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (MIP) และแรงดันการหายใจออก (MEP)

เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย (นาที่ที่ 0) ทั้งในอุณหภูมิต่ำและสูง โดยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (MIP) และแรงดันการหายใจออก (MEP) แสดงถึงสมรรถภาพของกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งโดยปกติมีการศึกษาพบว่าหลังจากออกกำลังกายจนเหนื่อยหมดแรง (Oueslati et al., 2018) หรือหลังจากออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านที่ความหนักระดับสูง จะส่งผลให้ค่าแรงดันการหายใจเข้าและหายใจออกมีค่าลดลง (Hackett, 2022; Hackett et al., 2012) ซึ่งแสดงถึงความล้าของกล้ามเนื้อหายใจ แต่ในงานวิจัยนี้เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลาง โดยใช้เวลา 60 นาที ซึ่งไม่ได้ออกกำลังกายหนักเกินไป จึงอาจไม่ได้ส่งผลให้กล้ามเนื้อหายใจเกิดความเมื่อยล้า และจากการที่ผลการวิจัยพบว่า ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (MIP) และแรงดันการหายใจออก (MEP) ยังมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากออกกำลังกายเสร็จไปแล้ว 15 และ 30 นาที เมื่อเทียบกับก่อนการออกกำลังกายนั้น อาจเป็นเพราะในขณะออกกำลังกายกลุ่มตัวอย่างต้องใช้กล้ามเนื้อหายใจในการหายใจเข้าออก และมีการยืดขยายของปอด (Chest expansion) จึงทำให้หลังออกกำลังกายมีค่าแรงดันการหายใจที่เพิ่มขึ้นทั้งการหายใจเข้าและหายใจออก (Chiu et al., 2020)

สำหรับตัวแปรด้านอาการคัดจมูกพบว่า หลังจกออกกำลังกายเสร็จในทุกช่วงเวลา ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าเฉลี่ยของอาการคัดจมูกลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย ทั้งในอุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียสและ 34 องศาเซลเซียสส่งผลต่อการลดลงของอาการคัดจมูกไม่แตกต่างกัน โดยงานวิจัยนี้

สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา (Tongtako et al., 2012) โดยทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลาง เปรียบเทียบกับการออกกำลังกายจนเหนื่อยหมดแรง ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายทั้งสองรูปแบบส่งผลดีต่อการลดลงของอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ รวมไปถึงการลดลงของอาการคัดจมูก เนื่องจากการออกกำลังกายส่งผลต่อการไหลของเลือดในโพรงจมูกและแรงต้านในโพรงจมูกที่ลดลง ทำให้มีการเพิ่มช่องปริมาตรในโพรงจมูก จึงทำให้จมูกของผู้ป่วยโล่ง แสดงถึงอาการคัดจมูกที่ลดลง แต่อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวแนะนำให้ผู้ป่วยออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลางเนื่องจากส่งผลดีต่อไซโตไคน์แตกต่างกับการออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูง โดยงานวิจัยนี้ก่อนหน้าทำการศึกษพบว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในจมูกส่งผลให้อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ดีขึ้น (Ophir et al., 1988) และอากาศร้อนขึ้นช่วยลดการตอบสนองของจมูกต่อสารก่อภูมิแพ้ โดยพบว่าในพื้นที่ร้อนขึ้นมีส่งผลต่อการหลั่งฮีสตามีนลดลง ทำให้อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลงได้ (Desrosiers et al., 1997) นอกจากนี้ มีการศึกษาพบว่าอุณหภูมิส่งผลต่ออาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยมีการศึกษารายงานว่าความร้อนสามารถระงับปฏิกิริยาระหว่างสารก่อภูมิแพ้กับแมสเซลล์หรือเบโซฟิล (Basophil) ได้ อีกทั้งยังช่วยรักษาเสถียรภาพเยื่อจมูก ลดการผลิตเมือกจมูกและการซึมผ่านของหลอดเลือด ช่วยป้องกันและบรรเทาอาการคันจมูก จาม และการอุดตันของจมูกจากสารก่อภูมิแพ้ จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าการสูดดมไอน้ำเป็นช่วยทำให้อาการคัดของจมูกในผู้ป่วยโรคจมูก

อักเสบจากภูมิแพ้ดีขึ้น (Vathanophas et al., 2019) และมีการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิจากอุณหภูมิสูง (35 องศาเซลเซียส) ไปสู่อุณหภูมิที่ต่ำ (7 องศาเซลเซียส) ส่งผลให้อาการคัดจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้เพิ่มขึ้น (Takeuchi et al., 2003) ในปี ค.ศ. 2000 มีการศึกษาเกี่ยวกับอากาศร้อน ความชื้นบางส่วนยับยั้งการตอบสนองต่อสารก่อภูมิแพ้ทางจมูก โดยทำการเปรียบเทียบกัน 2 อุณหภูมิ ระหว่าง 20 องศาเซลเซียส และ 37 องศาเซลเซียส พบว่า กลุ่มที่ได้รับอากาศร้อน ส่งผลให้ลดหรือยับยั้งผลการตอบสนองของสารก่อภูมิแพ้ในจมูกทำให้อาการทางภูมิแพ้ลดลง (Baroody et al., 2000) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้ป่วยมีอาการคัดจมูกลดลงทั้งการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 และ 34 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 40-60 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิห้องที่ 25 องศาเซลเซียสไม่ต่ำเกินไปที่จะส่งผลให้ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีอาการคัดแน่นจมูกได้ โดยอากาศที่หายใจเข้ายังสามารถไหลผ่านในโพรงจมูกซึ่งเยื่อในโพรงจมูกยังสามารถช่วยทำให้อากาศชื้นและอุ่นขึ้นได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่ออาการเกิดการคัดแน่นจมูก และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียสไม่ได้กระตุ้นให้หลอดเลือดในโพรงจมูกขยายตัว (Vasodilation) ที่จะส่งผลต่ออาการคัดจมูกได้

สรุปผลการวิจัย ผลจากการวิจัยสรุปได้ว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันมีผลต่อการตอบสนองของระบบหายใจ และอาการคัดจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยทั้งในการออกกำลังกายที่ 25 และ 34 องศาเซลเซียสสามารถช่วยลดอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้ และการออก

กำลังกายที่อุณหภูมิสูงส่งผลยับยั้งต่อการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพปอดได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1. การออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลางที่อุณหภูมิระหว่าง 25-34 องศาเซลเซียสอาจใช้เป็นทางเลือกสำหรับการออกกำลังกายในผู้ป่วยที่เป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้

2. การออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลาง ช่วยลดอาการคัดจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และสามารถนำไปส่งเสริมสุขภาพและออกกำลังกายได้

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

1. ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิกับการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ในช่วงวัยอื่นๆ เช่น วัยเด็ก วัยผู้สูงอายุ เป็นต้น

2. ทำการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายรูปแบบอื่นๆ รวมไปถึงระดับความหนักอื่นๆ และระยะเวลาในการออกกำลังกาย

3. ควรเพิ่มการวิเคราะห์ตัวแปรสารชีวเคมีในเลือดและในสารคัดหลั่งในจมูก

เอกสารอ้างอิง

American College of Sports Medicine (ACSM) (2019). *Exercising in Hot and Cold Environments*. Available from: https://www.acsm.org/docs/default-source/files-for-resource-library/exercising-hot-cold-environments.pdf?sfvrsn=1b06c972_4

- Assanasen, P., Barooddy, F. M., Naureckas, E., & Naclerio, R. M. (2001). Hot, humid air increases cellular influx during the late-phase response to nasal challenge with antigen. *Clinical and experimental allergy : journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 31(12), 1913–1922.
- Barooddy, F. M., Assanasen, P., Chung, J., & Naclerio, R. M. (2000). Hot, humid air partially inhibits the nasal response to allergen provocation. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*, 126(6), 749–754.
- Black, L.I. & Benson, V. (2018). *Tables of Summary Health Statistics for U.S. Children: 2017 National Health Interview Survey*. from <https://www.cdc.gov/nchs/nhis/SHS/tables.htm>.
- Blackwell, D.L. & Villarroel, M.A. (2018). *Tables of Summary Health Statistics for U.S. Adults: 2017 National Health Interview Survey*. from: <http://www.cdc.gov/nchs/nhis/SHS/tables.htm>.
- Chanta, A., Klaewsongkram, J., Mickleborough, T. D., & Tongtako, W. (2022). Effect of Hatha yoga training on rhinitis symptoms and cytokines in allergic rhinitis patients. *Asian Pacific journal of allergy and immunology*, 40(2), 126–133.
- Chen, Y. L., Chen, C. C., Hsia, P. Y., & Lin, S. K. (2013). Relationships of Borg's RPE 6-20 scale and heart rate in dynamic and static exercises among a sample of young Taiwanese men. *Perceptual and motor skills*, 117(3), 971–982.
- Chiu, K. L., Hsieh, P. C., Wu, C. W., Tzeng, I. S., Wu, Y. K., & Lan, C. C. (2020). Exercise training increases respiratory muscle strength and exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease and respiratory muscle weakness. *Heart & lung: the journal of critical care*, 49(5), 556–563.
- Choukroun, M. L., Kays, C., & Varène, P. (1989). Effects of water temperature on pulmonary volumes in immersed human subjects. *Respiration physiology*, 75(3), 255–265.
- Cunha, F. A., Farinatti, P., Jones, H., & Midgley, A. W. (2020). Postexercise hypotension and related hemodynamic responses to cycling under heat stress in untrained men with elevated blood pressure. *European journal of applied physiology*, 120(5), 1001–1013.
- Desai, M. B., Gavrilova, T., Liu, J., Patel, S. A., Kartan, S., Greco, S. J., Capitle, E., & Rameshwar, P. (2013). Pollen-induced antigen presentation by mesenchymal

- stem cells and T cells from allergic rhinitis. *Clinical & translational immunology*, 2(10), e7.
- Desrosiers, M., Baroddy, F. M., Proud, D., Lichtenstein, L. M., Kagey-Sobotka, A., & Naclerio, R. M. (1997). Treatment with hot, humid air reduces the nasal response to allergen challenge. *The Journal of allergy and clinical immunology*, 99(1), 77–86.
- Fisher J. P. (2014). Autonomic control of the heart during exercise in humans: role of skeletal muscle afferents. *Experimental physiology*, 99(2), 300–305.
- Gonçalves, C., Parraca, J. A., Bravo, J., Abreu, A., Pais, J., Raimundo, A., & Clemente-Suárez, V. J. (2022). Influence of Two Exercise Programs on Heart Rate Variability, Body Temperature, Central Nervous System Fatigue, and Cortical Arousal after a Heart Attack. *International journal of environmental research and public health*, 20(1), 199.
- Hackett D. A. (2022). Acute impairment in respiratory muscle strength following a high-volume versus low-volume resistance exercise session. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 62(3), 395–403.
- Hackett, D. A., Johnson, N. A., & Chow, C. M. (2012). High-volume resistance training session acutely diminishes respiratory muscle strength. *Journal of sports science & medicine*, 11(1), 26–30.
- Institute of Medicine (US) Committee on Military Nutrition Research; Marriott BM, editor. *Nutritional Needs in Hot Environments: Applications for Military Personnel in Field Operations*. Washington (DC): National Academies Press (US); 1993. 3, *Physiological Responses to Exercise in the Heat*. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK236240/>
- International Consensus Report on Diagnosis and Management of Rhinitis. International Rhinitis Management Working Group. *Allergy* (1994). 49(19 Suppl), 1-34.
- Kennedy, M. D., & Faulhaber, M. (2018). Respiratory Function and Symptoms Post Cold Air Exercise in Female High and Low Ventilation Sport Athletes. *Allergy, asthma & immunology research*, 10(1), 43–51.
- Kennedy, M. D., Lenz, E., Niedermeier, M., & Faulhaber, M. (2020). Are Respiratory Responses to Cold Air Exercise Different in Females Compared to Males? Implications for Exercise in Cold Air

- Environments. *International journal of environmental research and public health*, 17(18), 6662.
- Kurl, S., Laukkanen, J. A., Rauramaa, R., Lakka, T. A., Sivenius, J., & Salonen, J. T. (2001). Systolic blood pressure response to exercise stress test and risk of stroke. *Stroke*, 32(9), 2036–2041.
- Mohammadizadeh, M. A., Ghanbarzadeh, M., Habibi, A., Shakeryan, S., & Nikbakht, M. (2013). The Effect of High Intensity Interval Exercise in High / Low Temperatures on Exercise-Induced Bronchoconstriction (EIB) in Trained Adolescent Males. *Tanaffos*, 12(3), 29–43.
- Ophir, D., Elad, Y., Fink, A., Fishler, E., & Marshak, G. (1988). Effects of elevated intranasal temperature on subjective and objective findings in perennial rhinitis. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology*, 97(3 Pt 1), 259–263.
- Oueslati, F., Berriri, A., Boone, J., & Ahmaidi, S. (2018). Respiratory muscle strength is decreased after maximal incremental exercise in trained runners and cyclists. *Respiratory physiology & neurobiology*, 248, 25–30.
- Pichon, A., Roulaud, M., Denjean, A., & de Bisschop, C. (2005). Airway tone during exercise in healthy subjects: effects of salbutamol and ipratropium bromide. *International journal of sports medicine*, 26(5), 321–326.
- Shea, M. G., Headley, S., Mullin, E. M., Brawner, C. A., Schilling, P., & Pack, Q. R. (2022). Comparison of Ratings of Perceived Exertion and Target Heart Rate-Based Exercise Prescription in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Controlled Pilot Study. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 42(5), 352–358.
- Takeuchi, K., Naito, K., Sakurai, K., Saito, S., Komori, K., & Katoh, H. (2003). Effects of Environmental Temperature and Humidity on Nasal Resistance in Allergic Rhinitis Patients and Healthy Subjects. *Nihon Bika Gakkai Kaishi (Japanese Journal of Rhinology)*, 42(4), 320–324.
- Tipton, M. J., Kadinopoulos, P., de Sa, D. R., & Barwood, M. J. (2017). Changes in lung function during exercise are independently mediated by increases in deep body temperature. *BMJ open sport & exercise medicine*, 3(1), e000210.

- Tongtako, W., Klaewsongkram, J., Jaronsukwimal, N., Buranapraditkun, S., Mickleborough, T. D., & Suksom, D. (2012). The effect of acute exhaustive and moderate intensity exercises on nasal cytokine secretion and clinical symptoms in allergic rhinitis patients. *Asian Pacific journal of allergy and immunology*, 30(3), 185–192.
- Tongtako, W., Klaewsongkram, J., Mickleborough, T. D., & Suksom, D. (2018). Effects of aerobic exercise and vitamin C supplementation on rhinitis symptoms in allergic rhinitis patients. *Asian Pacific journal of allergy and immunology*, 36(4), 222–231.
- Vathanophas, V., Pattamakajonpong, P., Assanasen, P., & Suwanwech, T. (2021). The effect of steam inhalation on nasal obstruction in patients with allergic rhinitis. *Asian Pacific journal of allergy and immunology*, 39(4), 304–308.
- Yamprasert, R., Chanvimalueng, W., Mukkasombut, N., & Itharat, A. (2020). Ginger extract versus Loratadine in the treatment of allergic rhinitis: a randomized controlled trial. *BMC complementary medicine and therapies*, 20(1), 119.