ผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

น.ส.กันต์ภัสสร เกิดแก้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACUTE EFFECTS OF EXERCISE AT DIFFERENT TEMPERATURES ON NASAL BLOOD FLOW AND SYMPTOMS IN PATIENTSWITH ALLERGIC RHINITIS

Miss Kanphatson Kerdkaew

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports and Exercise Science
FACULTY OF SPORTS SCIENCE
Chulalongkorn University
Academic Year 2022

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
โดย	น.ส.กันต์ภัสสร เกิดแก้ว
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

---------- คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก)

---------- กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คุณัญญา มาสดใส)

---------- กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมตตา ปิ่นทอง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กันต์ภัสสร เกิดแก้ว : ผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้. (ACUTE EFFECTS OF EXERCISE AT DIFFERENT TEMPERATURES ON NASAL BLOOD FLOW AND SYMPTOMS IN PATIENTSWITH ALLERGIC RHINITIS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.วรรณพร ทองตะโก

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ อายุ 18 - 35 ปี จำนวน 15 คน เพศชาย 10 คน เพศหญิง 5 คน ได้รับการสุ่มในรูปแบบไขว้ในการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลาง 60 นาที ในอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก ตัวแปรด้านอาการ ตัวแปรด้านระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังทดลองในแต่ละกลุ่ม ด้วยการทดสอบค่าความแปรปรวนสองทางเมื่อมีการวัดซ้ำ (Two-way repeated measures ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรก่อนการทดลองและหลังทดลองของแต่ละกลุ่มการทดลองโดยใช้วิธีของวิคอลซัน (Wilcoxon Sigh-Rank test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่โดยใช้วิธีของเฟรนต์แมน (Friedman Method) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าลดลง และมีค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และค่าแรงดันอากาศสูงสุดขณะหายใจออกเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย ทั้งในการออกกำลังกายที่อุณหภูมิที่ 25 และ 34 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิพบว่า การออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบการลดลงของค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูก อาการคัดจมูก และอาการจาม แตกต่างกับ 34 องศาเซลเซียส นอกจากนั้น การออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส พบการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ และสมรรถภาพปอด แตกต่างกับ 25 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปได้ว่า การออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกัน มีผลต่อการลดลงของการไหลของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยทั้งในการออกกำลังกายที่ 25 และ 34 องศาเซลเซียสสามารถช่วยลดอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และส่งผลดีต่อระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2565	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6370001439 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE

KEYWORD: Nasal blood flow, Allergic rhinitis, Rhinitis symptoms, Pulmonary function, Peak nasal inspiratory flow

Kanphatson Kerdkaew : ACUTE EFFECTS OF EXERCISE AT DIFFERENT TEMPERATURES ON NASAL BLOOD FLOW AND SYMPTOMS IN PATIENTSWITH ALLERGIC RHINITIS. Advisor: Asst. Prof. WANNAPORN TONGTAKO, Ph.D.

The purpose of this research was to study the acute effects of exercise at different temperatures on nasal blood flow and symptoms in patients with allergic rhinitis. Fifteen patients with allergic rhinitis aged 18-35 years (10 males, 5 females) were randomized crossover design into 2 protocols; 60 minutes of aerobic exercise at moderate intensity at temperatures 25 ℃ and 34 ℃. The physiological, nasal blood flow, rhinitis symptoms, and cardio-respiratory function variables were measured. The two-way ANOVA, Friedman, and Wilcoxon test were used to analyze to compare the variables between before and after exercise and between protocols. Differences were considered to be significant at $p < 0.05$

The results show that both the nasal blood flow and the rhinitis symptom scores decreased. Moreover, there was an increase in the peak nasal inspiratory flow, heart rate, rating of perceived exertion scores, systolic blood pressure, and maximum inspiratory pressure compared to the pre-test (p 0.05) in both temperatures of 25 and 34 degrees Celsius. When exercising at 25 ℃, there was a significant decrease in nasal blood flow, nasal congestion, and sneezing compared to 34 ℃. Additionally, for heart rate and pulmonary function, the difference between 25 ℃ and 34 ℃ was statistically significant at the 0.05 level.

In conclusion, exercise at different temperatures. It has a decreasing effect on nasal blood flow and symptoms in patients with allergic rhinitis. Both exercise at 25 and 34 degrees Celsius can help reduce the symptoms of allergic rhinitis and have a positive effect on the circulatory and respiratory systems.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Sports and Exercise Science	Student's Signature .....
Academic Year:	2022	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่เป็นมากกว่าอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้รับความเมตตา แนวคิด และให้คำปรึกษา รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ ให้กำลังใจ ให้แรงผลักดันแก่ผู้วิจัย ไม่ให้ย่อท้อต่ออุปสรรคเมื่อเจอปัญหา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณในความเมตากรุณาที่ได้รับจากท่านประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ดร. ดรุณวรรณ สุขสม และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คุณัญญา มาสดใส รวมถึงกรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์เมตตา ปิ่นทอง ที่ได้ให้ข้อคิด คำแนะนำ ปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และถูกต้อง ตลอดจน คณาจารย์คณะวิทยาการกีฬาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ตลอดจนให้ความรู้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณบุคลากร เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บข้อมูลส่งผลให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จ

ขอบขอบคุณผู้เข้าร่วมวิจัย ผู้ช่วยวิจัย ที่ให้ความร่วมมือและความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการสนับสนุนทุนวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัว เพื่อน พี่น้อง ญาติมิตร นิสิตบัณฑิตศึกษา สำหรับความช่วยเหลือ สนับสนุน ให้กำลังใจ และให้คำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสามารถทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กันต์ภัสสร เกิดแก้ว

สารบัญ

หน้า

.....ค

บทคัดย่อภาษาไทย.....ค

.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง

กิตติกรรมประกาศ.....จ

สารบัญ.....ฉ

สารบัญตาราง.....ญ

สารบัญรูปภาพ.....ด

บทที่ 1 บทนำ.....1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....4

คำถามในการวิจัย.....4

สมมุติฐานของการวิจัย.....4

ขอบเขตของการวิจัย.....4

คำจำกัดความของการวิจัย.....5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

1. โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้.....8

1.1 พยาธิสภาพและสาเหตุ.....8

1.2 ลักษณะทางคลินิก.....12

1.3 การรักษา.....13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ภาวะแทรกซ้อน 14
1.5 การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก 14
1.6 ระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกกับอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ 15
2. ระบบหายใจ 16
2.1 โครงสร้างระบบหายใจ 16
2.2 กลไกการหายใจ 18
2.3 กล้ามเนื้อหายใจ 19
2.4 วิธีการตรวจความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ 20
2.5 วิธีการตรวจสอบสมรรถภาพปอด 21
2.6 ระบบหายใจกับการออกกำลังกาย 22
3. การออกกำลังกายกับโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ 23
3.1 โปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ 23
3.2 ข้อควรระวังและข้อแนะนำในการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ 24
4. การออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน 24
4.1 ออกกำลังกายในที่ร้อน 25
4.2 ออกกำลังกายในที่เย็น 29
4.3 ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการออกกำลังกาย 30
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ 30
5.1 งานวิจัยในประเทศ 30
5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ 32
กรอบแนวความคิดในการวิจัย 34
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 35
กลุ่มตัวอย่าง 35
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 36

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 37
การเก็บรวบรวมข้อมูล 41
การพิทักษ์สิทธิ์ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย 43
การวิเคราะห์ข้อมูล 45
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 46
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 47
ตอนที่ 2 ตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก 48
ตอนที่ 3 ตัวแปรด้านอาการ 52
ตอนที่ 4 ตัวแปรด้านระบบไหลเวียนโลหิต 73
ตอนที่ 5 ตัวแปรด้านระบบหายใจ 85
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ 104
สรุปผลการวิจัย 105
อภิปรายผล 112
ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้ 120
ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป 120
ข้อจำกัดในการวิจัย 120
บรรณานุกรม 121
ภาคผนวก ก 128
ภาคผนวก ข 129
ภาคผนวก ค 138
ภาคผนวก ง 139
ภาคผนวก จ 144
ภาคผนวก ฉ 148
ภาคผนวก ช 149

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ซ 150
ภาคผนวก ฌ 152
ภาคผนวก ญ 153
ประวัติผู้เขียน 154

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนทดลอง 47

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (Unit) 48

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (Unit).....48

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (Unit).....49

ตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (Unit) 50

ตารางที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส(คะแนน).....52

ตารางที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (คะแนน).....53

ตารางที่ 8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 54

ตารางที่ 9 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 54

ตารางที่ 10 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 55

ตารางที่ 11 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (คะแนน).....56

ตารางที่ 12 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน).....57

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 13 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 58

ตารางที่ 14 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจามในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 59

ตารางที่ 15 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจามระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (คะแนน) 59

ตารางที่ 16 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจามระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 60

ตารางที่ 17 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจามในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 60

ตารางที่ 18 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการน้ำมูกไหลในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 62

ตารางที่ 19 แสดงผลการเปรียบเทียค่าเฉลี่ยคะแนนอาการน้ำมูกไหลระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (คะแนน) 62

ตารางที่ 20 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการน้ำมูกไหลระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 63

ตารางที่ 21 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการน้ำมูกไหลในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 63

ตารางที่ 22 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 65

ตารางที่ 23 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการรวมระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (คะแนน) 65

ตารางที่ 24 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการรวมระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 66

ตารางที่ 25 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการรวมในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน) 67

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 26 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min) 68

ตารางที่ 27 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak Nasal Inspiratory Flow; PNIF) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (L/min) 68

ตารางที่ 28 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min) 69

ตารางที่ 29 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min) 69

ตารางที่ 30 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ppb).....70

ตารางที่ 31 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ppb) 71

ตารางที่ 32 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ppb) 71

ตารางที่ 33 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ppb).....72

ตารางที่ 34 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (bpm) 73

ตารางที่ 35 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (bpm) 74

ตารางที่ 36 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (bpm) 74

ตารางที่ 37 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (bpm) 75

Chulalongkorn University

ตารางที่ 38 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg).....77

ตารางที่ 39 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (mmHg) 77

ตารางที่ 40 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg) 78

ตารางที่ 41 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg).....78

ตารางที่ 42 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg).....79

ตารางที่ 43 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (mmHg) 80

ตารางที่ 44 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg).....80

ตารางที่ 45 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg).....81

ตารางที่ 46 แสดงการผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อย ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ระดับ).....82

ตารางที่ 47 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อย ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ระดับ).....82

ตารางที่ 48 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อย ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ที่ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ระดับ).....83

ตารางที่ 49 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อย ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ระดับ).....83

ตารางที่ 50 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L).....85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 51 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (L).....86

ตารางที่ 52 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L).....86

ตารางที่ 53 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L).....87

ตารางที่ 54 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอยางเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L).....88

ตารางที่ 55 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอยางเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (L).....88

ตารางที่ 56 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอยางเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลัง ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L).....89

ตารางที่ 57 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอยางเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L).....89

ตารางที่ 58 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) ในแต่ละอุณหภูมิ และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (%).....90

ตารางที่ 59 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (%).....91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 60 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (%) 91

ตารางที่ 61 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) ในแต่ละอุณหภูมิ และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (%) 92

ตารางที่ 62 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min).....93

ตารางที่ 63 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (L/min).....93

ตารางที่ 64 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min).....94

ตารางที่ 65 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min).....94

ตารางที่ 66 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min) 95

ตารางที่ 67 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (L/min).....96

ตารางที่ 68 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min) 96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 69 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min) 97

ตารางที่ 70 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (cmH_2O) 98

ตารางที่ 71 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลัง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 99

ตารางที่ 72 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส 99

ตารางที่ 73 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (cmH_2O) 100

ตารางที่ 74 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (cmH_2O) 101

ตารางที่ 75 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (cmH_2O) 101

ตารางที่ 76 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (cmH_2O) 102

ตารางที่ 77 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (cmH_2O) 102

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 พยาธิสรีรวิทยาของการเกิดกระบวนการอักเสบในโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้.....9

รูปที่ 2 กลไกลเกิดโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ 12

รูปที่ 3 โครงสร้างระบบหายใจ 17

รูปที่ 4 กลไกการหายใจเข้า-ออก.....19

รูปที่ 5 กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจเข้า – ออก.....20

รูปที่ 6 ผลของอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมต่อการตอบสนองของร่างกายใน ขณะที่ขี่จักรยานวัดงาน 26

รูปที่ 7 ความสำคัญของวิธีการต่างๆในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างการออกกำลังกายด้วยความหนัก 150 วัตต์ที่อุณหภูมิห้องที่แตกต่างกัน.....27

รูปที่ 8 ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการหลั่งเหงื่อในขณะพักและออกกำลังกายในที่ร้อนซึ่งมีอุณหภูมิจาก 80˚F (29˚C) ถึง 105o F (41˚C).....28

รูปที่ 9 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....34

รูปที่ 10 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกของกลุ่มการออกกำลังกายที่ 25 องศาเซลเซียส และกลุ่มการออกกำลังกายที่ 34 องศาเซลเซียส.....52
แผนภูมิที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....56
แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....59
แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการจามที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....62
แผนภูมิที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....65
แผนภูมิที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แลที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....68
แผนภูมิที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....71
แผนภูมิที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....73
แผนภูมิที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....77
แผนภูมิที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....80
แผนภูมิที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....82
แผนภูมิที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อยที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....85
แผนภูมิที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....88
แผนภูมิที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอยางเร็วและแรงเต็มที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส 90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....93
แผนภูมิที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....95
แผนภูมิที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาทีของกลุ่มการออกกำลังกายที่ 25 องศาเซลเซียส และกลุ่มการออกกำลังกายที่ 34 องศาเซลเซียส.....98
แผนภูมิที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....100
แผนภูมิที่ 19 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันการหายใจออกสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส.....103

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Allergic rhinitis) เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำปฏิกิริยากับสารก่อภูมิแพ้ (Assanasen, 2010) ก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพไปทั่วโลก พบในวัยผู้ใหญ่ 10 ถึง 30% และมากถึง 40% ในเด็ก จากการศึกษาทางระบาดวิทยาของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบว่ามีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง องค์การอนามัยโลกได้มีการสำรวจพบว่า ในปัจจุบันผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีจำนวนประมาณ 400 ล้านคนทั่วโลก (Yamprasert et al., 2020) ทั้งนี้ข้อมูลในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ในวัยผู้ใหญ่มีผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้จำนวนถึง 19.9 ล้านคน (Blackwell et al., 2019) และในวัยเด็กจำนวน 5.6 ล้านคน (Black et al., 2017) โดยส่วนใหญ่ผู้ป่วยจะมีอาการคัดจมูก (Nasal congestion) คันจมูก (Iching) จาม (Sneezing) และน้ำมูกไหล (Rhinorrhea) (Dykewicz et al., 2017) ประเทศไทยสามารถพบผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้บ่อยเช่นกัน อีกทั้งยังคงมีแนวโน้มสูงที่จะขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งสารก่อภูมิแพ้ในประเทศไทยที่พบได้บ่อยที่สุด และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการของโรคนั้น คือ “ไรฝุ่น” ทั้งนี้ ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้สามารถแพ้สารก่อภูมิแพ้ได้หลายชนิด เช่น มูลของแมลงที่อาศัยอยู่ในบ้าน เช่น มด แมลงสาบ ยุง แมลงวัน ขนหรือรังแคของสัตว์เลี้ยง ละอองเกสรหญ้า วัชพืช และดอกไม้ทุกชนิด เป็นต้น นอกจากนี้โรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ยังมีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ทำให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยแย่ลง โดยอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่สามารถพบได้บ่อยที่สุด ได้แก่ อาการคัดจมูก น้ำมูกไหล คัน และจาม (สมาคมแพทย์โรคจมูก ราชวิทยาลัย โสต นาสิก แพทย์แห่งประเทศไทย, 2020) คณะทำงานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ได้แบ่งชนิดของโรคออกเป็น 2 ชนิด โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่มีอาการเป็นบางครั้ง (Intermittent) หมายถึง มีอาการน้อยกว่า 4 วัน ต่อ 1 สัปดาห์ หรือมีอาการติดต่อกันน้อยกว่า 4 สัปดาห์ กับกลุ่มที่มีอาการตลอดเวลา (Persistent) หมายถึง มีอาการมากกว่า 4 วัน ต่อ 1 สัปดาห์ ทำให้มีอาการคัน จาม น้ำมูกไหล และคัดจมูก

กลไกการเกิดอาการของโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ เมื่อผู้ป่วยรับสารก่อภูมิแพ้ เข้าไปในร่างกาย จะกระตุ้นให้ร่างกายสร้างอิมโมโนโกลบุลินชนิดอี (Immunoglobulin E; IgE) ขึ้นมาในปริมาณที่ยังน้อย ซึ่งในช่วงแรกนี้ร่างกายยังไม่ไวต่อสิ่งกระตุ้น จึงยังไม่มีอาการของโรคภูมิแพ้ แต่เมื่อใดผู้ป่วยได้รับสารก่อภูมิแพ้มากขึ้น ร่างกายจะกระตุ้นการสร้างอิมโมโนโกลบุลินชนิดอีเพิ่มมากขึ้น ทำให้ไวต่อสิ่งกระตุ้นมากขึ้น ทำให้ผู้ป่วยเริ่มมีอาการของโรคภูมิแพ้ขึ้นบ้างหรือเพียงเล็กน้อย และเมื่อผู้ป่วยเกิดการสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้หลายๆ ครั้ง ร่างกายก็จะสร้าง อิมโมโนโกลบุลินชนิดอีเพิ่มมากขึ้น จนทำให้ร่างกายไวต่อสิ่งกระตุ้นมากขึ้น ผู้ป่วยก็จะมีอาการของโรคภูมิแพ้มากขึ้นตามไปด้วย ทำให้อิมโมโนโกล

บุลินชนิดอีที่ร่างกายสร้างขึ้นไปจับตัวกับมาสต์เซลล์ (Mast cell) ซึ่งเป็นเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาอักเสบจากภูมิแพ้ จะปล่อยสารฮิสตามีน (Histamine) ออกมา ซึ่งโดยทั่วไปอาการหลักของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ อาการคันจมูก จาม คัดจมูก และน้ำมูกไหล ทั้ง 4 อาการข้างต้นนี้ เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารก่อภูมิแพ้และอิมมูโนโกลบุลินชนิดอี ทำให้เกิดการหลั่งสารคัดหลั่ง (Mediator) ต่างๆ ได้แก่ ฮีสตามีน ลิวโคไตรอีน (Leukotriene) โพรสตาแกลนดิน (Prostaglandin) และไซโตไคน์ (Cytokines) เป็นต้น โดยเฉพาะฮีสตามีนจะไปกระตุ้นอวัยวะในเยื่อบุจมูก เช่น เส้นประสาท หลอดเลือด ต่อมสร้างสารคัดหลั่ง และต่อมสร้างมูก จึงทำให้เกิดอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Desai, 2013) นอกจากนั้นยังอาจมีอาการอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น คันที่ตา คอ หู หรือที่เพดานปาก ปวดศีรษะ เสียงเปลี่ยน จมูกไม่ได้กลิ่น น้ำมูกไหลลงคอ หูอื้อ หรือมีเสียงดังในหู คล้ายกับมีก้อน หรือมีอะไรติดๆ ในคอ และเจ็บคอเรื้อรัง เป็นต้น (สมาคมแพทย์โรคจมูกราชวิทยาลัยโสต นาสิก แพทย์แห่งประเทศไทย, 2016) ซึ่งอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ยังมีความสัมพันธ์กับการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก (Nasal blood flow; NBF) โดยอาการคัดแน่นจมูก เกิดจากการบวมของเนื้อเยื่อในเยื่อบุโพรงจมูก ทำให้ช่องจมูกแคบลง ส่งผลต่อการเพิ่มการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก (Busse & Holgate, 1995; Okubo et al., 2017) อาจกล่าวได้ว่าการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผู้ป่วยมีอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มากขึ้น นอกจากนี้ จากการค้นคว้างานวิจัยที่ผ่านมาที่ศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิกับการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก มีการศึกษาพบว่าอุณหภูมิส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก โดย Olsson (1985) ศึกษาอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและการคัดแน่นของช่องจมูก (Nasal patency) โดยการประเมินจากการให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้มีสุขภาพดีหายใจออกผ่านช่องจมูกอย่างเต็มที่ (Maximal nasal expiratory flow) โดยพบว่าที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและการตันของช่องจมูกจะเพิ่มมากขึ้น แต่ในที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและการตันของช่องจมูกจะลดลง นอกจากนั้น Bailey et al. (2017) ศึกษาพบว่าการหายใจแบบลึก (Deep breathing) ส่งผลต่อการทำให้อุณหภูมิในช่องจมูกลดลงซึ่งทำให้ช่องจมูกโล่งขึ้นสอดคล้องกับการไหลเวียนของอากาศในโพรงจมูกที่เพิ่มขึ้น

การออกกำลังกายส่งผลที่ดีต่อสุขภาพสามารถช่วยฟื้นฟู และป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ได้ เช่น โรคหัวใจ (Duppen et al., 2013; Gielen et al., 2015) โรคความดันโลหิตสูง (Babu et al., 2016) และโรคเบาหวาน (Melling et al., 2013; Sanz, Gautier, & Hanaire, 2010) เป็นต้น ทั้งนี้การออกกำลังกายช่วยส่งผลดีกับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้เช่นกัน โดยจากงานวิจัยก่อนหน้ามีการศึกษาเกี่ยวกับผลฉับพลันของการออกกำลังกายต่อระดับไซโตไคน์ และอาการทางคลินิกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบว่าการออกกำลังกายแบบความหนักระดับปานกลางมีประสิทธิภาพมากกว่าการออกกำลังกายแบบความหนักระดับสูง ในการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันของผู้ป่วย

โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (ณัฐฏ์ดนัย เจริญสุขวิมล และคณะ, 2555) นอกจากนี้ งานวิจัยผลของการออกกำลังกายต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และอาการทางคลินิกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบว่า การออกกำลังกายในระดับปานกลางช่วยลดการตอบสนองของไซโตไคน์และอาการจมูกอักเสบในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และเมื่อออกกำลังกายระดับปานกลางร่วมกับการเสริมวิตามินซี ก็สามารถช่วยลดการตอบสนองของ ไซโตไคน์และอาการจมูกอักเสบในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้อีกด้วย โดยพบค่าปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak Nasal Inspiratory Flow; PNIF) เพิ่มขึ้น ในขณะที่อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ การไหลของเลือดในจมูก และระดับมาลอนไดแอลดีไฮด์ (Malondialdehyde) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการทดสอบก่อนการฝึก (Tongtako et al., 2018) บ่งชี้ว่าการออกกำลังกายส่งผลดีต่ออาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ที่ผ่านมามีการศึกษาพบว่าอุณหภูมิส่งผลต่ออาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยในปี ค.ศ. 2019 มีการศึกษาพบว่าการสูดดมไอน้ำจะช่วยเพิ่มความชื้นในจมูก ลดการปล่อยของฮีสตามีนและความร้อน โดยสามารถระงับปฏิกิริยาระหว่างสารก่อภูมิแพ้กับแมสเซลล์หรือเบโซฟิล (Basophil) ได้ อีกทั้งยังช่วยรักษาเสถียรภาพเยื่อบุจมูก ลดการผลิตเมือกและการซึมผ่านของหลอดเลือด ช่วยป้องกันและบรรเทาอาการคันจมูก จาม และการอุดตันของจมูกจากสารก่อภูมิแพ้ จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าการสูดดมไอน้ำช่วยทำให้อาการคัดจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ดีขึ้น (Vathanophas et al., 2019) นอกจากนั้น มีการศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นต่ออาการคัดจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และผู้ที่มีสุขภาพดี พบว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิจากอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ไปสู่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ส่งผลให้อาการคัดแน่นจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้เพิ่มขึ้น (Takeuchi et al., 2003) ในปี ค.ศ. 2000 มีการศึกษาเกี่ยวกับอากาศร้อนและการตอบสนองต่อสารก่อภูมิแพ้ทางจมูก โดยทำการเปรียบเทียบกัน 2 อุณหภูมิ ระหว่าง 20 องศาเซลเซียส และ 37 องศาเซลเซียส พบว่ากลุ่มที่ได้รับอากาศร้อนส่งผลให้ลดหรือยับยั้งผลการตอบสนองของสารก่อภูมิแพ้ในจมูกทำให้อาการทางภูมิแพ้ลดลง (Baroody et al., 2000) ทั้งนี้ยังมีการศึกษาพบว่าการแช่เท้าในน้ำอุ่นช่วยยับยั้งอาการจามที่เกิดจากสารก่อภูมิแพ้และช่วยลดการตอบสนองในระยะแรกต่อการกระตุ้นสารก่อภูมิแพ้ในจมูกด้วยแอนติเจน ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของเยื่อเมือกในจมูกที่เพิ่มขึ้น (Assanasen et al., 1999) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในจมูกส่งผลให้อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ดีขึ้น (Ophir et al., 1988) อากาศร้อนชื้นช่วยลดการตอบสนองของจมูกต่อสารก่อภูมิแพ้ พบว่าในพื้นที่ร้อนชื้นมีผลต่อการหลั่งฮีสตามีนทำให้การปล่อยฮีสตามีนลดลง ส่งผลให้อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลงได้ (Desrosiers et al., 1997) นอกจากนี้ Graudenz et al. (2007) ทำการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีอาการคันจมูกและแสบตาเพิ่มขึ้น เมื่อสัมผัสกับอุณหภูมิที่ร้อนหรือเย็นกว่าปกติ อีกทั้งยังพบว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้จะมีอาการหายใจหอบเหนื่อยเพิ่มขึ้นในระหว่างการสัมผัสกับอากาศร้อน อีกทั้งมีอัตราการไหลของอากาศ (Expiratory flow rates) ลดลงหลังจากการสัมผัสกับอุณหภูมิที่ร้อนและเย็นซึ่งคงอยู่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงที่ร้อนเกินไปหรือเย็นเกิน (ที่อุณหภูมิ 14 ℃ และ 26 ℃) ส่งผลให้อาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้เพิ่มขึ้นได้ และในปี ค.ศ. 2019 พบว่า การออกกำลังกายในฤดูหนาวที่อุณหภูมิระหว่าง -5.6 ℃ ถึง 8.7 ℃ ส่งผลต่อการลดการอักเสบของทางเดินหายใจจากการแพ้ (Allergic airway inflammation) โดยประเมินจากการวัดระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) การตรวจเซลล์อีโอซิโนฟิล (Eosinophilic cell count) ในจมูก (Prossegger et al., 2019)

ทั้งหมดที่กล่าวมานี้ ชี้ให้เห็นว่าการออกกำลังกายส่งผลดีต่ออาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ แต่อุณหภูมิที่แปรเปลี่ยนไปหรือความแตกต่างของอุณหภูมิส่งผลต่ออาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยผู้วิจัยเลือกใช้อุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นอุณหภูมิห้องที่ปกติ หากออกกำลังกายในร่มหรือในฟิตเนสก็จะออกกำลังกายที่อุณหภูมิห้องเป็นส่วนใหญ่ และเลือกเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ 34 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในเขตกรุงเทพมหานครตามสถิติของกรมอุตุนิยมวิทยา (ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา, 2564) จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันที่มีต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เพื่อเป็นทางเลือกในการออกกำลังกายและพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย โดยผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยเรื่องนี้ จะเป็นประโยชน์ในการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามในการวิจัย

ผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้แตกต่างกันหรือไม่

สมมุติฐานของการวิจัย

การออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

10.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เพศชายและหญิง อายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 15 คน ได้รับการออกกำลังกาย ณ อุณหภูมิที่แตกต่าง 2 รูปแบบ

10.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตัวแปรต้น คือ การออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตัวแปรตาม คือ

1. ตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก
2. ตัวแปรด้านอาการ ประกอบด้วยแบบประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก และระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก
3. ตัวแปรด้านการหายใจและไหลเวียนโลหิต ประกอบด้วย อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และการรับรู้ความเหนื่อย

10.3 ขอบเขตด้านสถานที่

สถานที่ในการวิจัยและเก็บข้อมูลคือ ห้องปฏิบัติการทางสรีวิทยาการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ชั้น 10 ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประมาณ 3 เดือน

คำจำกัดความของการวิจัย

โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Allergic rhinitis) หมายถึง โรคที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายชนิดหนึ่ง เกิดขึ้นบริเวณเนื้อเยื่อบุจมูก ผู้ป่วยมักจะมีอาการคัดจมูก คันจมูก จาม และน้ำมูกไหล เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก (Nasal blood flow) หมายถึง อัตราการไหลเวียนโลหิตใต้ผิวหนังภายในโพรงจมูก โดยวัดค่าได้จากความเร็วและความเข้มข้นเฉลี่ยของฮีโมโกลบินในเนื้อเยื่อ (Flux) โดยใช้เครื่องเลเซอร์ดรอปเปอร์ (Laser doppler)

ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak nasal inspiratory flow; PNIF) หมายถึง การวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าจมูก โดยสามารถประเมินอาการคัดจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้

อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms) หมายถึง อาการหลัก 4 อย่าง ของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ อาการคัดจมูก คันจมูก จาม และน้ำมูกไหล โดยใช้แบบสอบถามในการประเมินอาการผู้ป่วย

สมรรถภาพปอด (Lung function) หมายถึง การตรวจสมรรถภาพของปอด โดยการวัดค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ค่า

ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) ค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรอากาศสูงสุดที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด (FEF25-75%) และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า - ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (MVV)

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength) หมายถึง แรงดันอากาศที่เกิดขึ้นภายในทางเดินหายใจจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจ โดยการวิจัยนี้ใช้เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory pressure meter) ในการประเมินค่า โดยแสดงค่าแรงดันสูงสุด ขณะหายใจเข้า (Maximal inspiratory pressure; MIP) และค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก (Maximal expiratory pressure; MEP)

อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) หมายถึง อัตราการบีบตัวและคลายตัวของหัวใจที่สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย มีหน่วยในการวัดเป็นครั้งต่อนาที

ความดันโลหิต (Blood pressure) หมายถึง แรงดันของเลือดที่กระทบต่อผนังหลอดเลือดแดง ซึ่งเกิดจากการสูบฉีดของหัวใจ โดยตำแหน่งที่ใช้วัดกันเป็นมาตรฐานคือบริเวณต้นแขนสูงกว่าข้อศอกเล็กน้อย

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) หมายถึง การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนเป็นตัวช่วยในการเผาผลาญไขมันให้แปรเปลี่ยนไปเป็นพลังงานแก่ร่างกาย ลักษณะการออกกำลังกายจะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป แต่อาศัยความต่อเนื่องของเวลา เน้นความทนทาน (Endurance) เป็นการออกกำลังกายที่ใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที เช่น วิ่ง ว่ายน้ำ ปั่นจักรยาน และเต้นแอโรบิก เป็นต้น (ACSM and AHA, 2007) โดยงานวิจัยนี้จะออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ได้ทราบถึงผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการตอบสนองของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
2. ได้ทราบถึงผลกระทบของอุณหภูมิที่มีผลระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ
3. เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจในการศึกษาค้นคว้างานวิจัยและการทดลองเกี่ยวกับอุณหภูมิกับการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้” ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
    1.1 พยาธิสภาพและสาเหตุ
    1.2 ลักษณะทางคลินิก
    1.3 การรักษา
    1.4 ภาวะแทรกซ้อน
    1.5 การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก
    1.6 ระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก
2. ระบบหายใจ
    2.1 โครงสร้างระบบหายใจ
    2.2 กลไกการหายใจ
    2.3 กล้ามเนื้อหายใจ
    2.4 วิธีการตรวจความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ
    2.5 วิธีการตรวจสอบสมรรถภาพปอด
    2.6 ระบบหายใจกับการออกกำลังกาย
3. การออกกำลังกายกับโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
    3.1 โปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
    3.2 ข้อควรระวังและข้อแนะนำในการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
4. การออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน
    4.1 การออกกำลังกายในที่ร้อน
    4.2 การออกกำลังกายในที่เย็น
    4.3 ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการออกกำลังกาย
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ
    5.1 งานวิจัยในประเทศ
    5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ
6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

Chulalongkorn University

1. โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Allergic Rhinitis) เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ทำปฏิกิริยากับสารก่อภูมิแพ้ ทำให้เกิดอาการต่างๆ ส่งผลต่อคุณภาพชีวิต ร่างกาย จิตใจ และการเข้าสังคมที่แย่ลงเมื่อเทียบกับคนปกติทั่วไป โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบได้ในประเทศไทยและประเทศอื่นๆ ทั่วโลก และการแบ่งประเภทของโรคนี้จะอาศัยระยะเวลาที่ผู้ป่วยมีอาการ แบ่งออกเป็น (ปารยะ อาศนะเสน, 2553)

1. ผู้ป่วยมีอาการในระยะเวลาหนึ่งหรือฤดูหนึ่งเท่านั้น (Seasonal allergic rhinitis) สารก่อภูมิแพ้ มักเป็นสารก่อภูมิแพ้ที่อยู่ภายนอกบ้าน เช่น ละอองเกสรหญ้า วัชพืช หรือดอกไม้ และเชื้อรา

2. ผู้ป่วยมักมีอาการตลอดปี (Perennial allergic rhinitis) สารก่อภูมิแพ้ มักเป็นสารก่อภูมิแพ้ที่อยู่ภายในบ้าน หรือที่ทำงานของผู้ป่วย เช่น แมลงสาบ ขนและรังแคสัตว์ และเชื้อรา

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ได้แบ่งชนิดของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้แบบใหม่ โดยแบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. ผู้ป่วยมีอาการเป็นบางครั้ง (Intermittent) หมายถึง ผู้ป่วยที่มีอาการเป็นบางครั้ง โดยมีอาการน้อยกว่า 4 วันต่อ 1 สัปดาห์ หรือมีอาการที่ติดต่อกันน้อยว่า 4 สัปดาห์

2. ผู้ป่วยมีอาการเป็นบางครั้ง (Persistent) หมายถึง ผู้ป่วยที่มีอาการมากกว่า 4 วันต่อ 1 สัปดาห์ หรือมีอาการติดต่อกัน นานกว่า 4 สัปดาห์

1.1 พยาธิสภาพและสาเหตุ

โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เป็นโรคที่เกิดจากหลายสาเหตุ (Multifactorial disease) แบ่งได้ 3 สาเหตุหลัก ดังนี้ (ปารยะ อาศนะเสน, 2553)

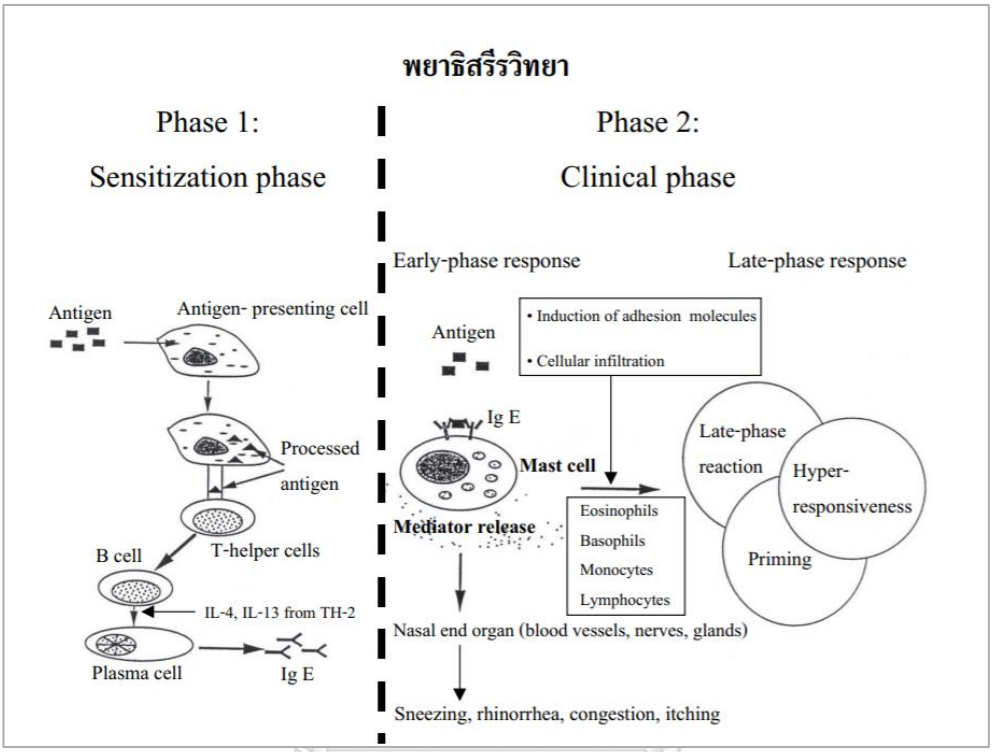
1) ปัจจัยที่เป็นแนวโน้ม (Predisposing factor) หมายถึง เรื่องพันธุกรรม (Heredity) โดยผู้ป่วยที่เป็นโรคภูมิแพ้ (Atopic disease) มีความผิดปกติของยีน ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายและยีนที่ผิดปกตินี้สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้

2) ปัจจัยที่เป็นสาเหตุโดยตรง (Primary or specific factors) หมายถึง สิ่งที่ผู้ป่วยแพ้สารก่อภูมิแพ้ หรือสารก่อภูมิแพ้ชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการได้บ่อย คือสารที่อยู่ในอากาศ (Aeroallergen) และเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ (Inhalant) เช่น ฝุ่นบ้าน (House dust) ตัวไรในฝุ่นบ้าน (House dust mite) เกสรพืช (Pollen) ชิ้นส่วนหรือสิ่งขับถ่ายของแมลงที่อาศัยอยู่ในบ้าน เช่น แมลงสาบ ยุง แมลงวัน มด เป็นต้น

3) ปัจจัยที่เป็นสาเหตุทางอ้อม (Secondary or precipitating factors) หมายถึง สาเหตุเสริมที่ทำให้เกิดอาการแสดงออกมา หรือมีการแสดงอาการเพิ่มขึ้นมากขึ้นได้ เช่นโรคติดเชื้อ สารระคายเคืองต่างๆ (Direct irritants) เช่น กลิ่นฉุน ควันต่างๆ รวมไปถึงฝุ่นละอองทุกประเภท แบ่งเป็น

- ปัจจัยทางกายภาพ (Physical factors) เช่น การออกกำลังกาย การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิ

- ปัจจัยทางจิต (Psychic factors) เช่น ความเครียด วิตกกังวล เป็นต้น



รูปที่ 1 พยาธิสรีรวิทยาของการเกิดกระบวนการอักเสบในโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
ที่มา: ปารยะ อาศนะเสน, 2553

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในระยะแรก (Phase 1) มีการสร้างอิมโมโนโกลบูลินชนิดอี หลังสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ และเมื่อมีการสัมผัสสารก่อภูมิแพ้นั้นอีก ในระยะที่สอง (Phase 2) จะเกิดอาการโดยปฏิกิริยาการตอบสนองระยะแรก (Early-phase response) ที่ประกอบด้วยการกระตุ้นแมสท์เซลล์ (Mast cell) มีการหลั่งของสารคัดหลั่งต่างๆ หลังจากนั้นจะเกิดการอักเสบของเซลล์ (Cellular infiltration) เกิดปฏิกิริยาการตอบสนองระยะสุดท้าย (Late-phase response) และความไวต่อสิ่งกระตุ้นผิดปกติ (Hyperresponsiveness) ต่อการกระตุ้นสารภูมิต้านทาน (Antigenic) และไม่กระตุ้นภูมิต้านทาน (Non-antigenic stimuli) ทั้งนี้ผลกระทบของกระบวนการดังกล่าวอาจจะหายได้เอง หรือทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนได้ เริ่มจากระยะที่มีความไวต่อสิ่งกระตุ้น (Sensitization phase) ตามด้วยระยะทางคลินิก (Clinical phase) (รูปที่ 2) โดยผู้ป่วยที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่มีแนวโน้มจะเป็นภูมิแพ้

(Genetic predisposition for atopic disease) มีการสร้างอิมโมโนโกลบูลินชนิดอี ต่อสารก่อภูมิแพ้ เกิดขึ้นหลังจากการสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ที่ทำให้แพ้ (Sensitization) หลังจากนั้นเซลล์ที่มี Antigen-presenting cells เช่น มาโครฟาจ (Macrophages) หรือเซลล์เดนไดร์ท (Dendritic cells) จะนำแอนติเจนนั้นไปกระตุ้นต่อทีเฮลเปอร์บีเซลล์ (T-helper (b cells) TH:CD 4+) และบีเซลล์ (B cell) โดยอินเอตร์ลิวคินโฟร์ (Interleukin-4) และอินเตอร์ลิวคินเทอร์ทีน (IL-13) ทีเฮลเปอร์ทูลิมโฟไซต์ (TH-2 lymphocytes) กระตุ้นให้บีเซลล์สร้างอิมโมโนโกลบูลินชนิดอีขึ้นมา โดย allergen-specific IgE เหล่านี้จะจับตัวกับ high affinity receptors บนแมสท์เซลล์ (Mast cells) และบาโซฟิล (Basophils) รวมทั้ง low affinity receptors บนเซลล์อื่นๆด้วย เช่น โมโนไซต์ (Monocytes) อีโอซิโนฟิล (Eosinophils) และเกล็ดเลือด (Platelet) หลังจากนั้นเมื่อผู้ป่วยสัมผัสกบัสารก่อภูมิแพ้อีก แอนติเจนจะทำให้เกิดการจับกันของอิมโมโนโกลบูลินที่อยู่บริเวณใกล้เคียง กระตุ้นให้เกิดการสลายแกรนูล (Degranulation) ของแมสท์เซลล์ (Mast cell) ปล่อยสารคัดหลั่งออกมา เช่น ฮีสตามัน (Histamine) ลิวโคไตรอีน (Leukotriene) โพรสตาแกลนดิน (Prostaglandin) จะเกิดปฏิกิริยาการตอบสนองในระยะแรก ซึ่งสารคัดหลั่งที่หลั่งออกมาจะไปกระตุ้นอวัยวะในเยื่อบุจมูก เช่น เส้นประสาทต่อมสร้างสารคัดหลั่งและต่อมสร้างมูก หลอดเลือด ทำให้คัดจมูก คันจมูก จาม และน้ำมูกไหล อาการเหล่านี้มักจะหายได้เองแต่อาจจะกลับมาได้อีกเมื่อสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้ 3 ถึง 10 ชั่วโมง

การกลับมาหรือการเกิดซ้ำ ๆ ของอาการทางจมูกเหล่านี้ คือ ปฏิริยาการตอบสนองระยะสุดท้าย พบว่าประมาณร้อยละ 50 ของผู้ป่วย มีอาการหลัก ๆ คือ อาการคัดจมูก โดยลักษณะสำคัญของการเกิดปฏิกิริยาของการตอบสนองระยะสุดท้ายคือ การไหล (Influx) ของเซลล์ต่างๆ เข้ามาในเยื่อบุจมูกเพิ่มมากขึ้น เช่น อีโอซิโนฟิลโมโนนิวเคลียร์ (Mononuclear cells) และทีเซลล์ ซึ่งเซลล์หลักที่พบในสารคัดหลั่งภายในจมูก คือ อีโอโนฟิล ในขณะที่ทีเฮลเปอร์ลิมฟไซต์ (TH-lymphocytes) พบว่า ในชั้นใต้เนื้อเยื่อเมือก (Submucosa) แสดงให้เห็นถึงไซโตไคน์ที่แตกต่างกันระหว่างส่วนของสารที่หลั่งในจมูก (Nasal secretions) และเยื่อเมือกในจมูก (Nasal mucosa) อีโอซิโนฟิล สามารถหลั่งสารคัดหลั่ง (Mediators) นิวโรท็อกซิน (Neurotoxins) และพีโรไซเดส (Peroxidases) ในปฏิกิริยาการตอบสนองระยะสุดท้าย ซึ่งมีหลักฐานว่า บาโซฟิวเป็นตัวการหลั่งฮีสตามีนในปฏิกิริยาการไหลของบาโซฟิลที่เข้ามาในเยื่อบุจมูกนั้น มีโอกาสสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้ได้มากขึ้น ทำให้เกิดการอักเสบจากภูมิแพ้ได้มากขึ้นด้วย นอกจากนี้ ยังพบว่าไซโตไคน์จากเซลล์ต่างๆ ได้หลั่งออกมาเพื่อควบคุมการเกิดการอักเสบ เช่น อินเตอร์ลิวคินไฟร์ จากแมสท์เซลล์ อินเตอร์ลิวคินทรี อินเตอร์ลิวคินโฟร์ อินเตอร์ลิวคินไฟว์ และจีเอ็ม-ซีเอสเอฟ (GM-CSF) จากทีเฮลเปอร์ทูลิมโฟไซต์ และอินเตอร์ลิวคินซิกส์ จากเซลล์บุผิว (Epithelial cells) ในส่วนของการตอบสนองของระบบประมาท (Neuronal reflex) ก็มีบทบาทในการตอบสนองของโรคภูมิแพ้ด้วย โดยช่วยควบคุมปฏิกิริยาตอบสนองต่อสารคัดหลั่งต่างๆ ในเยื่อบุและมีบทบาทในการกระตุ้นการไหลของทีเฮลเปอร์ลิมโฟไซต์ของเซลล์ที่เพิ่มขึ้นใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปฏิกิริยาการตอบสนองในระยะสุดท้าย เกิดจากการแสดงออกของการผนึกโมเลกุลบนเซลล์ และเซลล์เยื่อบุหลอดเลือด ที่อยู่ภายในการควบคุมของไซโตไคน์ชนิดต่างๆ

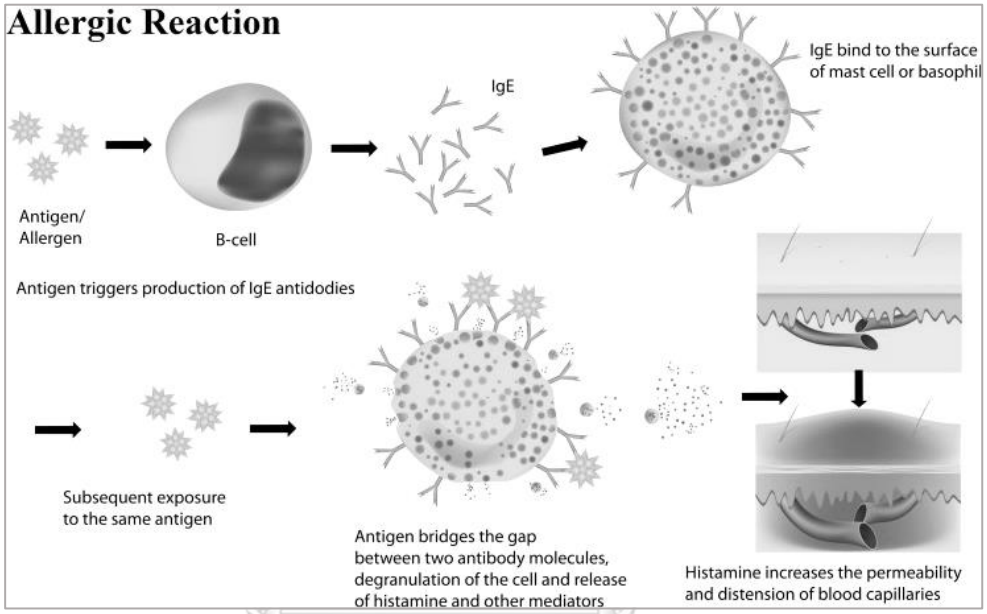
การเคลื่อนไหวของลิวโคไซต์ (Leukocytes) ในระบบไหลเวียนโลหิตมายังเยื่อบุจมูก ซึ่งมีแบบแผนละขั้นตอนที่แน่นอน โดยเริ่มจากการทำงานของลิวโคไซต์ (Leukocyte reactivation) ของการผนึกโมลกุลบน เซลล์เยื่อบุหลอดเลือดเกิดการเคลื่อนไหวและการกลิ้ง (Rolling) ของลิวโคไซต์ไปตามผนังหลอดเลือด การเคลื่อนย้ายลิวโคไซต์เอนโดทีเลียมผ่าน (Endothelium) ของหลอดเลือดไปยังเยื่อบุจมุกหรือตำแหน่งที่มีการอักเสบ และการเคลื่อนย้ายของเซลล์ผ่านหารหลั่งสารทางจมูก

ที่ผ่านมาได้มีหลักฐานแสดงว่าเซลล์บุผิว มีบทบาทในปฏิกิริยาการอักเสบในภูมิแพ้ในระดับเยื่อเมือกในจมูกด้วย นอกเหนือจากการเป็นพาหนะ (Natural barrier) โดยสามารถสังเคราะห์สารคัดหลั่งได้มากมาย เช่น อินเตอร์ลิวคินวิน อินเตอร์เบต้า อินเตอร์ลิวคินซิกส์ อินเตอร์ลิวคินเอทจีเอ็มซีเอสเอฟ และทีเอ็นเอฟแอลฟ่า นอกจากนั้น พบว่า มีการผนึกโมเลกุลที่เพิ่มขึ้นบนเซลล์เยื่อบุจมูก (Nasal epithelium) ระหว่างที่มีการอักเสบ จากภูมิแพ้หลังได้สัมผัสการก่อภูมิแพ้ตามฤดูกาล หรือหลังการกระตุ้นด้วยสารก่อภูมิแพ้ ยังพบอีกว่าผู้ป่วยที่แพ้ ไรฝุ่นแม้ในขณะการแสดงออกปานกลางของไอซีเอเอ็มวัน (ICAM-1) ทั้งบนจมูกข้างในและเยื่อบุตา (Conjunctival epithelium) โดยพบร่วมกับการอักเสบของเซลล์ (Inflammatory cells) แสดงถึงการที่มีการอักเสบตลอดเวลา แม้มีในปริมาณที่น้อย (Minimal persistent inflammation)

นอกจากปฏิกิริยาการตอบสนองในระยะแรกและระยะสุดท้ายแล้ว ยังเกิดปรากฏการณ์ที่เยื่อจมูกไวต่อสารก่อภูมิแพ้เป็นพิเศษ ซึ่งปรากฏการณ์นี้ สามารถกลับสู่สภาวะปกติได้เมื่อไม่มีการสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้อีกต่อไป กลไกลของการที่เพิ่มความไวของเยื่อบุจมูกเกิดจากการอักเสบ และเพิ่มความไวต่อการตอบสนองของการอักเสบในเซลล์ร่างกายในเยื่อบุจมูกมากขึ้น ทำให้สารก่อภูมิแพ้ผ่านเข้าไปในเยื่อบุจมูกได้มากขึ้น เป็นผลมาจากการซึมผ่าน (Permeability) และเป็นเป้าหมาย (Target) ของการสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้เพิ่มขึ้น มีการสร้างสารที่ทำให้เกิดการอักเสบมากขึ้น และยังไปเพิ่มการตอบสนองของ end organ นอกจากนั้นผู้ป่วยยังมีความไวต่อสารอื่นๆ ที่ไม่ใช่สารก่อภูมิแพ้ด้วย เช่น ฮีสตามีนโคลีน (Methacholine) เป็นต้น

โดยสรุป กล่าวว่าการอักเสบในโรคภูมิแพ้นั้นประกอบด้วย ระยะที่ไวต่อสิ่งกระตุ้นซึ่งมีการสร้างอิมโมโนโกลบูลินชนิดอี หลังจากที่สัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้ ซึ่งช่วงนี้ยังไม่แบ่งออกเป็นปฏิกิริยาการตอบสนองในระยะแรกที่เกี่ยวข้องกับการสลายของแกรนูลของแมสท์เซลล์ และปฏิกิริยาการตอบสนองระยะสุดท้าย เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของการอักเสบในเซลล์ในเยื่อบุจมูก และการสร้างสาร (Chemo attractants) เพื่อดึงดูดเซลล์ต่างๆให้เข้ามาในเยื่อบุจมุก ซึ่งมีผลต่อการตอบสนองของเยื่อบุจมูกต่อสารก่อภูมิแพ้ และสิ่งกระตุ้นที่ไม่ใช่สารก่อภูมิแพ้ (ปารยะ อาศนะเสน, 2553)

โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ มี 4 อาการหลัก ได้แก่ คันจมูก จาม คัดจมูก และ น้ำมูกไหล ซึ่ง 4 อาการเหล่านี้ เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารก่อภูมิแพ้ และอิมมูโนโกลบุลินชนิดอี (Immunoglobulin E; IgE) จนทำให้เกิดการหลั่งสารคัดหลั่ง (Mediator) ต่างๆ คือฮีสตามีน (Histamine) ลิวโคไตรอีน (Leukotriene) โพรสตาแกลนดิน (Prostaglandin) และไซโตไคน์ เป็นต้น โดยเฉพาะฮีสตามีนจะไปกระตุ้นอวัยวะในเยื่อบุจมูก เช่น เส้นประสาท หลอดเลือด ต่อมสร้างสารคัดหลั่ง ต่อมสร้างมูก จึงทำให้เกิดอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Desai, 2013)



รูปที่ 2 กลไกเกิดโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ที่มา: Desai, 2013

CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>อาการ</u>

เมื่อผู้ป่วยสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ มักจะเกิดการคัด-คันจมูก อาการจามติดๆกันหลายครั้ง มีน้ำมูกใสๆ และมักเป็นอยู่หลายนาทีหรือเป็นชั่วโมง หลังจากนั้นจะหายได้เอง หรือมีอาการคันที่ตา คอ หู หรือเพดานปากด้วย นอกจากนี้ ผู้ป่วยอาจมีอาการอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น อาการปวดศีรษะ (Hypernasality) จมูกไม่ได้กลิ่น (Anosmia) น้ำมูกไหลลงคอ (Postnasal drip) ซึ่งจะใสต่างจากโรคไซนัสอักเสบเรื้อรังที่จะข้นมีสีเหลืองหรือเขียวอาจจะมีอาการหูอื้อหรือมีเสียงดังในหูจากรูเปิดของท่อยูสเชียนบวม อาการคล้ายกับมีก้อนหรือมีอะไรติดในคอ (Sense of lump in the throat) หรืออาจจะมีอาการเจ็บคอเรื้อรังจากการที่น้ำมูกไหลลงคอ และหายใจทางปากเป็นประจำเนื่องจากคัดจมูก

อาการแสดง

ผู้ป่วยที่มีอาการตั้งแต่อายุน้อย และเป็นอยู่นานทำให้ต้องหายใจทางปากเสมอ อาจจะทำให้การเจริญเติบโตของกระดูกใบหน้าและฟันผิดปกติ กล่าวคือใบหน้าส่วนล่างจะยาวกว่าปกติ เนื่องจากต้องอ้าปากหายใจตลอดเวลา เพดานปากจะแคบและโค้งสูง (Gothic arch) เวลายิ้มจะมองเห็นส่วนของเหงือกที่อยู่เหนือฟันบนได้มาก เรียกว่ากัมมี่สไมล์ (Gummy smile) อาจมีความผิดปกติในการสบฟันร่วมด้วย โดยในเด็กที่มีอาการคันจมูก มักยกมือขยี้หรือเสยที่ปลายจมูกบ่อยครั้ง ซึ่งการทำเช่นนี้ทำให้เกิดรอยย่นที่สันจมูก รายที่มีอาการคันจมูกอยู่นานๆ อาจทำให้มีการคั่งของเลือดดำเวนัส (Venous blood) บริเวณใต้ขอบตาล่าง

ผู้ป่วยกำลังมีอาการ หากตรวจจมูกโดยวิธีการตรวจโพรงจมูกทางด้านหน้า (Anterior - rhinoscopy) จะพบว่าเยื่อบุจมูกโดยเฉพาะการอักเสบจะบวม อาจมีสีซีด (Pale) หรือมีสี (Bluish) คล้ายมีน้ำมูกใสๆ จำนวนมาก เยื่อบุจมูกอาจมีริดสีดวงที่จมูก (Polypoid) ร่วมด้วย การตรวจโพรงจมูกด้านหลัง (Posterior rhinoscopy) อาจพบว่าปลายด้านหลังของกระดูกในจมูกด้านใน (Inferior turbinate) บวมโตเห็นเป็นก้อนขรุขระคล้ายผลน้อยหน่าอยู่บริเวณมัลเบอร์รี่เทอร์บู (Mulberry turbinate) เยื่อบุในโพรงหลังจมูก (Nasopharynx) หรือรอบรูเปิดท่อยูเตเชียน อาจบวม ซีด และมีน้ำมูกใสๆ นอกจากนั้นอาจจะพบการเพิ่มของจำนวนเซลล์ (Adenoid hyperplasia) ได้

การตรวจคอหายส่วนปาก (Oropharynx) อาจพบผนังคอเป็นตุ่มนูนแดงกระจายอยู่ทั่วไป เรียกว่า แกรนูลาร์ฟาริงส์ (Granular pharynx) ซึ่งเกิดจาการระคายเคืองเรื้อรังของผนังคอจากการหายใจทางปาก (ปารยะ อาศนะเสน, 2010)

1.3 การรักษา

การรักษาโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ควรเริ่มตั้งแต่ การอธิบายให้คนในครอบครัวผู้ป่วยเข้าใจและแนะนำให้ผู้ป่วยดูแลตนเองให้เหมาะสม เช่น พยายามรักษาสุขภาพร่างกายให้แข็งแรงอยู่เสมอ ออกกำลังกายเป็นประจำ รับประทานอาหารที่เป็นประโยชน์ให้ครบ 5 หมู่ นอนหลับพักผ่อนให้เพียงพอ และรักษาสุขภาพจิตให้สดชื่น แจ่มใส เพราะถ้ามีอาการเครียด อาจจะทำให้เกิดอาการของโรคกำเริบมากขึ้นมาได้ ถ้าผู้ป่วยมีอาการของโรคหอบหืด หรือโรคระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง และควรได้รับการรักษาร่วมด้วย (ปารยะ อาศนะเสน, 2553) โดยหลักการรักษามีอยู่ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การหลีกเลี่ยง หรือกำจัดสิ่งที่แพ้ (Avoidance) เป็นการรักษาที่สำคัญที่สุด หลีกเลี่ยงสิ่งที่แพ้ กำจัด หรือลดปริมาณของสารก่อภูมิแพ้ที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังควรที่จะต้องหลีกเลี่ยงสารระคายเคือง และปัจจัยชักนำอื่นๆ ที่จะทำให้อาการของโรคมากขึ้นด้วย เช่น การอดนอน การดื่มสุรา สูบบุหรี่ การสัมผัสฝุ่น ควัน กลิ่นฉุน อากาศเย็นหรือร้อนจัดเกินไป แนะนำให้ผู้ป่วยสังเกตตัวเองว่ามีสารหรือภาวะแวดล้อมอย่างไร ที่ทำให้เป็นอาการเพื่อที่จะได้หลีกเลี่ยงการสัมผัสได้

2. การใช้ยาบรรเทาอาการ (Pharmacological treatment) เช่น ยาต้านฮีสตามีน ยาหดหลอดเลือด (Decongestant) คอร์ติโคสเตียรอยด์ (Corticosteroids) ที่สามารถให้ได้ทั้งในรูปแบบการทาน (Oral form) หรือการพ่น (Topical)

3. การฉีดวัคซีน Allergen (immunotherapy)

4. การรักษาโดยการผ่าตัด Surgical (treatment)

1.4 ภาวะแทรกซ้อน

1. การติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนบน (Upper respiratory tract infection) เช่น โรคไซนัสอักเสบ (Tonsil) ผนังคออักเสบ บางรายเกิดการติดเชื้อ ซึ่งอาจจะลามไปถึงการติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนล่าง (Lower respiratory tract) ได้

2. หูชั้นกลางอักเสบ (Otitis media with effusion; OME) เนื่องจากเยื่อบุจมูกติดกับเยื่อบุของNasopharynx และเยื่อบุรอบๆ รูเปิดของท่อยูสเตเชียนทูบ (Eustachian tube) เมื่อมีการอักเสบและบวมของเยื่อบุจมูกอาจทำให้การบวม และอุดตันของรูปเปิดท่อนี้ก่อนที่หูชั้นกลางจะอักเสบตามมา

3. โรคหอบหืด (Asthma) เมื่อเร็วๆนี้ ได้มีความสนใจผลของโรคจมูกอักสบจากภูมิแพ้ต่อโรคหอบหืด โดยองค์การอนามัยโลก(Allergic rhinitis and its Impact on Asthma; ARIA) โรคหอบหืดเป็นโรคที่พบได้บ่อยของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

4. การอักเสบเรื้อรังของเยื่อบุจมูก (Nasal polyposis) เป็นปัจจัยหนึ่งในการเกิดริดสีดวงจมูก

5. ภาวะเยื่อจมูกอักเสบจากยา (Rhinitis medicamentosa) เกิดจากการใช้ยาพ่นผิดวิธีในการรักษาอาการคัดจมูกที่เกิดจากโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ถ้าสามารถวินิจฉัยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และให้การรักษาที่ถูกต้องได้อย่างรวดเร็วก็จะสามารถป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนเหล่านี้ได้ (ปารยะ อาศเสน, 2553)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.5 การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก

การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก (Nasal blood flow) มีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางสรีรวิทยา เช่น การกรอง การปรับสภาพอากาศ กลไกการควบคุมอุณหภูมิของจมูก ส่วนในทางพยาธิวิทยาของโรค ได้แก่ การคัดจมูก ภาวะเลือดคั่งในเยื่อบุโพรงจมูก การอักเสบในโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และอาจเกี่ยวข้องกับการได้รับความร้อนที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วในขณะหายใจเข้าออกผ่านจมูก ซึ่งทำให้หลอดเลือดแดงขยายตัว (Vaidyanathan et al.,012)

โดยการเวียนไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกสัมพันธ์กับอาการคัดจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยอาการคัดแน่นจมูก (Nasal congestion) เกิดจากการบวมของเนื้อเยื่อในเยื่อบุโพรงจมูกทำให้ช่องจมูกแคบลง ส่งผลต่อการเพิ่มการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก (Busse &

Holgate, 1995; Okubo et al., 2017) อาจกล่าวได้ว่าการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผู้ป่วยมีอาการของโรคจมูกจมูกอักเสบจากภูมิแพ้เพิ่มมากขึ้น

มีการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ระดับความหนักปานกลาง (Moderate aerobic exercise) และการออกกำลังกายจนเหนื่อยหมดแรง (Exhaustive exercise) ช่วยลดการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและเพิ่มปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก สัมพันธ์กับอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่ลดลง (Tongtako et al., 2012) นอกจากนั้นยังมีการศึกษาพบว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดยการวิ่งบนลู่วิ่งเป็นระยะเวลา 3 เดือน ทำให้ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการของโรคลดลง (Tongtako et al., 2018) อีกทั้งการฝึกโยคะเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ช่วยลดการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกด้วยเช่นเดียวกัน (Chanta et al., 2019)

อุณหภูมิส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก โดย Olsson (1985) ศึกษาอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและการตันของช่องจมูก (Nasal patency) โดยการประเมินจากการให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้มีสุขภาพดีหายใจออกผ่านช่องจมูกอย่างเต็มที่ (Maximal nasal expiratory flow) โดยพบว่าที่อุณหภูมิสูงการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและการตันของช่องจมูกจะเพิ่มมากขึ้น แต่ในที่อุณหภูมิต่ำการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและการตันของช่องจมูกจะลดลง นอกจากนั้น Bailey et al. (2017) ศึกษาพบว่าการหายใจแบบลึก (Deep breathing) ส่งผลต่อการทำให้อุณหภูมิในช่องจมูกลดลงซึ่งทำให้ช่องจมูกโล่งขึ้นสอดคล้องกับการไหลของอากาศในโพรงจมูกที่เพิ่มขึ้น

1.6 ระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกกับอาการของโรคจมูกอักเสบจาภูมิแพ้

ไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide) เกี่ยวข้องกับการเกิดการอักเสบของระบบทางเดินหายใจ เมื่อเกิดการอักเสบ เซลล์เยื่อบุผิวของหลอดลมจะผลิตก๊าซไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide; NO) ในปริมาณสูงกว่าภาวะปกติ ระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (Fractional Exhaled Nitric Oxide; FENO) จึงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อหลอดลมมีการอักเสบบางภาวะ เช่น โรคหืดจากภูมิแพ้ (Allergic asthma) โรคหืดชนิดอีโอสิโนฟิล (Eosinophilic asthma) จึงส่งผลโดยตรงกับอาการของโรคจมูกอักเสบจาภูมิแพ้ (Dweik et al., 2011) จากการศึกษา การปรับอุณหภูมิของอากาศจมูก: ผลของสาร vasoactive และการมีส่วนร่วมของไนตริกออกไซด์ พบว่า การเปลี่ยนแปลงของของเสียของหลอดเลือดในจมูก สัมพันธ์กับการปรับอุณหภูมิของอากาศในโพรงจมูก กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ทำให้ระดับของไนตริกออกไซด์ลดลง ทำให้การอักเสบทางเดินหายใจลดลง ส่งผลให้อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลงด้วย (Holden et al., 2022)

2. ระบบหายใจ

การหายใจ (Respiratory) คือ กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำออกซิเจนเข้าไปในร่างกายและการนำคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นถูกขับออกนอกร่างกายการแลกเปลี่ยนแก๊สเกิดขึ้นในร่างกายเนื่องจากออกซิเจนมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์พลังงานของเซลล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในเซลล์ร่างกายจำเป็นต้องกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์โดยการหายใจออก นอกจากนี้การหายใจยังต้องอาศัยการทำงานของระบบกล้ามเนื้อเพื่อช่วยในการระบายอากาศเข้าและออกจากปอดผ่านระบบไหลเวียนเลือดเพื่อช่วยขนส่งออกซิเจนจากปอดไปยังเซลล์และคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ไปยังปอดทั้งนี้ระบบหายใจจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทเพื่อคล้อยตามกับความต้องการของร่างกายในสภาวะต่าง ๆ กันได้ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ , 2555)

2.1 โครงสร้างระบบหายใจ

ระบบหายใจแบ่งโครงสร้างเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เป็นท่อทางเดินอากาศและส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซดังแสดงในรูปที่ 3

1) ส่วนที่เป็นท่อทางเดินอากาศ ประกอบด้วยท่อทางเดินอากาศส่วนบน (Upper airways) ได้แก่ จมูก (Nose) โพรงจมูก (Nasal cavity) ปาก (Mouth) คอหอย (Pharynx) กล่องเสียง (Larynx) และท่อทางเดินอากาศส่วนล่าง (Lower airways) ได้แก่ หลอดลมใหญ่ (Trachea)หลอดลมเล็ก (Bronchi) หลอดลมฝอย (Bronchioles) และหลอดลมฝอยส่วนปลาย (Terminal Bronchioles)

- จมูก ช่องจมูกมีเยื่อบุผิว 2 ชนิด ได้แก่ เรสพิราทอรีมิวโคซา (Respiratory Mucosa) ทำหน้าที่สร้างมูกเพื่อให้ผิวชื้นและมีขนท้าหน้าที่ดักฝุ่นหรือผงเล็กๆ และโอลแฟคทอรีอิพิทีเลียม (Olfactory epithelium) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับกลิ่นโพรงจมูก

- คอหอย แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ คอหอยหลังโพรงจมูก (Nasopharynx) มีหน้าที่ทำความสะอาดอากาศที่หายใจเข้าไป คอหอยหลังช่องปาก (Oropharynx) เป็นส่วนที่ท้าให้เกิดการกลืนและคอหอยหลังกล่องเสียง (Laryngopharynx) จะต่อกับหลอดอาหารโดยมีฝาปิดกล่องเสียงคอยปิดไม่ให้อาหารตกลงไปในกล่องเสียง

- กล่องเสียง เป็นทางเดินของอากาศเข้าสู่ปอดและเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เปล่งเสียง

- หลอดลมใหญ่ จะต่อมาจากกล่องเสียงที่อยู่ด้านบนและแยกออกเป็นหลอดลมเล็กส่วนต้น 2 ด้านซ้ายและด้านขวาเข้าไปสู่ปอดทั้งสองข้าง

- หลอดลมเล็ก เป็นท่อแตกแขนงของหลอดลมใหญ่ เป็นหลอดลมเล็กส่วนต้นซ้ายและขวาซึ่งอยู่ภายนอกเนื้อปอด และเมื่อแทงเข้าเนื้อปอดแต่ละข้างจะแตกแขนงออกเป็นท่อที่มีขนาดเล็กลงเป็นหลอดลมเล็กส่วนที่สอง

- หลอดลมฝอย เป็นแขนงย่อยที่แตกออกมาจากหลอดลมเล็กส่วนที่สาม

- หลอดลมฝอยส่วนปลาย เป็นจุดสิ้นสุดของส่วนที่เป็นท่อทางเดินอากาศ จะพบเซลล์คลาร่า(Clara cell) ทำหน้าที่หลั่งโปรตีนเพื่อปกป้องเยื่อบุจากสารพิษ และเกี่ยวข้องกับการขนส่งคลอไรด์ไอออน

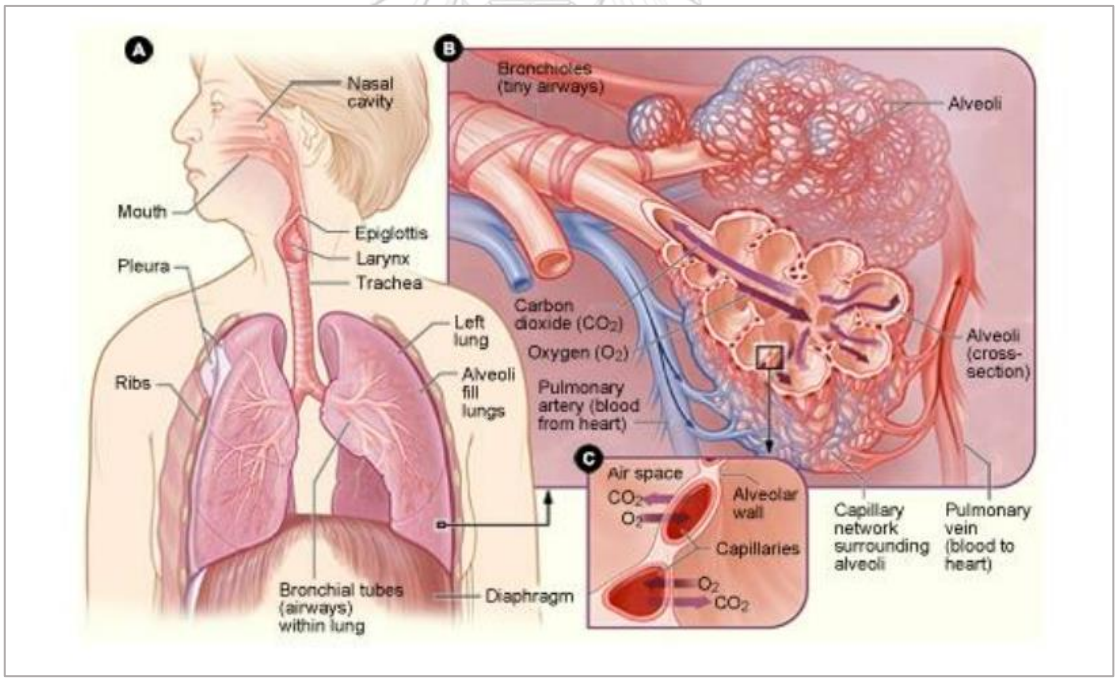
2) ส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ (Respiratory division) ประกอบด้วยหลอดหายใจฝอย(Respiratory Bronchioles) ท่อถุงลม (Alveolar duct) ถุงลมใหญ่ (Alveolar Sac) และถุงลมเล็ก (Alveoli)

- หลอดหายใจฝอย เป็นจุดเริ่มต้นของส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ มีถุงลมมาเปิดเข้าที่ท่อ

- ท่อถุงลม เกิดจากการที่หลอดหายใจฝอยแตกแขนงออกอีก 2- 3 ครั้ง ส่วนนี้เป็นท่อที่มีถุงลมหลายๆ อันมาเปิดเข้าด้วยกัน

- ถุงลมใหญ่ ต่อมาจากท่อถุงลม ลักษณะคล้ายกับพวงองุ่นทั้งพวง

- ถุงลมเล็ก จะแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เซลล์ถุงลมชนิดที่ 1 (Alveolar cell Type I) ช่วยในการแลกเปลี่ยนก๊าซ และเซลล์ถุงลมชนิดที่ 2 (Alveolar cell type II) ทำหน้าที่สร้างสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) ของถุงลม (วรรณพร ทองตะโก, 2015)



รูปที่ 3 โครงสร้างระบบหายใจ

ที่มา : http://www.cancerindex.org/medterm/medtm11.htm

2.2 กลไกการหายใจ

กลไกการหายใจเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจซึ่งแสดงในรูปที่ 4 แสดงกลไกการหายใจเข้าและหายใจออก ในขณะพักกล้ามเนื้อกระบังลมจะอยู่บริเวณช่องอก การหายใจเข้า ซี่โครงแลกระดูกหน้าอกเคลื่อนที่ด้วยกล้ามเนื้อยึดซี่โครงส่วนนอกเมื่อหายใจเข้าซี่โครงจะขยายและยกขึ้น กระดูกหน้าอกยกและขยายไปทางด้านหน้า ในเวลาเดียวกันกล้ามเนื้อกระบังลมหดตัวแบนลงไปที่ช่องท้องเกิดการขยายตัวสามด้านของช่องอกเพิ่มปริมาตรด้านในปอดเมื่อปอดขยายจะมีปริมาตรปอดมากขึ้นและอากาศด้านในจะมีพื้นที่มากขึ้นเพื่อให้อากาศเติมเข้ามา ตามกฎของ Boyle เมื่อความดันในปอดลดลง ความดันในปอดจะน้อยกว่าความดันอากาศด้านนอกร่างกายเพราะทางเดินหายใจคือการเปิดทางจากด้านนอกอากาศจะไหลเข้าปอดเพื่อลดความต่างของความดัน ขณะออกกำลังกายอย่างหนัก การหายใจเข้าจึงมีกล้ามเนื้ออื่นมาช่วย เช่น Scalene Sternocleidomastoid และ Pectorals กล้ามเนื้อเหล่านี้ช่วยยกซี่โครงมากกว่าตอนหายใจปกติ (Kenney et al., 2012)

ระบบการควบคุมการหายใจ มี 3 ส่วน ได้แก่

1. ตัวรับรู้ (Sensor) ที่สำคัญ มี 2 ชนิด ได้แก่ ตัวรับรู้ทางเคมี (Chemoreceptor) และตัวรับรู้เชิงกล (Mechanoreceptor) มีหน้าที่รับข้อมูลและส่งสัญญาณเข้าไปยังศูนย์ควบคุการหายใจ

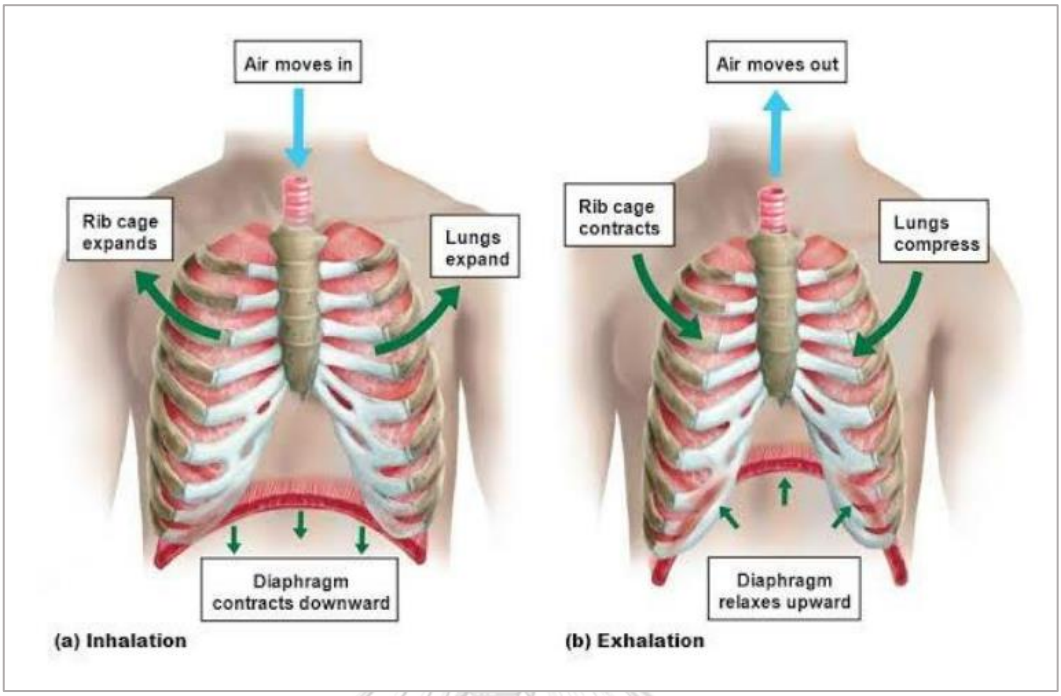
2. ศูนย์ควบคุมการหายใจ (Central controller) อยู่ในสมองส่วนเมดัลลา (Medulla) และพอนส์ (Pons) นำเข้าข้อมูลจากตัวรับรู้และถูกปรับแต่งให้มีการตอบสนองอย่างเหมาะสมก่อนส่งสัญญาณออกไปยังหน่วยแสดงผล

3. หน่วยแสดงผล (Effector) อยู่ที่กล้ามเนื้อหายใจ รับสัญญาณที่ส่งออกมาจากศูนย์ควบคุมทำให้มีการระบายอากาศเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพื่อความสมดุลของร่างกายในขณะนั้นการควบคุมการหายใจโดยระบบประสาทแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic control) ได้แก่การหายใจที่เกิดขึ้นโดยการควบคุมจากศูนย์หายใจ (Respiratory center) ในเมดัลลา (Medulla)และพอนส์ (Pons) ซึ่งโดยปกติจะหายใจเข้าและหายใจออกโดยอัตโนมัติแม้ขณะหลับ

การควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary control) ได้แก่การควบคุมจากสมองส่วนบน คือ เปลือกสมอง (Cerebral cortex) และทาลามัส (Thalamus)ควบคุมเปลี่ยนแปลงการหายใจในระยะสั้น ๆ เช่น การกลั้นหายใจ (Breath-holding) การหายใจเร็วและแรง (Voluntary hyperventilation) (รัชฎา แก่นสาร์, 2552)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4 กลไกการหายใจเข้า-ออก

ที่มา : https://www.toppr.com/ask/en-ca/question/explain-breathing-

2.3 กล้ามเนื้อหายใจ

กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจ ดังแสดงในรูปที่ 5 ดังนี้

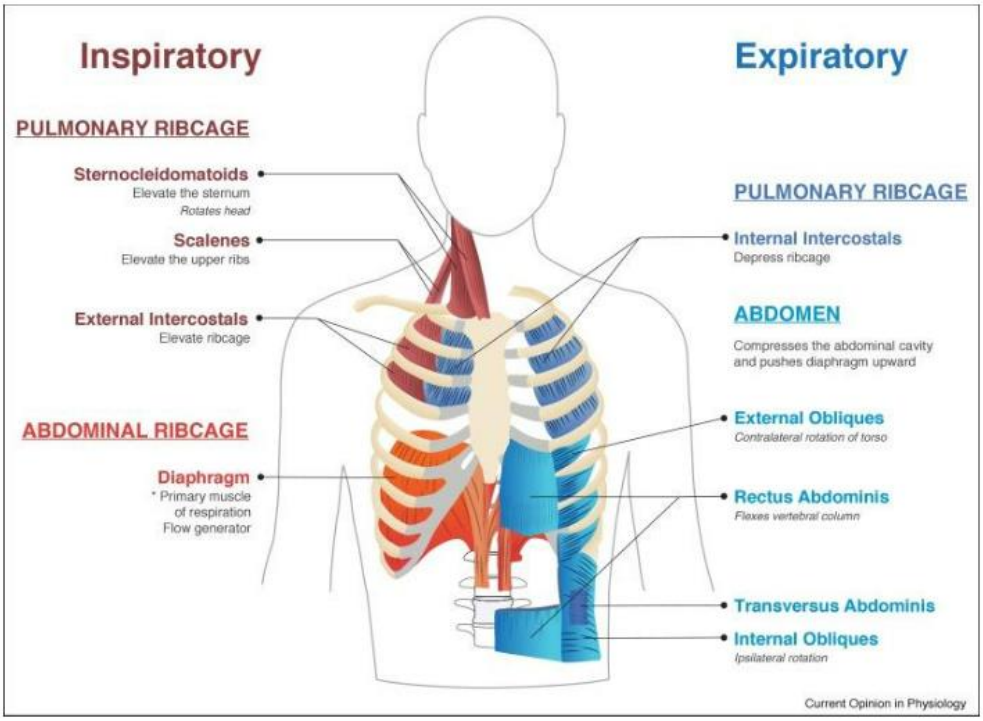
<u>กลุ่มกล้ามเนื้อหายใจเข้า (Inspiratory Muscles)</u> ได้แก่

- กล้ามเนื้อกะบังลม (Diaphragm) ช่วยในการเพิ่มปริมาตรอากาศในทิศทางขณะที่กล้ามเนื้อหดตัว
- กล้ามเนื้อ External intercostal ช่วยยกซี่โครงขยับไปข้างหน้าร่วมกับขึ้นด้านบนเพื่อเพิ่มปริมาตรอากาศ
- กล้ามเนื้อ Sternocleidomastoid ช่วยในการยกกระดูกอกขึ้น
- กล้ามเนื้อ Scalene ช่วยในการยกซี่โครง 2 คู่แรก
- กล้ามเนื้อ Serratus anteriorช่วยยกซี่โครงทางด้านข้างและด้านหน้า

<u>กลุ่มกล้ามเนื้อหายใจออก (Expiratory Muscle)</u> ได้แก่

- กล้ามเนื้อ Internal intercostal ช่วยดึงซี่โครงไปข้างหลังและลงด้านล่าง
- กล้ามเนื้อ Rectus abdominis ช่วยกดอวัยวะในช่องท้องขึ้นไปเพื่อเพิ่มแรงดันภายในช่องท้องโดยปกติการหายใจเข้าและการหายใจออกร่างกายจะใช้กล้ามเนื้อหายใจเข้าเป็นหลักเพียงอย่างเดียวในส่วนของขั้นตอนการหายใจออกเป็นจากการคลายของกล้ามเนื้อเหล่านั้นส่วน

กล้ามเนื้อหายใจออกข้างต้นจะใช้ในกรณีที่เรามีการไอหรือหายใจออกแรงๆเท่านั้น ส่วนกล้ามเนื้ออีกกลุ่มที่เรียกว่า Accessory Muscle ได้แก่ กล้ามเนื้อ Sternocleidomastoid และกล้ามเนื้อ Scaleneจะใช้ในการหายใจเข้ามากกว่าปกติหรือการพยายามหายใจเข้าเพิ่มขึ้น เป็นการหายใจที่ผิดปกติซึ่งโดยปกติกล้ามเนื้อเหล่านี้ไม่ทำงาน



รูปที่ 5 กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจเข้า – ออก
ที่มา : (Welch et al., 2019)

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจได้แก่ความยาวของกล้ามเนื้อขณะพัก (Resting muscle length) แรงต้านทานการทำงานของการหายใจ (Resistance of work of breathing สารอาหาร (Nutrition) เช่น ภาวะขาดสารอาหาร (Malnutrition) การบาดเจ็บไขสันหลัง (Spinal cord injury) ที่มีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจ (กิตติศักดิ์ ธานีทรัพย์, 2017)

2.4 วิธีการตรวจความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจด้วยเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (MicroRPM, Micromedical, England) ซึ่งทำการวัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength) ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดMaximal(Inspiratory Pressure; MIP) และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุดMaximal (Expiratory Pressure; MEP) ซึ่งเป็นการเป็นค่าที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เช่น, อายุ,

เพศ, ขนาดของร่างกาย, แรงดันบรรยากาศ หรือ ความแคบ หรือ ความผิดปกติของสิ่งปิดกั้นทางเดินหายใจ (Obando et al., 2012)

1) ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (MIP) คือ ค่าที่วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ทำงาน เมื่อหายใจเข้าจากแรงดันบรรยากาศโดยการเป่าลมออกหายใจออกจนสุดหลังการหายใจออกเต็มที่แล้วให้สูดลมหายใจเข้าทางปากเต็มที่มีหน่วยเป็น เซนติเมตรน้ำ

2) ค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (MEP) คือ ค่าที่วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ทำงานเมื่อหายใจออก จากแรงดันบรรยากาศซึ่งสามารถมาจากการท างานของกล้ามเนื้อท้องและกล้ามเนื้อยึดซี่โครง โดยการสูดลมหายใจเข้าเต็มที่หลังจากการหายใจเข้าเต็มที่แล้วให้เป่าลมหายใจออกทางปากเต็มที่มีหน่วยเป็น เซนติเมตรน้ำ

2.5 วิธีการตรวจสอบสมรรถภาพปอด

สมรรถภาพปอด บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการทำงานของปอด ซึ่งสามารถวัดได้จากปริมาตรของอากาศที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเข้าออกและความจุปอด โดยใช้เครื่องวัดปริมาตรการหายใจ (Spirometer) การตรวจสมรรถภาพปอด เป็นการตรวจที่สำคัญและมีประโยชน์อย่างยิ่งในกระบวนการวินิจฉัย ประเมินและติดตามผลการรักษาโรคระบบการหายใจ เช่น โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคปอดจากการทำงาน เป็นต้น นอกจากนี้การตรวจสมรรถภาพปอด สามารถบ่งถึงการเสื่อมของการทำงานของปอดก่อนที่อาการทางคลินิกจะเริ่มปรากฏ เนื่องจากปอดเป็นอวัยวะที่มีความสามารถสำรองสูง อาการเหนื่อยจึงมักปรากฏหลังจากพยาธิสภาพในปอดเกิดขึ้นมากแล้ว (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, มปป.)

การทดสอบการทำงานของสมรรถภาพปอด (Pulmonary function test) (บัวรอง ลิ่วเฉลิมวงศ์, 2014)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) การวัดปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) ให้ผู้ทดสอบหายใจให้ลึกที่สุดและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้เป็นเวลา 15 วินาที แล้วนำมาคำนวณหาปริมาตรอากาศเป็นลิตร/นาที เพื่อเทียบกับค่าปกติซึ่งอยู่ในช่วง 120 ถึง 200 ลิตร/นาที การทดสอบนี้แสดงถึงสมรรถภาพของกล้ามเนื้อช่วยในการหายใจและความต้านทานของท่อทางเดินอากาศว่าอยู่ ในระดับปกติหรือไม่

2) การวัดปริมาตรหายใจออกเต็มที่ (Force expiratory volume; FEV) ให้ผู้ทดสอบหายใจเข้าลึกที่สุดแล้วหายใจออกแรงที่สุดและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้ววัดปริมาตรอากาศและเวลาของการหายใจออกไว้นิยมใช้ค่าในช่วง 1 วินาที (FEV1) ค่านี้แสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการหายใจออกมีความผิดปกติ

3) การวัดอัตราการหายใจออกสูงสุด (Peak expiratory flow rate; PEFR) ให้ผู้ทดสอบหายใจออกอย่างเต็มที่ผ่านเครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศ (Flow meter) ถ้ามีค่าต่ำกว่าปกติ

(350 ถึง 500 ลิตร/นาที) จะแสดงถึงการเพิ่มความต้านทานของทางเดินอากาศต่อการหายใจ ออก หรือการลดแรงพยายามหดตัวกลับของปอด

2.6 ระบบหายใจกับการออกกำลังกาย

หน้าที่ของระบบหายใจ คือ การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในระหว่างออกกำลังกายการหายใจจะเพิ่มมากกว่าตอนพักก๊าซทั้ง 2 ชนิดจะถ่ายเทแลกเปลี่ยนกันระหว่างอากาศและเลือดโดยผ่านทางผนังของถุงลม (Alveoli) ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) จะนำออกซิเจนซึ่งไม่ค่อยละลายในน้ำเหลืองไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายในน้ำเหลืองได้ง่ายในรูปของไบคาร์บอเนต (Bicarbonate) เมื่อเริ่มต้นออกกำลังกายจะมีการเพิ่มการหายใจอย่างปานกลางโดยทันที ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการเคลื่อนไหวกระดูก ข้อ กล้ามเนื้อ และอีก 2 – 3 นาที ต่อมาถ้ายังออกกำลังกายต่อไปการหายใจจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และค่อย ๆ คงที่ไม่เพิ่มต่อไปอีก ช่วงนี้อาจจะเป็นผลจากการกระตุ้นของสารเคมีบางอย่างซึ่งยังไม่ทราบกลไกชัดเจน กล้ามเนื้อที่ทำงานจะผลิตของเสียออกมาคือคาร์บอนไดออกไซด์และกรดแลกติก (Lactic acid) และต้องการออกซิเจนมากขึ้น ในขณะนั้นความดันของคาร์บอนไดออกไซด์และความดันของออกซิเจนจะยังคงปกติ นอกจากจะออกกำลังกายหนักจริง ๆ การที่เลือดมีฤทธิ์เป็นกรดมิได้เป็นผลจากการหายใจ เมื่อหยุดการออกกำลังกาย การหายใจจะลดลงทันทีเช่นกัน และลดลงมากกว่าตอนขึ้นเสียอีก ต่อจากนั้นจะค่อย ๆ กลับคืนสู่สภาพปกติแต่ช้ากว่าตอนขึ้นการ ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอมีคุณค่าต่อระบบหายใจดังนี้ (healthcare Thai, n.d.)

1) ทำให้ขนาดของทรวงอกเพิ่มขึ้น
2) กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ช่วยในการหายใจมีความแข็งแรงมากขึ้น
3) อัตราการหายใจในขณะพักช้าลง เพราะคุณภาพของการหายใจเพิ่มขึ้น
4) ความจุปอดเพิ่มขึ้น เนื้อที่ของถุงลมมากขึ้น
5) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซดีขึ้น ร่างกายสามารถจับออกซิเจนได้มากขึ้น

การออกกำลังกายที่สามารถพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจมีหลายวิธี เช่น การวิ่ง การขี่จักรยาน การว่ายน้ำ การเต้นแอโรบิก เป็นต้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และความเหมาะสม สุภัทรชัย สุนทรวิภาต และคณะ (2557) ได้กล่าวไว้ว่า การออกกำลังกายวิธีหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ คือ การจัดการออกกำลังกายแบบสถานีซึ่งสามารถปรับรูปแบบกิจกรรรมการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าทำได้ครบหรือประสบความสำเร็จได้ไม่ยาก สามารถออกแบบการออกกำลังกายได้หลายรูปแบบ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นตลอดช่วงระยะเวลาที่ออกกำลังกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. การออกกำลังกายกับโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ผ่านมาได้ให้ความสนใจกับ การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Repeated bout aerobic exercise/ Training) ในการช่วยฟื้นฟูอาการของผู้ป่วยโรคต่างๆ แต่ในผู้ป่วยโรคภูมิแพ้โดยเฉพาะโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ซึ่งส่วนใหญ่มักทำการศึกษาในสัตว์ทดลอง พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับเบา และปานกลาง สามารถยับยั้งการอักเสบของหลอดเลือดและพาเรนไคมา (parenchyma) ในหนูที่ถูกทำให้เป็นปอดอักเสบจากภูมิแพ้เรื้อรังได้ (Vieira et al., 2008) ทั้งนี้ยังส่งผลดีต่อไซโตไคน์ หรือสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของโรคภูมิแพ้ในสัตว์ทดลองคาดว่าจะสามารถช่วยป้องกันและรักษาโรคภูมิแพ้ในคนได้ แต่ที่ผ่านมาการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายระดับความหนักปานกลางในมนุษย์ยังมี ข้อมูลน้อยและไม่ชัดเจน โดยส่วนใหญ่มีแต่การศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบฉับพลันที่กระตุ้นอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Silvers and Poole, 2006; Schwartz et al., 2008) สำหรับผลของการฝึกออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลางมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยช่วยพัฒนาสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจ ลดการตอบสนองของการอักเสบ และอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Tongtako, 2011)

3.1 โปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

จากการศึกษาที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้สามารถออกกำลังกายแบบแอโรบิกได้ซึ่งจะส่งผลดีต่อการลดอาการของโรคและสมรรถภาพทางกายรวมถึงตัวแปรทางสรีรวิทยาต่างๆ เช่น อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นต้น ดังนั้นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้สามารถออกกำลังกายตามหลัก FITT โดยควรเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลาง (Briner and ACSM, 2007; Tongtako, 2011, Tongtako et al., 2012) ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ความถี่ในการออกกำลังกาย (Exercise frequency)</u> ควรออกกำลังกายอย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์ เพื่อเป็นการเพิ่มสมรรถภาพให้กับระบบหัวใจไหลเวียน (Cardiovascular fitness) และอาจค่อยๆเพิ่มจำนวนวันขึ้น เป็น 6 วันต่อสัปดาห์ และควรมีวันหยุดพักอย่างน้อย 1 วัน เพื่อป้องกันการเมื่อยล้ามากเกินไปของเนื้อเยื่อ ทั้งยังช่วยป้องกันการเกิดการบาดเจ็บจากการใช้เกิน (Overuse injury) ไปได้

<u>ความหนักในการออกกำลังกาย (Exercise intensity)</u> ควรออกกำลังกายความหนักระดับปานกลางหรือประมาณ 65-75% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง (Heart rate reserve; HRR)

ระยะเวลาในการออกกำลังกาย (Time to exercise) ควรออกกำลังกายอย่างน้อยครั้งละ 30 นาที ขึ้นไป หากเริ่มออกกำลังกายใหม่ๆ อาจเริ่มออกกำลังกายครั้งละ 10 นาที รวมกันใน 1 วันให้ได้ 30 นาที และค่อยๆ เพิ่มระยะเวลาต่อครั้งขึ้น

ชนิดของการออกกำลังกาย (Types of exercise) ควรออกกำลังกายแบบแอโรบิก เช่น การเดิน การวิ่ง การปั่นจักรยาน หรือการว่ายน้ำ เป็นต้น

3.2 ข้อควรระวังและข้อแนะนำในการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ข้อควรระวัง ก่อนเริ่มออกกำลังกาย หากผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีอาการหรืออยู่ในเกณฑ์ดังต่อไปนี้ ควรมีการปรึกษาแพทย์ก่อนเริ่มต้นการออกกำลังกาย (Briner and ACSM, 2007) ได้แก่

1) มีลักษณะหรืออาการของโรคที่ไม่สามารถ ควบคุมได้

2) มีอายุมากกว่า 35 ปี

3) หากผู้ป่วยมีความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจ 2 ข้อขึ้นไปในข้อต่างๆ ต่อไปนี้ ได้แก่ สูบบุหรี่ ความดัน โลหิตสูงอ้วน (ค่าดัชนีมวลกาย [Body Mass Index; BMI] มากกว่า 30 ขึ้นไป) คอเลสเตอรอลสูง และมีประวัติคนในครอบครัวเป็นโรคหัวใจ

4) มีอาการเจ็บหน้าอก หายใจสั้น หมดสติ หรือ เวียนศีรษะขณะออกกำลังกาย

ข้อแนะนำ

1) ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ควรคิดว่า โรคที่เป็นนั้นเป็นไม่เป็นอุปสรรคในการออกกำลังกาย และสามารถออกกำลังกายได้

2) ต้องแน่ใจว่าอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เป็นอยู่นั้น สามารถควบคุมได้ก่อนที่จะเริ่มต้นออกกำลังกายตามโปรแกรม

3) อาจใช้ยาพ่นจมูกหรือรับประทานยาก่อนการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการเกิดอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ขณะที่ออกกำลังกาย

4) ควรรับประทานยาต้านฮีสตามีน (Antihistamines) ตามที่แพทย์แนะนำเพื่อควบคุมอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

5) ควรนำยาของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ติดตัวไปด้วยทุกครั้งในการออกกำลังกาย

4. การออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

การออกกำลังกายในสภาพอากาศที่เย็นจัดหรือร้อนจะยิ่งทำให้เกิดความเครียดอย่างมากต่อกลไกที่ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย การตอบสนองทางสรีรวิทยาและความสามารถในการออกกำลังกายแบบความอดทนลดลงภายใต้สภาวะที่เย็นหรือร้อน เมื่อเทียบกับสภาวะปานกลาง เป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าสภาวะอุณหภูมิแวดล้อมมีบทบาทสำคัญในการออกกำลังกาย (No et al., 2016) ความร้อนและความชื้นสูงทำให้เกิดปัญหา 2 ประการ ได้แก่ 1) อุณหภูมิร่างกายหลักที่เพิ่มขึ้น และ 2) ภาวะขาดน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทำให้ความอดทนของกล้ามเนื้อลดลง ท้ายที่สุดอุณหภูมิร่างกายที่สูงจะทำให้เลือดที่ไหลเวียนไปยังหัวใจ (Sports Medicine, 2017) และการออกกำลังกายในอุณหภูมิที่ร้อนจัดทำให้ประสิทธิภาพการออกกำลังกายลดลงภายใต้สภาวะความเครียดได้ (Silva, 2019) การออกกำลังกายในที่เย็น จะทำให้ร่างกายสูญเสียความร้อน ความหนาวเย็นอย่างรุนแรงอาจส่งผลต่อระบบอวัยวะทั้งหมด โดยเฉพาะระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) และระบบหัวใจและหลอดเลือด (Sport Medicine, 2016)

4.1 ออกกำลังกายในที่ร้อน

การออกกำลังกายในสภาพอากาศร้อนชื้นจะสังเกตได้จากอัตราเหงื่อและอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จะมีการสูญเสียความร้อนจากการระเหยน้อยลงภายใต้สภาวะเหล่านี้ และทำให้อุณหภูมิแกนกลางสูงขึ้นมากขึ้น ส่งผลให้มีอัตราการขับเหงื่อมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความเหนื่อยล้าและความร้อนที่อาจเกิดการบาดเจ็บที่เนื้อเยื่อของร่างกาย (Cleeson, 1998) ในการวิ่งที่มีระยะเวลานานกว่า 3 นาทีขึ้นไป จะมีผลทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าปกติ จนทำให้การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายต้องทำงานหนักขึ้น เพื่อระบายความร้อนออก อากาศร้อนและมีความชื้นสูง การ ระเหยของเหงื่อจะทำได้ไม่ดี ร่างกายจะต้องขับเหงื่อออกมามากขึ้น จะมีผล ทำให้หัวใจและระบบไหลเวียนเลือดต้องทำงานมากขึ้น หัวใจเต้นเร็วขึ้น กล้ามเนื้อเมื่อยล้าเร็วขึ้น ร่างกายต้องใช้พลังงานมากขึ้น (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 1993)

การออกกำลังกายในที่ร้อนและชื้นทำให้เกิดภาวะเครียดต่อระบบการไหลเวียนเลือด หัวใจ และ กล้ามเนื้อ เพราะความร้อนที่สะสมที่กล้ามเนื้อที่กำลังหดตัว (Contracting muscle) ต้องถูกระบาย ออกไป มิฉะนั้นแล้วเอนไซม์ต่างๆโดยรอบจะทำหน้าที่ไม่ได้เป็นผลสืบเนื่องกระทบต่อการหดตัวของ กล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนต้องทำหน้าที่ขนถ่ายความร้อนออกจากกล้ามเนื้อและนำไปสู่บริเวณผิวหนัง จากนั้นการระเหยออกที่ผิวหนังจะเป็นวิธีการหลักในการระบายความร้อนออกจากร่างกาย การออกกำลังกายในสภาวะที่อากาศร้อนการหลั่งเหงื่อออกมามีความสำคัญ 2 ประเด็นคือการสูญเสียของเหลวและการระบายความร้อน หากออกกำลังกายไปนานมากๆหรือเสียเหงื่อมากๆจึงเท่ากับเป็นการ ลดปริมาตรของน้ำเลือดและถ้าลดลงอย่างมากก็ส่งผลทำให้ระบบการไหลเวียนเลือดล้มเหลว อุณหภูมิ แกนในร่างกายก็เพิ่มขึ้นจนอาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ (วารี วิดจายา, ม.ป.ป.)

<u>กลไกในการปรับตัวของร่างกายเมื่อออกกำลังกายในที่ร้อน</u>

1. การปรับตัวของระบบการไหลเวียนเลือด มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นตามความหนักและความนานในการออกกำลังกาย ดังนี้ 1) เพิ่มการไหลเวียนไปที่กล้ามเนื้อเพื่อใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมอย่างต่อเนื่อง 2) ไปที่ผิวหนังจะเพิ่มขึ้นเพื่อขนถ่ายความร้อนที่เกิดขึ้นจากการออกกำลังกาย เพื่อเป็นการระบายความร้อนออกจากร่างกายในระหว่างการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่ร้อนนั้น หัวใจจะมีการตอบสนองใน 3 ตัวแปรหลัก ได้แก่ การเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) 3) การเพิ่มขึ้นของปริมาตรการสูบฉีดเลือดที่หัวใจ (Cardiac output) 4) การเปลี่ยนแปลงของ

ปริมาตรเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจในการบีบตัวแต่ละครั้ง (Stroke volume) การเปลี่ยนแปลงในระบบการไหลเวียนของเลือดในสภาวะที่อากาศร้อนก็จะสัมพันธ์กับภาวะของการขาดน้ำหรือได้รับน้ำน้อย (Hypohydration) Nadel et al. (1980) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของสภาวะน้ำในระบบการไหลเวียน เมื่อสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิมีประมาณ 35˚C และความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันไปโดยให้ขี่จักรยานวัดงานและพบว่าในสภาพที่ร่างกายมีน้ำน้อยกว่าปกติ เนื่องจากการออกกำลังกายจะส่งผลให้ Cardiac output ลดลง และมีการลดลงของเลือดที่ไหลไปยังผิวหนังอุณหภูมิแกนกลางภายในร่างกายที่วัดจากหลอดอาหาร (Esophageal temperature) เพิ่มขึ้นถึง 42˚C ในสภาวะของการมีน้ำน้อยกว่าปกติปริมาตรของเลือดจะลดลงในระหว่างการออกกำลังกายก็จะส่งผลให้เกิดภาวะ Hypovolemic conditions ซึ่ง การลดลงของปริมาตรของเลือดจะส่งผลไปยังการควบคุมอัตราการหลั่งของเหงื่อ ทำให้เหงื่อออกน้อยลง ดังนั้นการตอบสนองต่อของเหลวในร่างกายและการหลั่งของเหงื่อระหว่าง Hypovolemia นั้นจะส่งผล ต่อปริมาตรของเลือดที่ไหลเวียนระหว่างการออกกำลังกาย

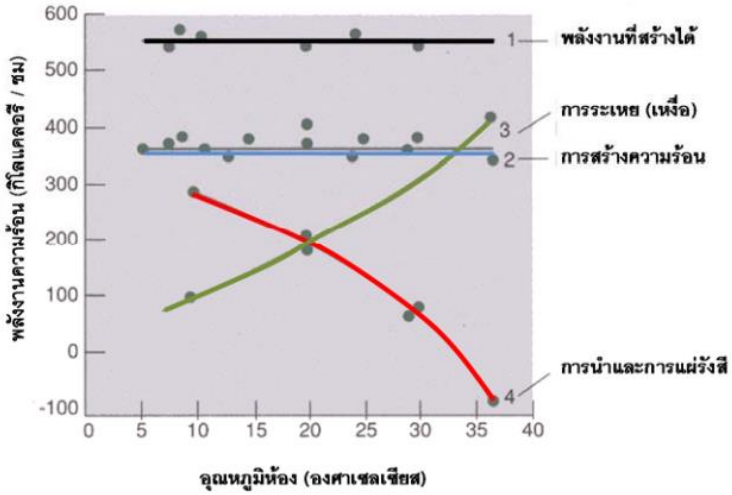
อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม	ค่าเฉลี่ย				น้ำหนักที่ลดลง	
	ชีพจร (ครั้ง/นาที)	อุณหภูมิแกน (°C)	อุณหภูมิผิว (°C)	การใช้ออกซิเจน (ลิตร / นาที)	กก	%
เย็น (5 °C)	104	37.7	32.8	1.5	0.25	0.3
ร้อน (40-50 °C)	166	38.8	37.6	1.5	1.15	1.6

รูปที่ 6 ผลของอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมต่อการตอบสนองของร่างกายใน ขณะที่ขี่จักรยานวัดงานเป็นเวลา 45 นาที

(แหล่งที่มา : Astrand et al., 2003)

2. หลอดเลือด ในระหว่างออกกำลังกายเรา พบว่าปริมาณเลือดจะส่งไปที่ส่วนของกล้ามเนื้อและผิวหนังมากที่สุด ส่วนอวัยวะอื่น ๆ เช่น ไต หรือกระเพาะลำไส้จะมีการขนส่งเลือดไปเลี้ยงเย็น (5˚C) อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ร้อน (40-50˚C) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิแกน (˚C) ชีพจร (ครั้ง/นาที) 104 166 37.7 38.8 อุณหภูมิผิว (˚C) 32.8 37.6 การใช้ออกซิเจน (ลิตร / นาที) 1.5 1.5 น้ำหนักที่ลดลง กก % 0.25 1.15 0.3 1.6 น้อยลง ทำให้เป็นผลดีทั้งการทำงานที่ต่อเนื่องของกล้ามเนื้อและการระบายความร้อน อย่างไรก็ตามเมื่อออกกำลังไปจนสูงในระดับหนึ่ง การไหลเวียนเลือดที่ผิวหนังและที่กล้ามเนื้อจะตรงกันข้าม กล่าวคือหากการไหลเลือดที่ผิวหนังยังคงรักษาระดับที่สูงอยู่ การไหลเวียนเลือดที่กล้ามเนื้อจะบกพร่อง ทำให้กล้ามเนื้อทำงานต่อไปไม่ได้ หรือหากการไหลเลือดที่กล้ามเนื้อยังคงรักษาระดับที่สูงอยู่ การไหลเวียนเลือดที่ผิวหนังจะบกพร่องทำให้ความร้อนสะสมมาก

3. ต่อมเหงื่อ การสูญเสียความร้อนเมื่อสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้นนั้น การระเหยจะมีบทบาทที่สำคัญในการระบายความร้อนมากที่สุด ส่วนการแผ่รังสีการนำและการพาความร้อนจะส่งผลน้อย (รูปที่ 7)

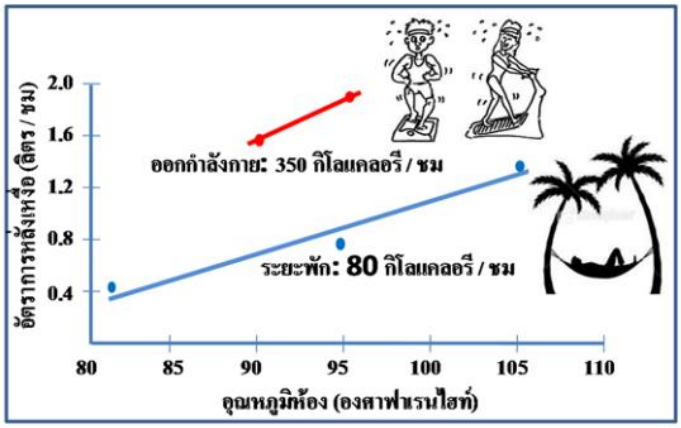


รูปที่ 7 ความสำคัญของวิธีการต่างๆในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างการออกกำลังกายด้วยความหนัก 150 วัตต์ที่อุณหภูมิห้องที่แตกต่างกัน

(แหล่งที่มา: Nielsen, 1983)

ต่อมเหงื่อจะถูกควบคุมโดยใช้ไฮโปทาลามัส การที่อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นก็เป็นเหตุให้ไฮโป ทาลามัสส่งสัญญาณผ่านเส้นประสาทซิมพาเทติคไปกระตุ้นที่ต่อมเหงื่อทำให้มีการหลั่งเหงื่อเกิดขึ้น โดยสารละลายในเหงื่อนั้นจะประกอบด้วยเกลือแร่ ซึ่งปกติร่างกายจะขับเหงื่อออกประมาณ 1.8 ลิตร ต่อ ชั่วโมง อัตราการหลั่งเหงื่อจะขึ้นอยู่กับความหนักของการออกกำลังกายซึ่งอัตราการหลั่งของเหงื่อใน 1 วันจะอยู่ประมาณ 10-15 ลิตร (รูปที่ 8)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 8 ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการหลั่งเหงื่อในขณะพักและออกกำลังกายในที่ร้อนซึ่งมีอุณหภูมิจาก 80˚F (29˚C) ถึง 105o F (41˚C)

ที่มา : (Lampietro, 1971)

4. ฮอร์โมน ในภาวะเครียดจากความร้อนจะทำให้มีการสูญเสียเกลือและของเหลวในเหงื่อ ร่างกายจะตอบสนองโดยการหลั่งฮอร์โมนบางชนิด (Vasopressin หรือ Antidiuretic hormone, ADH) ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อน ซึ่ง ADH จะช่วยเพิ่มการดูดซึมของน้ำจากไตกลับเข้าสู่ร่างกายทำให้ปัสสาวะเข้มข้นขึ้น นอกจากนี่อาจจะหลั่งซึ่งช่วยควบคุมปริมาณโซเดียมในร่างกาย ชื่อแอลโดสเตอโรน (Aldosterone) ทำให้มีการดูดซึมกลับเกลือโซเดียมกลับเข้าสู่ร่างกายมากขึ้นพร้อมๆ กับมีการดึงน้ำกลับเข้าสู่ร่างกายด้วย

5. เสื้อผ้า สีและความหนาของเสื้อผ้า มีผลต่อการลดการแผ่รังสีความร้อนและการระเหยของเหงื่อทำให้ความร้อนเพิ่มขึ้นได้การใส่เสื้อผ้าสีขาวที่ช่วยลดการดูดซับความร้อน หรือเนื้อผ้าที่เบาบางเพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกายในทางตรงข้ามถ้าเสื้อผ้าสีดำก็จะช่วยดูดซับความร้อนให้เพิ่มขึ้นและเนื้อผ้าที่หนา เช่น ผ้าขนสัตว์ก็จะช่วยเก็บความร้อนได้ทำให้ร่างกายอบอุ่นขึ้นซึ่งมักใช้ในสภาพแวดล้อมที่อากาศเย็นมาก

6. ภาวะการขาดน้ำ (Dehydration) การสูญเสียน้ำจากร่างกายที่มากเกินไปนั้นจะทำให้อัตราการหลั่งเหงื่อลดลง, ปริมาตรของน้ำเลือดลดลง, ปริมาตรของเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆของร่างกายก็จะลดลง ความสามารถในการทำงานก็ลดลง ความแข็งแรงของร่างกายก็ลดลงและไกลโคเจนที่สะสมในตับก็ลดลงด้วย

โดยสรุปเมื่อออกกำลังกายในที่อากาศร้อนจะมีตัวแปรอย่างน้อย 4 ตัวที่เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย คือ อุณหภูมิของอากาศความชื้นสัมพัทธ์ความเร็วลม และการแผ่รังสีซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อระดับความเครียดที่เกิดจากความร้อนในแต่ละคน เช่น ในคนที่ออกกำลังกายในที่สว่าง มีแสงแดด

และ อุณหภูมิของอากาศเท่ากับ 23˚C แต่ไม่ได้วัดความเร็วของลม จะรับผลกระทบจากความเครียดที่เกิดจากความร้อน มากกว่าคนที่ออกกำลังกายในที่อุณหภูมิเดียวกันแต่ท้องฟ้ามืดครึ้มกว่า

4.2 ออกกำลังกายในที่เย็น

การออกกำลังกายในสภาพที่หนาวเย็น 0 องศาเซลเซียส ช่วยเพิ่มอัตราการเผาผลาญไขมันที่สูงอยู่แล้วจากการออกกำลังแบบ HIIT ให้พุ่งขึ้นไปอีกหลังการออกกำลังกายถึง 358% ซึ่งเป็นอัตราที่มากกว่าการออกกำลังในภาวะอุณหภูมิสูงกว่าถึง 3 เท่า จากการตรวจวัดอุณหภูมิผิวหนังและแกนกลางร่างกาย รวมทั้งอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณออกซิเจนที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อมัดใหญ่ (Munten et al., 2020)

ในระหว่างการออกกำลังกายในสภาพที่หนาวเย็นการดูดซึมออกซิเจนและเอาต์พุตการเต้นของหัวใจมากกว่าในระหว่างการออกกำลังกายเดียวกันที่อุณหภูมิปกติ เอาต์พุตหัวใจที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการสัมผัสเย็นโดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณโรคหลอดเลือดสมองมากกว่าอัตราการเต้นของหัวใจ การตอบสนองของระบบไหลเวียนโลหิตต่อการสัมผัสความเย็นเฉียบพลับ พบว่า สภาพแวดล้อมที่หนาวเย็นทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ระดับการรับออกซิเจนและการส่งออกของหัวใจใกล้เคียงกัน อัตราการเต้นของหัวใจช้าลง และปริมาตรของโรคหลอดเลือดสมองเพิ่มขึ้น ขณะที่ระหว่างการออกกำลังกายระดับเบาและปานกลางในสภาพแวดล้อมที่หนาวเย็น การรับออกซิเจนยังคงสูงกว่าการออกกำลังกายแบบเดียวกันในอุณหภูมิปกติ เช่นเดียวกัน (Hanna, 1974)

เมื่อเราออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่ร้อนหรือเย็น อุณหภูมิร่างกายปกติอยู่ที่ประมาณ 98.6 °F (37 °C) และเป็นได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและการออกแรงทางกายภาพระหว่างออกกำลังกาย ความร้อนจะเกิดจากกล้ามเนื้อ ซึ่งทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น เพื่อจัดการการเพิ่มขึ้นในความร้อนในร่างกาย อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น เพื่อช่วยส่งเลือดไปยังพื้นผิวของผิวหนังเพื่อปล่อยความร้อน เหงื่อออกก็เริ่มขึ้นเพื่อช่วยในการระบายความร้อน Hyperthermia เป็นภาวะเมื่ออุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นและอาจนำไปสู่การบาดเจ็บเมื่อร่างกายเกิน 102.2 °F (39°C) ระหว่างออกกำลังกายท่ามกลางอากาศหนาว ความร้อนที่เกิดจากการหดรัดตัวของกล้ามเนื้ออาจไม่เพียงพอเพื่อป้องกันอุณหภูมิร่างกายลดลง ภาวะอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ คือสภาพเมื่ออุณหภูมิร่างกายลดลง และความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บเพิ่มขึ้นในบางคนเมื่ออุณหภูมิร่างกายลดลงต่ำกว่า 96.5 °F (35.8 °C). ACSM (n.d.)

<u>อาการเครียดจากความร้อนและความเย็น</u>

เมื่อออกกำลังกายในวันที่อากาศร้อน ร่างกายจะแสดงอาการดังนี้ อัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าปกติระหว่างออกกำลังกาย หายใจเร็วมาก เหงื่อออกมาก สับสน เวียนหัว หรือมึนงง ผิวสีซีด กระหายน้ำอย่างรุนแรงและขาดน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในวันที่อากาศหนาวเย็น จะลดความสามารถในการทำงานเล็ก ๆ ด้วยมือของคุณ เนื่องจากสูญเสียความรู้สึกจากความหนาวเย็น มือและเท้าเริ่มเย็นลง ตัวสั่นเล็กน้อย พื้นที่ของร่างกายที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมอาจปรากฏเป็นสีแดงและ/หรือรู้สึกเจ็บปวด ภาวะขาดน้ำอาจเกิดขึ้นได้ในอากาศเย็นเพราะคุณอาจลืมดื่มของเหลว

การรักษาความเครียดจากความร้อน : ควรหยุดออกกำลังกาย, ย้ายไปยังบริเวณที่มีร่มเงาหรือติดเครื่องปรับอากาศ ถอดเสื้อผ้าหรืออุปกรณ์ส่วนเกินออก ดื่มเครื่องดื่มเย็นๆ นั่งหน้าพัดลม นำผ้าเย็นพันรอบคอ แช่ตัวในน้ำเย็น

การรักษาความเครียดจากความเย็น : ย้ายไปอยู่ในสภาพแวดล้อมที่อบอุ่น, ถอดผ้าเย็นและเปียกออก ค้นหาการเข้าถึงอากาศอุ่น เช่น เครื่องทำความร้อนหรือเตาผิง ใช้ไฟฟ้าหรือไม่ใช้ไฟฟ้าผ้าห่ม ดื่มเครื่องดื่มอุ่นๆ

4.3 ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการออกกำลังกาย

ความร้อน ภายนอกที่มากเกินกับอุณหภูมิร่างกายที่เพิ่มขึ้นอาจนำไปสู่โรคลมแดด การขยายหลอดเลือดอย่างกว้างขวางอาจลดผลตอบแทนของหลอดเลือดดำและลดปริมาตรของโรคหลอดเลือดสมอง เพิ่มอัตราการหายใจ

ความเย็น เมื่อออกกำลังกายในที่เย็น ทำให้เลือดที่จะถูกส่งไปยังแกนกลางเพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกายลดการไหลเวียนของเลือดไปเลี้ยงรอบนอกและกล้ามเนื้อทำงาน การไหลเวียนของเลือดที่ลดลงจะทำให้การส่งออกซิเจนและการกำจัดของเสียลดลง ทำให้แรงในการออกกำลังกายลดลง

ความร้อนและความชื้น ความร้อนรวมกับความชื้นอาจเป็นอันตรายอย่างยิ่ง ทำให้เหงื่อไม่สามารถระเหยได้ง่าย ไอน้ำปริมาณมากในบรรยากาศ ร่างกายเย็นตัวและระเหยเหงื่อได้ยาก แนะนำให้ออกกำลังกาย น้อยกว่า 30 นาที แล้วลดความเข้มข้นในการออกกำลังกาย เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นได้ (Basic Exercise physiology, n.d.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ปารยะ อาศนะเสน และคณะ (1999) ทำการศึกษาการแช่เท้าในน้ำอุ่นทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเยื่อเมือกของจมูกสูงขึ้น และลดการตอบสนองในระยะแรกต่อการท้าทายจมูกด้วยสารก่อภูมิแพ้ พบว่า อุณหภูมิเยื่อบุจมูกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การแช่เท้าในน้ำอุ่นยับยั้งการจามที่เกิดจากสารก่อภูมิแพ้ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยสรุปการแช่เท้าในน้ำอุ่นลดการตอบสนองในระยะแรกต่อการกระตุ้นสารก่อภูมิแพ้ในจมูกด้วยแอนติเจน ผลการยับยั้งนี้อาจสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเยื่อบุจมูก

ปารยะ อาศนะเสน และคณะ (2001) ทำการศึกษาอากาศร้อนชื้นจะเพิ่มการไหลเข้า

ของเซลล์ในระหว่างการตอบสนองระยะสุดท้ายต่อการกระตุ้นสารก่อภูมิแพ้ในจมูกด้วยแอนติเจน พบว่า การสัมผัสกับอากาศร้อนชื้น เพิ่มอุณหภูมิเยื่อบุจมูกอย่างมีนัยสำคัญจากพื้นฐานโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการหลั่งของมูกในจมูก ยังพบว่าอากาศร้อนชื้ยับยั้งจามที่เกิดจากแอนติเจนอย่างมีนัยสำคัญ

นฤพนธ ขันธ์บุตรศรี และคณะ (2012) ทำการศึกษาผลของการอบเซาว์น่า 6 สัปดาห์ต่อการรักษาระบบประสาทอัตโนมัติ การไหลเวียนของจมูกสูงสุดและการทำงานของปอดของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ทดสอบกับป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ 26 ราย 13 รายในกลุ่มควบคุม และ 13 รายในกลุ่มบำบัดด้วยซาวน่า มีการเปลี่ยนแปลงความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate variability) ปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก และปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อย่างมีนัยสำคัญหลังการทำซาวน่า 6 สัปดาห์ ในผู้ป่วยไทยที่เป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

วรรณพร ทองตะโก และคณะ (2012) ทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูงและระดับปานกลางต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างผู้มีสุขภาพดีและผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบว่าผู้ที่มีสุขภาพดีและผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีสมรรถภาพทางกายโดยทั่วไปไม่แตกต่างกัน การออกกำลังกายแบบฉับพลันทั้งที่ความหนักระดับสูง และความหนักระดับปานกลางมีผลทำให้จมูกโล่งขึ้นโดยเพิ่มปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก และลดอาการคัดจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ทั้งนี้การออกกำลังกายแบบฉับพลันความหนักระดับปานกลางช่วยลดการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกได้อาจจะให้ผลดีต่อผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มากกว่าการออกกำลังกายแบบฉับพลันความหนักระดับสูง

วรรณพร ทองตะโก และคณะ (2018) ทำการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวและร่วมกับการเสริมวิตามินซีต่ออาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบว่า หลังจาก 8 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานวิตามินซี จะเพิ่มสมรรถภาพทางแอโรบิกและปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (PNIF) ต่ออาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ การไหลเวียนของเลือดในจมูก และระดับมาลอนไดล์ไฮลด์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับการทดสอบก่อนอาการจมูกอักเสบ และการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกหลังการกระตุ้นด้วยไรฝุ่นในบ้านลดลงอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานวิตามินซี มีไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินโฟร์ (Interleukin; IL-4) ในสารคัดหลั่งในโพรงจมูกลดลง แต่มีระดับ อินเตอร์ลิวคินทู (IL-2) ในสารคัดหลั่งในโพรงจมูกเพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุม

CHULALONGKORN UNIVERSITY

วรรณนิภา วัฒโนภาส และคณะ (2019) ทำการศึกษาผลของการสูดดมไอน้ำต่อการอุดตันของจมูกในผู้ป่วยกับโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบว่า อุณหภูมิร้อน-เย็นมีผลต่ออาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ในทางทฤษฎีการสูดดมไอน้ำจะเพิ่มความชื้นในจมูก และลดการปล่อยของฮีสตามีน ความร้อนสามารถระงับปฏิกิริยาระหว่างสารก่อภูมิแพ้ และแมสเซลล์หรือเบโซฟิล นอกจากนี้ไอน้ำยังช่วยรักษาความสมดุลในเยื่อบุจมูก จึงลดการผลิตเมือกจมูกและการซึมผ่านของหลอดเลือด นอกจากนี้การสูดดมไอน้ำยังช่วยป้องกันอาการคันจมูก จาม และการอุดตันของจมูกจากสารก่อภูมิแพ้ การสูดดมไอน้ำเป็นหนึ่งในการรักษาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดของการอุดตันของจมูกในผู้ป่วยที่มี AR นอกจากนี้ยังสามารถบรรเทาอาการจมูกได้ เช่นอาการคัน จาม น้ำมูกไหล ปวดศีรษะ

ณัฐฏ์ดนัย เจริญสุขวิมล (2012) ทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบเหนื่อยจนหมดแรง และการออกกำลังแบบแอโรบิกในความหนักระดับปานกลาง ต่อระดับไซโตไคน์และอาการทางคลินิกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบว่าการออกกำลังกายแบบเหนื่อยจนหมดแรง และการออกกำลังแบบแอโรบิกในความหนักระดับปานกลาง ส่งผลให้อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม พบว่าอัตราส่วนของอินเตอร์ลิวคินทู(IL-2) ต่ออินเตอร์ลิวคินโฟร์(IL-4) ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตามความเข้มข้นของการออกกำลังกายระดับปานกลางแบบเฉียบพลัน เราขอเสนอว่าการออกกำลังกายแบบเข้มข้นปานกลางมีประสิทธิภาพมากกว่าการออกกำลังกายแบบฉับพลัน ในการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Baroody et al. (2000) ทำการศึกษาผลของอากาศร้อนชื้นบางส่วนยับยั้งการตอบสนองของจมูกต่อการกระตุ้นให้เกิดสารก่อภูมิแพ้ โดยผู้ทดลองได้รับการปรับสภาพด้วยอากาศภายในห้อง (อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ <20%) หรือ อากาศร้อนชื้น (hot, humid air) ในห้องหรือส่งผ่านหน้ากากเป็นเวลา 1 ชั่วโมงก่อนและระหว่างการท้าทายจมูกด้วยสารเจือจางสำหรับสารสกัดจากสารก่อภูมิแพ้ตาม โดยเพิ่มปริมาณสารก่อภูมิแพ้ 2 โดส พบว่า การปรับสภาพเยื่อบุจมูกที่อากาศร้อนชื้นจะช่วยลดการตอบสนองในช่วงต้นของการท้าทายจมูกด้วยแอนติเจน

Cleeson (1998) ทำการศึกษาการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการออกกำลังกาย การออกกำลังกายในสภาพอากาศร้อนชื้นจะสังเกตได้จากอัตราเหงื่อและอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดจะมีการสูญเสียความร้อนจากการระเหยน้อยลงภายใต้สภาวะเหล่านี้ และทำให้อุณหภูมิแกนกลางสูงขึ้นมากขึ้นส่งผลให้มีอัตราการขับเหงื่อมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความเหนื่อยล้าและความร้อนที่อาจเกิดการบาดเจ็บที่เนื้อเยื่อของร่างกาย อย่างไรก็ตาม หากไม่มีการทดแทนของเหลวอย่างเพียงพอนักกีฬาจะขาดน้ำอย่างรวดเร็วทำให้สูญเสียเหงื่อและการไหลเวียนของเลือดที่ผิวหนังลดลง และทำให้อุณหภูมิแกนกลางลำตัวสูงขึ้นจนไม่สามารถทนต่อได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Desrosiers et al. (1997) ทำการศึกษาการรักษาด้วยอากาศร้อนชื้นช่วยลดการตอบสนองของจมูกต่อความท้าทายของสารก่อภูมิแพ้ โดยมีผู้ทดสอบจำนวน 10 คนที่ไม่แสดงอาการตามฤดูกาลนอกฤดูการแพ้ ได้รับการกระตุ้นสารก่อภูมิแพ้หลังจากสัมผัสกับอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมงที่ 20 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 30% หรืออากาศที่ 37 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 90% พบว่า ผลของฮีสตามีนมีผลต่อการหลั่งฮีสตามีนมีการตอบสนองของหลอดเลือด และการตอบสนองของระบบประสาทมากที่สุด

Graudenz et al. (2007) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกะทันหันและอาการของทางเดินหายใจ พบว่า กลุ่มโรคจมูกอักเสบรายงานว่ามีอาการคันและแสบตาเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจวัดพื้นฐานในระหว่างการสัมผัสกับอุณหภูมิที่ร้อนและเย็น และยังรายงานว่าหายใจไม่ออกเพิ่มขึ้นในระหว่างการสัมผัสกับอากาศร้อน นอกจากนี้ อัตราการไหลของการหายใจออกในกลุ่มนี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการสัมผัสกับอุณหภูมิที่ร้อนและเย็นซึ่งคงอยู่เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากการท้าทาย การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าบุคคลที่เป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีเกณฑ์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมในการพัฒนาอาการทางระบบทางเดินหายใจและตาหลังจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหันที่เกิดจากเครื่องปรับอากาศ

Hanna et al. (1975) ทำการศึกษาการทำงานของระบบทางเดินหายใจและการไหลเวียนโลหิต โดยให้อาสาสมัครสวมเสื้อผ้าน้อยชิ้นที่สุดก่อนสัมผัสกับสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส และออกกำลังกายเป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าอัตรากการเต้นของหัวใจและการดูดซึมออกซิเจน (Oxygenconsumption) เพิ่มขึ้น ทำให้ทราบถึงการออกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่หนาวเย็น ส่งผลให้หัวใจเต้นเร็วกว่าปกติเมื่อเทียบการกับออกำลังกายแบบเดียวกันในอุณหภูมิปกติ

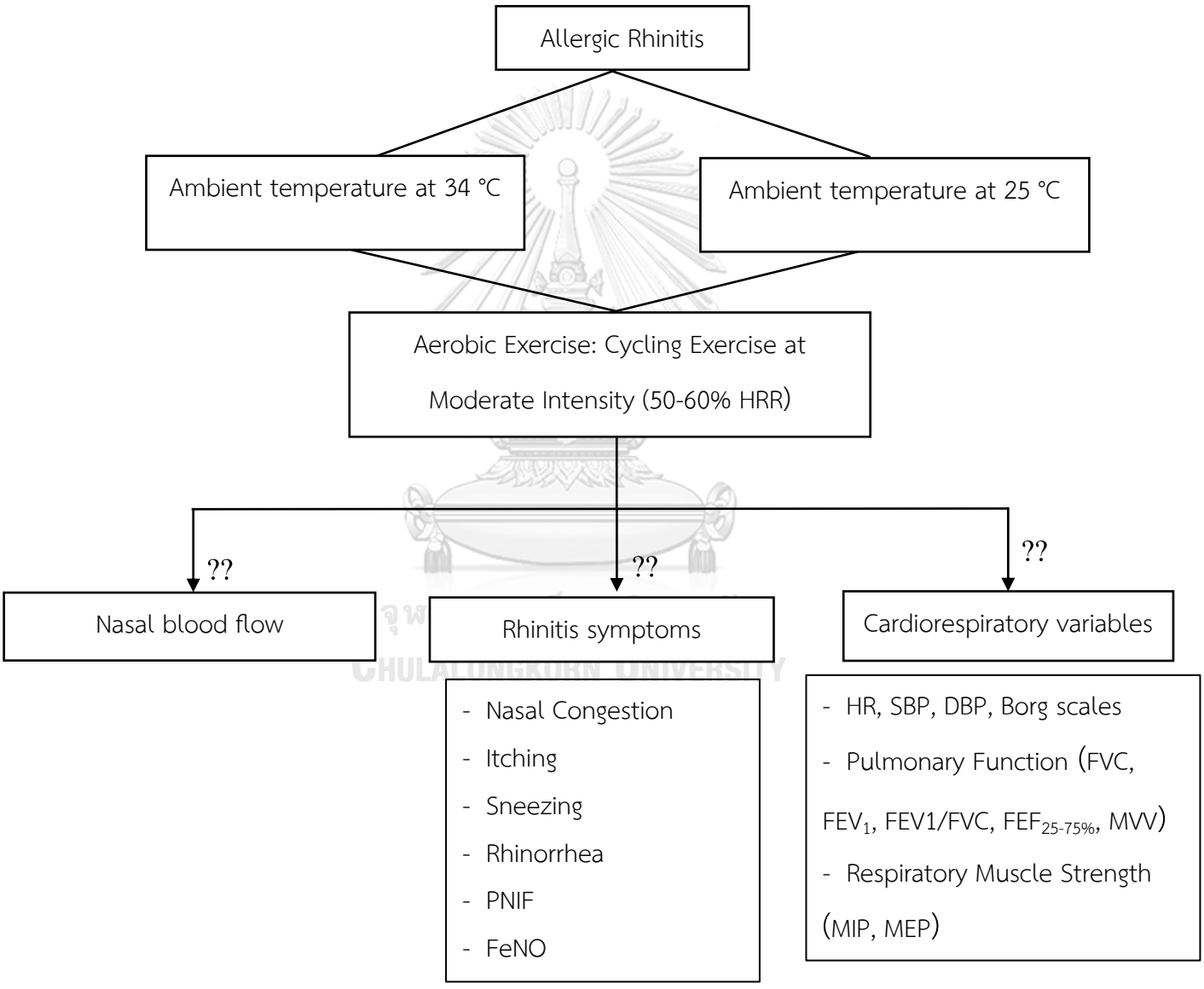
Ophir et al. (1988) ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิในโพรงจมูกที่สูงขึ้นต่ออาการและสัญญาณของโรคจมูกอักเสบเรื้อรัง ผู้ป่วยจำนวน 78 คน รับการักษาโดยการสูดดมไอร้อนที่อุณหภูมิ 42°C ถึง 44°C เป็นเวลา 2 ครั้งครั้งละ 30 นาทีโดยห่างกัน 1 สัปดาห์ พบว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในโพรงจมูกส่งผลให้อาการของโรคจมูกอักเสบดีขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับยาหลอก

Takeuchi et al. (2003) ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นในสิ่งแวดล้อมต่อความต้านทานของจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และผู้ที่มีสุขภาพดี พบว่า การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิอากาศโดยรอบจากอบอุ่นไปเย็นอย่างมีนัยสำคัญเพิ่มการคัดแน่นของเยื่อบุจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยเปลี่ยนจาก 35°C เป็น 7°C

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กรอบแนวความคิดในการวิจัย

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า อุณหภูมิที่แตกต่างกันส่งผลต่ออาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และยังไม่พบการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในกลุ่มผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษา ทำการออกกำลังกายในห้องที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน ศึกษาผลฉับพลันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ขั้นตอนการศึกษาวิจัยได้ผ่านการพิจารณาโดยคณะกรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย COA No. 143/65 โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร

ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นวัยผู้ใหญ่ ที่ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เพศชายและหญิง อายุระหว่าง 18 - 35 ปี การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) จากบทความของ Christopher และคณะ (2013) กำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ 0.365 และระดับความมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน เพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่างจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็น 15 คน

<u>เกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมในการวิจัย (Inclusion criteria)</u>

1. เป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้(โดยแพ้สารก่อภูมิแพ้ใดก็ได้) ชนิดที่มีอาการตลอดเวลา (Persistent allergic rhinitis) เพศชายและเพศหญิง โดยมีอาการคัดจมูกจาม คันจมูก และน้ำมูกไหล มากกว่า 4 วัน/สัปดาห์ และมีอาการเฉลี่ย มากกว่า 7 คะแนน โดยเกณฑ์การคัดเข้ามีระดับคะแนน 0, 1, 2 และ 3 คะแนนขึ้นไป จากแบบประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms score) (ภาคผนวก ค) ในสัปดาห์ที่ผ่านมา และในวันที่เข้าร่วมการทดสอบ ทั้งนี้ผู้ป่วยต้องไม่มีอาการแทรกซ้อนอื่นๆ เช่น ไซนัสอักเสบ ท่อหูทำงานผิดปกติ และหอบหืด จึงจะสามารถเข้าร่วมโครงการวิจัยได้

2. ต้องไม่มีโรคทางระบบหายใจอื่นๆ ได้แก่ โรคหลอดลมอักเสบ (Bronchitis) โรคไอกรน (Pertussis) โรคปอดบวม (Pneumonia) โรคปอดอักเสบ (Pneumonitis) โรคเชื้อราในปอด (Aspergilloma) วัณโรค (Tuberculosis) โรคหอบหืด (Asthma) โรคมะเร็งปอด (Lung cancer) โรคถุงลมปอดโป่งพอง(Emphysema) เป็นต้น รวมถึงไม่มีอาการของโรคทางระบบกล้ามเนื้อและข้อต่อ เช่น อาการปวดหลังระดับล่าง (Lower back pain) อาการอักเสบของเส้นเอ็นกล้ามเนื้อ (Tendinitis) อาการปวดข้อและข้ออักเสบ (Arthritis) ที่อาจมีอาการกำเริบระหว่างการทดสอบ

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

4. ไม่ได้รับประทานอาหารเสริมที่เป็นวิตามิน และสมุนไพรเป็นประจำอย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์ ในรอบ 6 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย

5. ไม่สูบบุหรี่

6. ต้องสามารถหยุดยาต่อไปนี้ ก่อนและระหว่างการเข้าร่วมโครงการได้ อันได้แก่

- Antihistamine อย่างน้อย 3 วัน
- Oral Steroid และ Nasal Steroid อย่างน้อย 2 สัปดาห์
- Leukotriene receptor antagonist อย่างน้อย 1 สัปดาห์ ทั้งนี้ผู้ป่วยสามารถรับประทานยาแก้อาการคัดจมูก (Pseudo ephedrine) ได้ ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมการวิจัยควรปรึกษาแพทย์ที่ดูแลก่อนด้วย และควรประเมินภาวะร่างกายว่าสามารถออกกำลังกายในระดับความหนักที่ระบุไว้ได้ด้วย

7. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

<u>เกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย (Exclusion criteria)</u>

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

<u>เครื่องมือสำหรับการวัดสรีรวิทยาทั่วไป</u>

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

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

<u>เครื่องมือสำหรับตัวแปรการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก</u>

1. เครื่องวัดการไหลเวียนของเลือดชั้นคิวทาเนียสด้วยเลเซอร์ (Laser Doppler flowmetry) ยี่ห้อเพอริเมด (Peri med) รุ่น Peri Flux 5000 ประเทศสวีเดน

<u>เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้</u>

1. แบบประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms score) (ภาคผนวก ค)

2. เครื่องวัดปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak nasal inspiratory flowmeter) ยี่ห้อ อินเชค (In-check nasal inspiratory flow meter) ประเทศอังกฤษ

3. เครื่องวัดระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (Fractional Exhaled Nitric Oxide; FENO)

<u>เครื่องมือสำหรับตัวแปรด้านระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต</u>

1. เครื่องวัดความจุปอดแบบคอมพิวเตอร์ (Computerized spirometer) ยี่ห้อสไปโรแบงค์ (Spirobank) ประเทศสหรัฐอเมริกา

2. เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ยี่ห้อไมโคเมดดิคอล (Micro medical) ประเทศอังกฤษ

3. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อโพล่าร์ (Polar) ประเทศฟินแลนด์

<u>เครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ</u>

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

2. เครื่องควบคุมความชื้น

3. เครื่องวัดอุณหภูมิ เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

<u>เครื่องมืออื่นๆที่เกี่ยวข้อง</u>

1. แบบบันทึกข้อมูล ตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (ภาคผนวก ข)

2. แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย Par-Q + (ฉบับภาษาไทย)

3. ตารางประเมินการรับรู้ความเหนื่อย (Borg Rating of Perceived Exertion scale)

4. จักรยาน Monark (Monark) รุ่น 828E ประเทศสวีเดน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (ดูรูปที่ 10)

1. ผู้วิจัยประชาสัมพันธ์รับสมัครอาสาสมัครที่เป็นโรคจมูกอักเสบเสบภูมิแพ้

2. ดำเนินการติดต่อกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนัดวันเวลาที่กลุ่มตัวอย่างสะดวก เพื่อคัดกรองผู้ป่วยตามเกณฑ์การคัดเข้า โดยผู้วิจัยทำหน้าที่ประสานงานกับผู้เข้าร่วมการวิจัย รวมทั้งการแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบรายละเอียดขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติตัวในการทดสอบและการเก็บข้อมูล และลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างกรอกข้อมูลในแบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย Par-Q + (ฉบับภาษาไทย) และแบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยทำการทดสอบโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ให้กลุ่มตัวอย่างจับฉลาก โดยทำฉลากใส่ลงในกล่องทรงสูงสีทึบ ระบุอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียส อย่างละ 1 ใบ เพื่อสุ่มเลือกอุณหภูมิที่จะทดสอบว่าจะออกกำลังกายที่อุณหภูมิใดก่อน โดยทำการทดสอบด้วยการปั่นจักรยาน เป็นเวลา 60 นาที และหลังจาก 1 สัปดาห์ทำการออกกำลังกายอีกครั้งที่อุณหภูมิต่างกัน

4. เก็บข้อมูลด้านสรีรวิทยาทั่วไป ได้แก่

- ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท) และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งพัก 5 นาที และวัดในท่านั่ง 5 นาที โดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอลขณะพัก

- น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) และเปอร์เซ็นต์ไขมัน (%) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยถอดรองเท้าและถุงเท้าก่อนที่จะทำการชั่งน้ำหนักยืนตัวตรงและแขนแนบลำตัว หน้ามองตรง โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักอัตโนมัติจากเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

5. ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก ตัวแปรด้านอาการ และตัวแปรด้านการหายใจและไหลเวียนโลหิต ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ดังนี้

5.1 การทดสอบตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก

- การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก (Nasal blood flow) โดยทำการวัดตลอดช่วงที่ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน โดยโพรบ (Probe) จะถูกใส่เข้าไปในช่องจมูกตลอดเวลา โดยประดิษฐ์เครื่องมือในการสวมใส่ (ภาคผนวก ช) และใช้เครื่องวัดการไหลเวียนของเลือดด้วยเลเซอร์ (Laser Doppler flowmeter)

5.2 การทดสอบตัวแปรด้านอาการ

5.2.1 ทดสอบตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่

- ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (ลิตร/วินาที) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหายใจออกผ่านเครื่องให้เร็วและแรงที่สุด โดยใช้เครื่องวัดการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak nasal inspiratory flow meter) ใช้เวลาประมาณ 1 นาที

- การประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำแบบสอบถามโดยใช้แบบสอบถามแสดงระดับอาการแสดงค่าเป็นไม่มี น้อย ปานกลาง และมาก (0 – 3 คะแนน) ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

- ระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเป่าลมผ่านเครื่องเครื่องวัดระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ใช้เวลาประมาณ 12 วินาที

5.3 การทดสอบตัวแปรด้านการหายใจและไหลเวียนโลหิต

5.3.1 ทดสอบตัวแปรด้านระบบหายใจ ได้แก่

5.3.1.1 ทดสอบตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่

- ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced Vital Capacity ;FVC) (ลิตร) และค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory volume in one second; FEV1) (ลิตร) ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1/FVC) และค่าอัตราการไหลของ

อากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด (FEF25 - 75%) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมที่เป่าซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอดจากนั้นหายใจเข้าออกปกติจำนวน 2 - 3 ครั้ง และหลังจากนั้นทำการหายใจเข้าเต็มที่แล้วเป่าออกมา อย่างแรงและเร็วจนลมออกหมดวัด 2 ครั้ง เลือกค่าที่ดีที่สุดใช้เวลาประมาณ 10 นาที

- ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า - ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) (ลิตรต่อนาที) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมที่เป่าซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอด จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหายใจออกและเข้าอย่างลึกและเร็วที่สุดเท่าซึ่งทำได้ภายในระยะเวลา 15 - 20 วินาที วัด 2 ครั้ง เลือกค่าที่ดีที่สุดใช้เวลาประมาณ 10 นาที

5.3.1.2 ทดสอบตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength) ได้แก่

- ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมที่เป่า ใส่คลิปหนีบจมูก จากนั้นหายใจออกจนสุด แล้วสูดลมเข้าทางปากเต็มที่ ค้างไว้ 1 วินาที พัก 1 นาที โดยวัด 2 ครั้ง เลือกค่าที่ดีที่สุด ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

- ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย อมที่เป่า ใส่คลิปหนีบจมูก จากนั้นหายใจเข้าจนสุด แล้วเป่าลมออกทางปากเต็มที่ ค้างไว้ 1 วินาที พัก 1 นาที โดยวัด 2 ครั้ง เลือกค่าที่ดีที่สุด ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

5.3.2 ทดสอบตัวแปรด้านระบบไหลเวียนโลหิต ได้แก่

- ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ โดยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ สวมใส่ตลอดการออกกำลังกายโดยคาดสายไว้บริเวณหน้าอก

6. การควบคุมอุณหภูมิของห้องที่ใช้ทดสอบ โดยใช้ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ชั้น 10 โดยมีการควบคุมความชื้นอยู่ที่ 40-60 %

6.1 อุณหภูมิของห้องที่ใช้ทดสอบ 25 องศาเซลเซียส (25 ± 1°C)

- ใช้เทอร์โมมิเตอร์ และเครื่องวัดความชื้น ในการควบคุมอุณหภูมิ

- ใช้เวลาเตรียมอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ ประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ก่อนเริ่มทำการทดสอบ

6.2 อุณหภูมิของห้องที่ใช้ทดสอบ 34 องศาเซสเซียส (34 ± 1°C)

- ใช้เทอร์โมมิเตอร์ และเครื่องวัดความชื้น ในการควบคุมอุณหภูมิ

- เปิดเครื่องทำความร้อน (ฮีตเตอร์) ยี่ห้อ YANGZI แรงดันไฟฟ้า 200V กำลังไฟฟ้า 1600-2000W โดยใช้เวลา ประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ก่อนที่จะเริ่มทำการทดสอบเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ

7. ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยการปั่นจักรยาน เป็นเวลา 60 นาที จำนวน 2 ครั้ง ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน (ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียส) ด้วยความหนักระดับปานกลางที่ 50-60% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง (Heart rate reserve; HRR) คำนวณจากสูตร (Karvonen, 1957)

HRR = [(Heart rate max – Resting heart rate) x %intensity] + Resting heart rate

โดยมีระยะห่างระหว่างการทดสอบแต่ละอุณหภูมิ 1 สัปดาห์

ทำการทดสอบค่าตัวแปรต่างๆ (ดังรูปที่ 10) ดังนี้

7.1 ตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก แบบสอบถามอาการ อัตราการเต้นของหัวใจ และประเมินการรับรู้ความเหนื่อย ทำการบันทึกผลก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90)

7.2 ตัวแปรด้านระบบหายใจและไหลเวียน ได้แก่ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรง ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรอากาศสูงสุดที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า - ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที แรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า และค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก ทำการบันทึกผลก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90)

โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน (นิสิตระดับปริญญาโท แขนงสรีรวิทยาการออกกำลังกาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดสอบและอบรมวิธีการทดสอบค่าตัวแปรต่างๆรวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจน ทั้งนี้ผู้ช่วยวิจัยจะต้องผ่านการปฐมนิเทศให้มีมาตรฐานการปฏิบัติงานตามที่กำหนดไว้เพื่อให้การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกัน

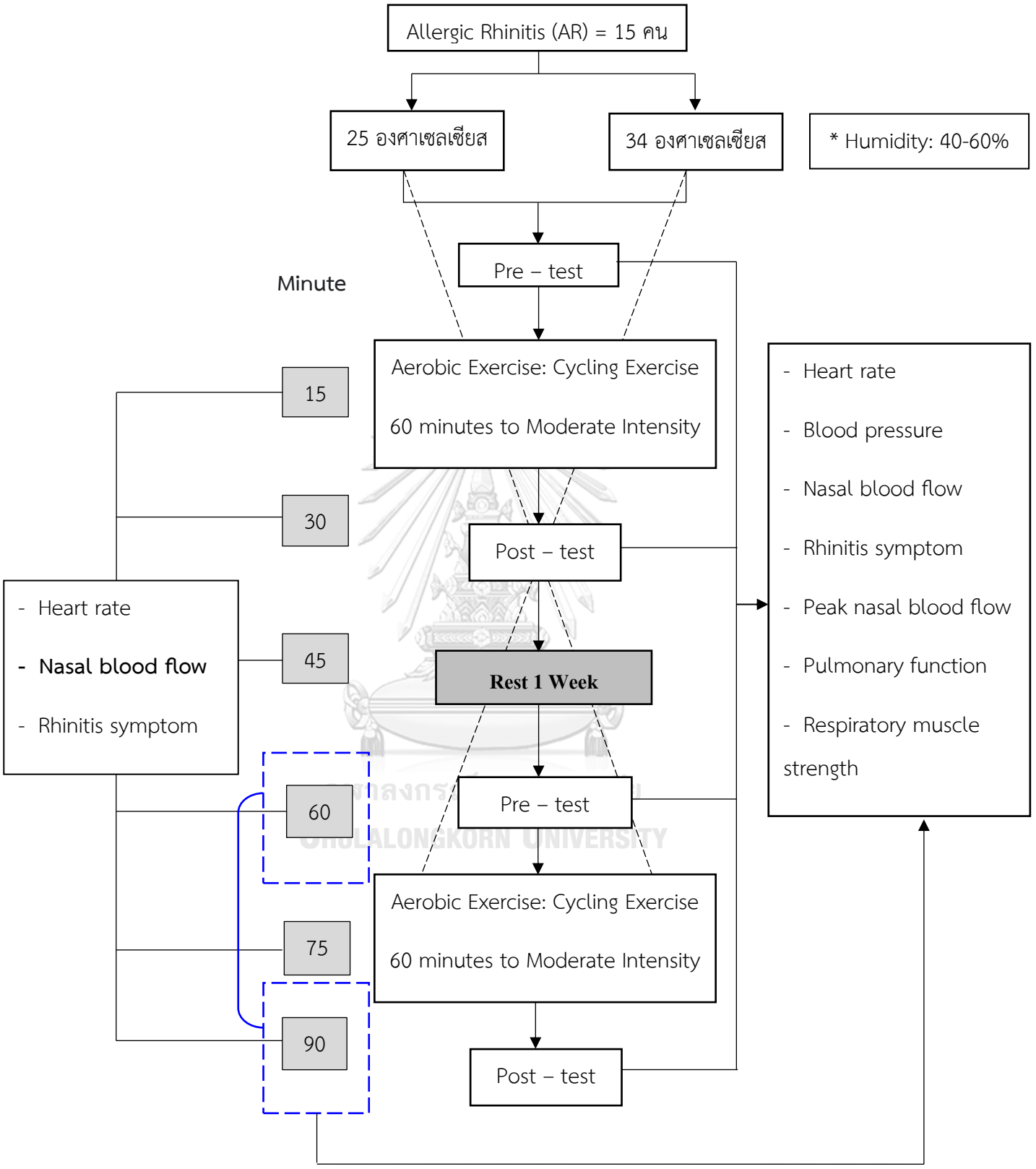
8. สถานที่ที่ใช้ คือ ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ชั้น 10 ในวันและเวลาที่กลุ่มตัวอย่างสะดวก ซึ่งมีผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน ช่วยดูแลระหว่างการทดสอบ โดยก่อนและหลังการทดสอบจะต้องมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนและหลังทำการทดสอบทุกครั้งเพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นได้ โดยเวลาที่ใช้ในการยืดเหยียดจะใช้เวลา 5-10 นาที

9. หลังจากทำการทดสอบเสร็จ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเป็นคนทำความสะอาด มีการฆ่าเชื้อ เช็ดแอลกอฮอล์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบเสมอทุกครั้งหลังใช้งาน วัสดุสิ้นเปลืองต่างๆ ใช้แล้วทิ้งทันที และทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

สถานที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือห้องปฏิบัติทางสรีรวิทยาการออกกำลังกายชั้น10 อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตระดับปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 2 คน ทำหน้าที่ช่วยดูแลความเรียบร้อยขณะทำการฝึกการทดสอบ การเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยอธิบายรูปแบบการทดสอบและอบรมวิธีการทดสอบค่าตัวแปรต่างๆรวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัย อย่างชัดเจนเพื่อให้การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจะเป็นผู้ควบคุมตลอดการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 10 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การพิทักษ์สิทธิ์ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ขอพิจารณาด้านจริยธรรม

หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person) การเข้าร่วมในโครงการวิจัยครั้งนี้เป็นไปโดยความสมัครใจ หากอาสาสมัครไม่สมัครใจจะเข้าร่วมการศึกษาแล้ว สามารถถอนตัวได้ตลอดเวลา ข้อมูลที่อาจนำไปสู่การ เปิดเผยตัวตนของอาสาสมัครจะได้รับการปกปิดและจะไม่เปิดเผยแก่สาธารณชน ในกรณีที่ผลการวิจัยได้รับการตีพิมพ์ ชื่อและที่อยู่ของอาสาสมัครจะต้องถูกปกปิดอยู่เสมอโดยจะใช้เฉพาะรหัสประจำโครงการวิจัยของอาสาสมัคร

สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย

1. ได้ทราบถึงลักษณะและวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้
2. ได้รับการอธิบายเกี่ยวกับกับระเบียบวิธีการของการวิจัยทางการแพทย์รวมทั้งยา และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้
3. ได้รับการอธิบายถึงความเสี่ยงและความไม่สบายที่จะได้รับการวิจัยและความไม่สบายที่จะได้รับจากการวิจัย
4. ได้รับการอธิบายถึงประโยชน์ที่ท่านอาจจะได้รับจากการวิจัย
5. ได้รับการเปิดเผยถึงทางเลือกในการรักษาด้วยวิธีอื่น ยาหรืออุปกรณ์ซึ่งมีผลดีต่ออาสาสมัครรวมทั้งประโยชน์และความเสี่ยงอาจจะรับ
6. ได้รับทราบแนวทางในการรักษา ในกรณีที่พบโรคแทรกซ้อนภายหลังการเข้าร่วมในโครงการวิจัย
7. มีโอกาสได้ถามเกี่ยวกับงานวิจัยหรือขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
8. ได้รับทราบว่า การยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยสามารถขอถอนตัวจากโครงการเมื่อใดก็ได้โดยไม่ได้รับผลกระทบใดๆ ทั้งสิ้น
9. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับสำเนาเอกสารยินยอมที่มีทั้งลายเซ็นและวันที่
10. ได้โอกาสในการตัดสินใจว่าจะเข้าร่วมในโครงการวิจัยหรือไม่ก็ได้โดยปราศจากการใช้อิทธิพลบังคับข่มขู่หรือการหลอกลวง

หลักการให้ประโยชน์ ไม่ก่อให้เกิดอันตราย (Beneficence/Non-maleficence)

การเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้อาจทำให้ท่านมีสุขภาพดีขึ้น หรืออาจจะลดความรุนแรงของโรคได้ แต่ไม่สามารถรับรองว่าสุขภาพของท่านจะต้องดีขึ้น หรือความรุนแรงของโรคจะต้องลดลงอย่างแน่นอน โดยกลุ่มควบคุมจะได้รับคำแนะนำในการดูแลสุขภาพและการออกกำลังกายสำหรับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยหลังจากวิจัยเสร็จสิ้นและพบว่าค่าตัวแปรต่างๆ ดีขึ้น ผู้วิจัยจะนำมาแนะนำให้ออกกำลังกาย เพื่อให้ได้ประโยชน์เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการใช้ชีวิตประจำวันและในการดูแลสุขภาพของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ต่อไป

ความเสี่ยงที่อาจได้รับจากการหยุดยา

การหยุดยาก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย ได้แก่ ยาแก้แพ้ อย่างน้อย 3 วัน ยาสเตียรอยด์ที่ใช้รับประทาน และยาสเตียรอยด์ที่ใช้พ่นจมูก อย่างน้อย 2 สัปดาห์ และยาต้านลิวโคไตรอีน อย่างน้อย 1 สัปดาห์นั้น อาจทำให้มีอาการคันจมูก น้ำมูกไหล แต่ท่านจะได้รับยาแก้อาการคัดจมูกเพื่อบรรเทาอาการ

ความเสี่ยงที่อาจได้รับจากการทดสอบตัวแปรต่างๆ

การทดสอบค่าตัวแปรต่างๆอาจทำให้ท่านมีความไม่สะดวกสบายเล็กน้อย หากพบว่ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นในขณะทดสอบ ผู้วิจัยจะทำการช่วยเหลือและปฐมพยาบาลและจะรับผิดชอบในการส่งต่อ ณ สถานพยาบาลและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษาผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมดจนกว่าจะหายเป็นปกติ

ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ด้วยการปั่นจักรยานอาจจะทำให้ท่านปวดเมื่อยกล้ามเนื้อได้ ทั้งนี้ก่อนและหลังการออกกำลังกายทุกครั้งจะมีการให้อบอุ่นร่างกาย และยืดผ่อนคลายกล้ามเนื้อเมื่อฝึกเสร็จ เพื่อป้องกันการปวดเมื่อยดังกล่าว หากพบการบาดเจ็บเกิดขึ้นขณะออกกำลังกาย ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องแจ้งให้ผู้วิจัยทราบทันที ผู้วิจัยจะรับผิดชอบส่งต่อไปยังสถานพยาบาล และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษาจนกว่าจะหายเป็นปกติ ทั้งนี้การออกกำลังกายในโครงการวิจัยนี้อยู่ในความหนักระดับปานกลาง ซึ่งไม่อาจจะส่งผลให้เกิดความเสี่ยงอันตรายหรือการบาดเจ็บรุนแรง อีกทั้งผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ ได้ทำการคัดกรองโรคประจำตัว เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจออกแล้ว ดังนั้นความเสี่ยงอันจะเกิดอันตรายนั้นจึงมีน้อยมาก ความเสี่ยงที่ไม่ทราบแน่นอนอาจเกิดอาการข้างเคียง หรือความไม่สบายนอกเหนือจากได้แสดงในเอกสารฉบับนี้ ซึ่งอาการข้างเคียงเหล่านี้เป็นอาการที่ไม่เคยพบมาก่อน หาอาสาสมัครมีข้อสงสัยใดๆ เกี่ยวกับความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น หรือได้รับจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัย สามารถสอบถามจากผู้ทำวิจัยได้ตลอดเวลา และหากมีการค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ที่อาจมีผลต่อความปลอดภัยของอาสาสมัครระหว่างที่เข้าร่วมในโครงการวิจัยผู้ทำวิจัยจะแจ้งให้ทราบทันทีเพื่อให้อาสาสมัครตัดสินใจว่าจะอยู่ร่วมการวิจัยต่อหรือจะขอถอนตัวออกจากการวิจัยหลักความยุติธรรม (Justice) โครงการวิจัยนี้มีเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออกชัดเจน ซึ่งไว้ในวิธีดำเนินการวิจัยแล้ว

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำค่าตัวแปรต่างๆมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชั่น 22 โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. นำผลที่ได้มาทดสอบแจกแจงของข้อมูลโดยวิธี Shapiro wilk test พบว่า ตัวแปรอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก และการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก มีการแจกแจงแบบโค้งปกติตามข้อตกลงของสถิติพาราเมตริก จึงวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรก่อนการทดลองและหลังการทดลองของแต่ละกลุ่มการทดลองโดยทดสอบค่าความแปรปรวนสองทางเมื่อมีการวัดซ้ำ (Two-way repeated measures ANOVA) ที่ระดับความมีนัยสำคัญนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

3. ตัวแปรอาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และประเมินการรับรู้ความเหนื่อย มีการแจกแจงแบบไม่เป็นโค้งปกติตามข้อตกลงของสถิติพาราเมตริก จึงวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรก่อนการทดลองและหลังการทดลองของแต่ละกลุ่มการทดลองโดยใช้วิธีของวิลคอกซัน (Wilcoxon Sigh-Rank test) และวิธีของฟรีดแมน (Friedman test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติที่ได้จากการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ จำนวน 15 คน เพศชาย 10 คน เพศหญิง 5 คน โดยออกกำลังกายในที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 2 อุณหภูมิ (ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียส) ทำการทดสอบตัวแปรด้านต่างๆ ได้แก่ ตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก แบบสอบถามอาการ อัตราการเต้นของหัวใจ และการรับรู้ความเหนื่อย ทำการบันทึกผลก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) ตัวแปรด้านระบบหายใจและไหลเวียน ได้แก่ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรง ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรอากาศสูงสุดที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า - ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที แรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า และค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก ทำการบันทึกผลก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) นำผลที่ได้มาทดสอบแจกแจงของข้อมูล โดยข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบโค้งปกติตามข้อตกลงของสถิติพาราเมตริก วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรก่อนการทดลองและหลังการทดลองของแต่ละกลุ่มการทดลองโดยทดสอบค่าความแปรปรวนสองทางเมื่อมีการวัดซ้ำที่ระดับความมีนัยสำคัญนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบไม่เป็นโค้งปกติตามข้อตกลงของสถิติพาราเมตริก วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรก่อนการทดลองและหลังการทดลองของแต่ละกลุ่มการทดลองโดยใช้วิธีของวิลคอกซันและวิธีของฟรีดแมนที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาเสนอในตารางประกอบความเรียง แบ่งการนำเสนอเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก

ตอนที่ 3 ตัวแปรด้านอาการ ประกอบด้วย แบบประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก และระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก

ตอนที่ 4 ตัวแปรด้านระบบไหลเวียนโลหิต ประกอบด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และการรับรู้ความเหนื่อย

ตอนที่ 5 ตัวแปรด้านระบบหายใจ ประกอบด้วยสมรรถภาพปอด ได้แก่ ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรอากาศสูงสุดที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า - ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ แรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า และค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนทดลอง

ผู้เข้าร่วมวิจัย 15 คน เพศชาย : 10 คน เพศหญิง : 5 คน

ข้อมูลทั่วไป	ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (n=15)	
	$\bar{X}$	S.D.
อายุ (ปี)	23.53	4.28
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	64.51	9.86
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	168.00	7.13
ดัชนีมวลกาย (กก/ม^2)	22.78	3.04
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	81.00	20.82
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	116.60	11.84
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	64.20	9.03

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยอายุ 23.53 ± 4.28 ปี น้ำหนักตัว 64.51 ± 9.86 กิโลกรัม ส่วนสูง 168 ± 7.13 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย 22.78 ± 7.13 กก/ม^2 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก 81.00 ± 3.04 ครั้ง/นาที ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว 116.60 ± 11.84 มิลลิเมตรปรอท และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว 64.20 ± 9.03 มิลลิเมตรปรอท

ตอนที่ 2 ตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (Unit)

ช่วงเวลา	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
นาทีที่ 0	407.39	146.13	408.49	187.56	0.05
นาทีที่ 15	310.67	101.95	356.40	187.75	<0.001†
นาทีที่ 30	269.22	78.89	304.27	175.39	<0.001†
นาทีที่ 45	243.66	76.64	257.71	137.44	<0.001†
นาทีที่ 60	187.93	50.63	191.07	105.19	0.010†
นาทีที่ 75	104.97	42.24	110.81	47.40	0.01†
นาทีที่ 90	76.69	29.33	87.97	38.18	<0.001†

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (Unit)

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.38	0.010*	<0.001*
นาทีที่ 15			<0.001*	<0.001*	0.10	0.77	<0.001*
นาทีที่ 30				<0.001*	0.010*	0.11	<0.001*
นาทีที่ 45					<0.001*	<0.001*	0.03*
นาทีที่ 60						<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 75							<0.001*
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที

(นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) การออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) แตกต่างกับการออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) การออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 45 นาที(นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) การออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (Unit)

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		<0.001*	<0.001*	0.05	0.90	0.004*	<0.001*
นาทีที่ 15			<0.001*	0.004*	0.23	0.11	<0.001*
นาทีที่ 30				<0.001*	0.001*	0.01	0.27
นาทีที่ 45					0.005*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 60						0.006*	<0.001*
นาทีที่ 75							<0.001*
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที(นาทีที่ 30) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ขณะออกกำลังกาย 30 นาที(นาทีที่ 30) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังเสร็จทันที (นาทีที่ 60) เสร็จช่วงออกกำลังกาย 45 นาที แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่60) หลังออกกำลัง

กายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันทีแตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ช่วงหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) กับหลังออกกำลังกายเสร็จ30 นาที (นาทีที่ 90) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) แตกตต่างกับช่วงหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

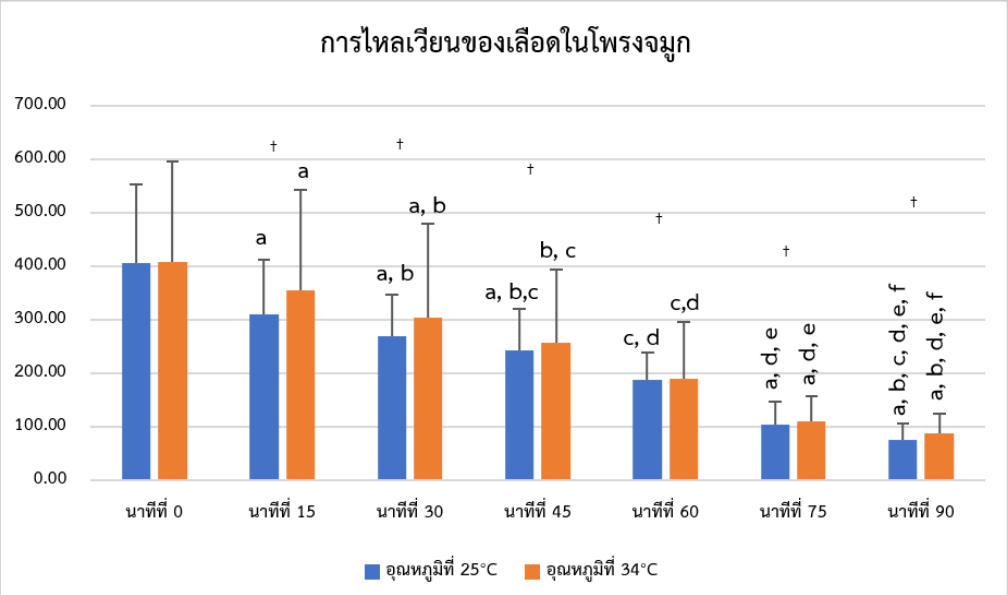
ตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (Unit)

ตัวแปร	ช่วงเวลา							p-value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	407.39	310.67	269.22	243.66	187.93	104.97	76.69			
	±146.13	± 101.95*	± 78.89*	± 76.64*	± 50.63*	± 42.24*	± 29.33*			
ที่อุณหภูมิ 34°C	408.49	356.40	304.27	257.71	191.07	110.81	87.97	0.74	<0.001*	<0.001†
	± 187.56	± 187.75*	± 175.39*	± 137.44*	± 105.19*	± 47.40*	± 38.18*			
P – value (Groups)	0.05	<0.001†	<0.001†	<0.001†	0.010†	0.01†	<0.001†			

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา †p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จากตารางที่ 5 พบว่าค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิทั้งสอง ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) ทุกช่วงเวลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



[a]p < .05 = แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)

[b]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15)

[c]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30)

[d]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45)

[e]p < .05 = แตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที (นาทีที่ 60)

[f]p < .05 = แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75)

[†]p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

แผนภูมิที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (Unit)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ประกอบด้วย แบบประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก และระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก

ตารางที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส(คะแนน)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		Z	P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
นาทีที่ 0	2.00	0.75	2.20	0.67	-1.000	0.32
นาทีที่ 15	1.53	0.99	1.40	0.73	-0.42	0.67
นาทีที่ 30	0.93	0.70	0.93	0.79	0.000	1.00
นาทีที่ 45	0.66	0.72	0.867	0.74	-0.90	0.36
นาทีที่ 60	0.20	0.41	0.46	0.63	-1.41	0.15
นาทีที่ 75	0.33	0.48	0.40	0.63	-0.33	0.73
นาทีที่ 90	0.20	0.41	0.400	0.50	-3.35	<0.001†

†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จากตารางที่ 6 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูก ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส *(คะแนน)*

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.09	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 15			0.08	0.04	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 30				0.80	0.09	0.06	0.09
นาทีที่ 45					0.15	0.11	0.16
นาทีที่ 60						0.89	0.86
นาทีที่ 75							0.64
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 7 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) และขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.17	0.03*	0.03*	0.010*	0.006*	0.02*
นาทีที่ 15			0.44	0.44	0.20	0.16	1.00
นาทีที่ 30				1.00	0.61	0.52	0.25
นาทีที่ 45					0.61	0.52	0.80
นาทีที่ 60						0.89	0.80
นาทีที่ 75							0.70
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 8 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูกที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

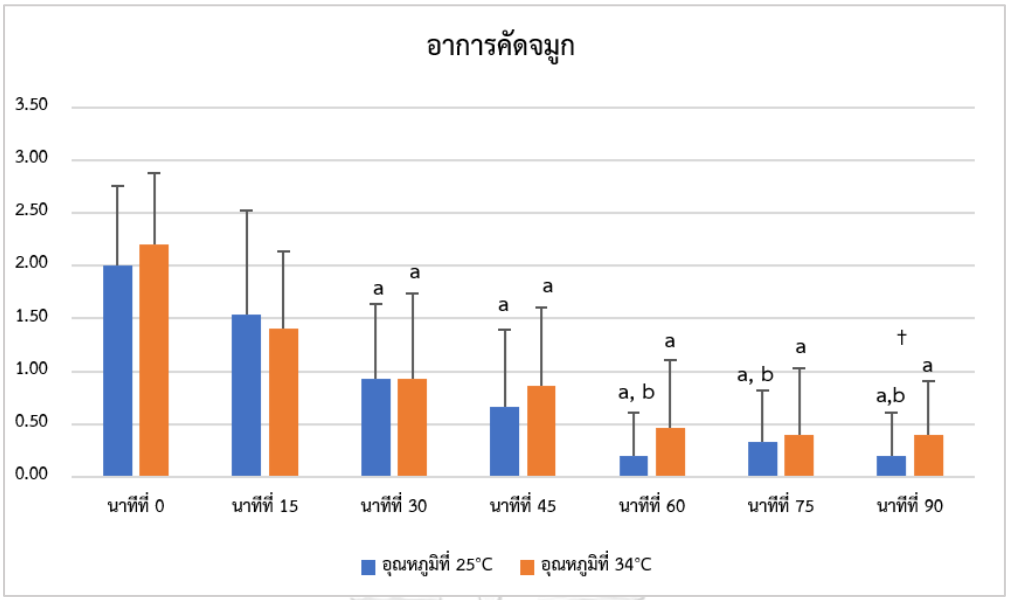
ตารางที่ 9 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร	ช่วงเวลา							Friedman χ^2	p-Value
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90		
ที่อุณหภูมิ 25°C	2.00 ± 0.75	1.53 ± 0.99	0.93 ± 0.70*	0.66 ± 0.72*	0.200 ± 0.41*	0.33 ± 0.48*	0.20 ± 0.41*	56.25	<0.001*
ที่อุณหภูมิ 34°C	2.20 ± 0.67	1.40 ± 0.73	0.93 ±0.79*	0.86 ± 0.74*	0.46 0.63*	0.40 0.63*	0.40 ± 0.50*	64.32	<0.001*

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 8 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูก ทั้งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกายแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที(นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



[a]p < .05 = แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)

[b]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15)

[†]p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

แผนภูมิที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 10 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		Z	P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
นาทีที่ 0	1.80	1.10	1.86	0.35	-0.30	0.76
นาทีที่ 15	0.66	0.90	0.80	0.86	0.00	1.00
นาทีที่ 30	0.60	0.98	0.46	0.83	-0.54	0.58
นาทีที่ 45	0.46	0.74	0.53	0.99	-0.33	0.73
นาทีที่ 60	0.60	0.98	0.40	0.73	-0.44	0.65
นาทีที่ 75	0.33	0.81	0.46	0.91	-1.41	0.15
นาทีที่ 90	0.33	0.61	0.46	0.91	-0.57	0.56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 9 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูก ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างระหว่าง อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 11 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 0	นาทีที่ 0	นาทีที่ 0	นาทีที่ 0	นาทีที่ 0	นาทีที่ 0
นาทีที่ 0		0.09	0.003*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 15			0.19	0.06	0.02*	0.001*	0.004*
นาทีที่ 30				0.61	0.37	0.05	0.10
นาทีที่ 45					0.70	0.16	0.27
นาทีที่ 60						0.31	0.47
นาทีที่ 75							0.76
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 11 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกายแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกาย 30 นาทีเสร็จ (นาทีที่ 90) และขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 12 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูกระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.13	0.004*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 15			0.15*	0.02*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 30				0.44	0.06	0.04	0.03*
นาทีที่ 45					0.27	0.22	0.17
นาทีที่ 60						0.89	0.80
นาทีที่ 75							0.89
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 12 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูกที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) และขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

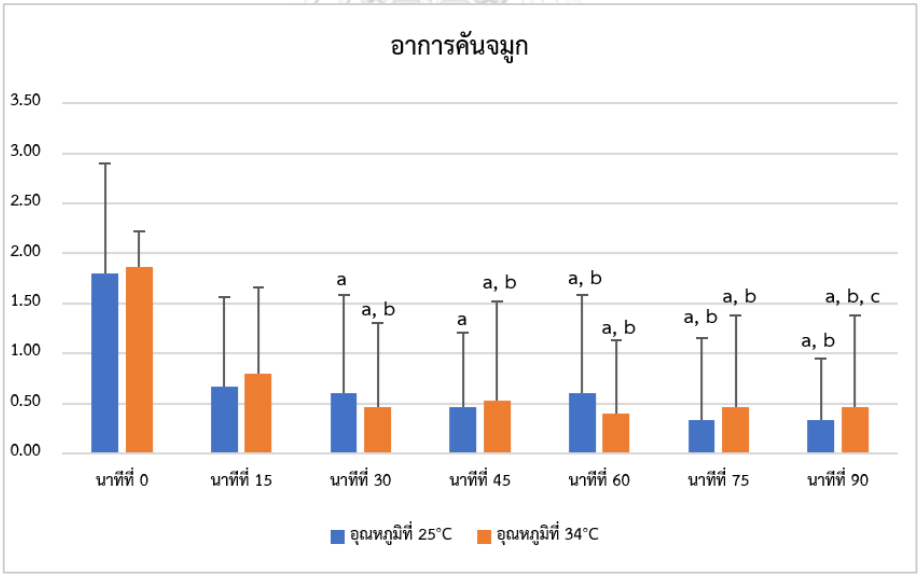
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 13 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ช่วงเวลา							Friedman χ^2	P-Value
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90		
ที่อุณหภูมิ 25°C	1.80	0.66	0.60	0.46	0.60	0.33	0.33	57.41	<0.001*
	± 1.10	± 0.90	± 0.98*	± 0.74*	± 0.98*	± 0.81*	± 0.61*		
ที่อุณหภูมิ 34°C	0.80	0.46	0.53	0.53	0.40	0.46	0.46	61.88	<0.001*
	± 0.86	± 0.83	± 0.99*	± 0.99*	± 0.73*	± 0.91*	± 0.91*		

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา †p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จากตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคันจมูกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส แต่พบความแตกต่างภายในของแต่ละอุณหภูมิ ขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



[a]p < .05 = แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)

[b]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15)

[c]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30)

แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 14 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจามในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		Z	P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
นาทีที่ 0	1.73	0.59	1.743	0.60	0.00	1.00
นาทีที่ 15	0.66	0.61	0.66	0.81	-0.05	0.95
นาทีที่ 30	0.20	0.56	0.66	0.81	-2.49	0.01†
นาทีที่ 45	0.20	0.41	0.33	0.61	-2.33	0.02†
นาทีที่ 60	0.06	0.25	0.13	0.35	-1.00	0.31
นาทีที่ 75	0.06	0.25	0.20	0.41	-1.41	0.15
นาทีที่ 90	0.20	0.41	0.26	0.45	-0.57	0.56

†p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 14 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจาม ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส แตกต่างกันในขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) และขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 15 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจามระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส *(คะแนน)*

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.01*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 15			0.06	0.06	0.02*	0.02*	0.08
นาทีที่ 30				0.96	0.64	0.70	0.89
นาทีที่ 45					0.61	0.67	0.99
นาทีที่ 60						0.93	0.55
นาทีที่ 75							0.61
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 15 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจามที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) และขณะออกกำลังกาย 15 นาที แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60)

ตารางที่ 16 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจามระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส *(คะแนน)*

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.08	0.07	0.004*	<0.001*	<0.001*	0.001*
นาทีที่ 15			0.96	0.23	0.04	0.08	0.13
นาทีที่ 30				0.25	0.04*	0.09	0.15
นาทีที่ 45					0.39	0.58	0.76
นาทีที่ 60						0.76	0.58
นาทีที่ 75							0.80
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 16 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจามที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) และขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

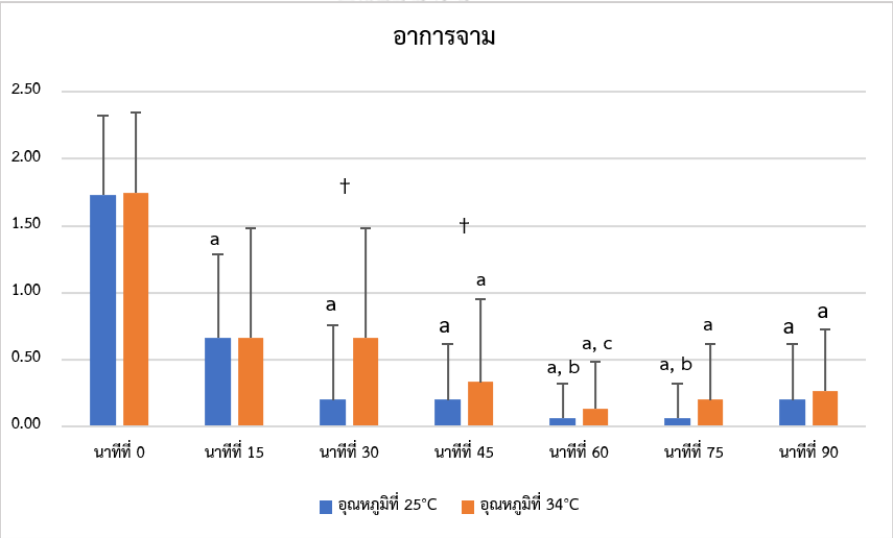
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 17 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจามในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ช่วงเวลา							Friedman χ^2	P-Value
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90		
ที่อุณหภูมิ 25°C	1.73 ± 0.59	0.66 ± 0.61	0.20 ± 0.56*	0.20 ± 0.41*	0.06 ± 0.25*	0.06 ± 0.25*	0.20 ± 0.41*	58.81	<0.001*
ที่อุณหภูมิ 34°C	1.74 ± 0.60	0.66 ± 0.81	0.66 ± 0.81	0.33 ± 0.61*	0.13 ± 0.35*	0.20 ± 0.41*	0.26 ± 0.45*	53.56	<0.001*

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา †p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จากตารางที่ 17 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการจามที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่อุณหภูมิ 34 องสเซลเซียส ก่อนออกกำลังกายแตกต่างกับกับขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



[a]p < .05 = แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)

[b]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15)

[c]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30)

[†]p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการจามที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 18 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการน้ำมูกไหลในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		Z	P-Value
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
นาทีที่ 0	2.00	0.84	2.00	0.75	0.00	1.00
นาทีที่ 15	1.20	1.08	0.86	0.64	-0.88	0.37
นาทีที่ 30	0.73	0.96	0.60	0.63	-0.35	0.72
นาทีที่ 45	0.46	0.64	0.60	0.50	-0.81	0.41
นาทีที่ 60	0.46	0.51	0.33	0.48	-1.00	0.31
นาทีที่ 75	0.46	0.51	0.26	0.45	-1.34	0.18
นาทีที่ 90	0.20	0.41	0.40	0.73	-0.87	0.38

จากตารางที่ 18 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการน้ำมูกไหล ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 19 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการน้ำมูกไหลระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส *(คะแนน)*

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	**นาทีที่ 15**	**นาทีที่ 30**	**นาทีที่ 45**	**นาทีที่ 60**	**นาทีที่ 75**	**นาทีที่ 90**
นาทีที่ 0		0.03*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 15			0.15	0.04*	0.05	0.63	0.004*
นาทีที่ 30				0.58	0.64	0.67	0.15
นาทีที่ 45					0.93	0.89	0.37
นาทีที่ 60					0.96	0.96	0.33
นาทีที่ 75							0.31
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 19 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่

75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) และขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 20 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการน้ำมูกไหลระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส *(คะแนน)*

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.02*	0.00*	0.002*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 15			0.35	0.37	0.05	0.02*	0.06
นาทีที่ 30				0.96	0.33	0.19	0.35
นาทีที่ 45					0.31	0.17	0.33
นาทีที่ 60						0.73	0.96
นาทีที่ 75							0.70
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 20 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการน้ำมูกไหลที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย(นาที่0)แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) และขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

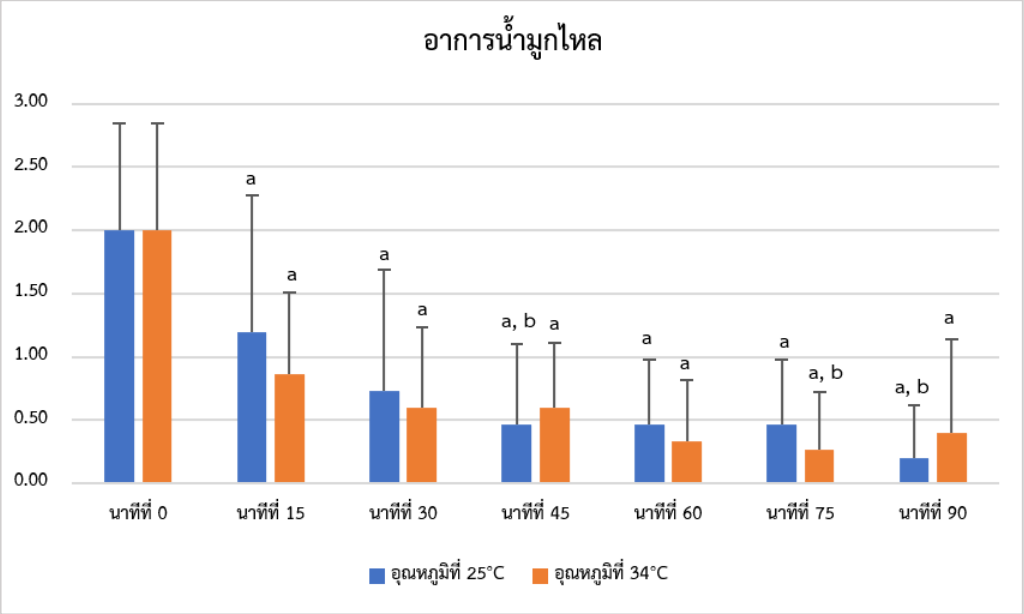
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 21 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการน้ำมูกไหลในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ช่วงเวลา							Friedman χ^2	P-Value
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90		
ที่อุณหภูมิ 25°C	2.00 ± 0.84	1.20 ± 1.08*	0.73 ± 0.96*	0.467 ± 0.63*	0.46 ± 0.51*	0.46 ± 0.51*	0.20 ± 0.41*	51.00	<0.001*
ที่อุณหภูมิ 34°C	2.00 ± 0.75	0.86 ± 0.63*	0.60 ± 0.63*	0.600 ± 0.50*	0.33 ± 0.48*	0.26 ± 0.45*	0.40 ± 0.73*	41.21	<0.001*

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 21 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการน้ำมูกไหล ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส แตกต่างกันในขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



[a]p < .05 = แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)

[b]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 22 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		Z	P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
นาทีที่ 0	7.53	1.06	7.54	1.10	0.00	1.00
นาทีที่ 15	4.53	1.88	4.06	1.43	-0.40	0.68
นาทีที่ 30	2.53	1.41	3.00	2.27	-0.99	0.31
นาทีที่ 45	1.80	1.57	2.40	1.99	-1.15	0.25
นาทีที่ 60	1.07	1.03	1.20	1.15	-0.81	0.41
นาทีที่ 75	0.93	0.96	1.07	1.16	-0.35	0.72
นาทีที่ 90	0.80	1.01	1.20	1.32	-1.22	0.22

จากตารางที่ 22 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการรวมระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส แตกต่างกันก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่0)

ตารางที่ 23 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการรวมระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	**นาทีที่ 15**	**นาทีที่ 30**	**นาทีที่ 45**	**นาทีที่ 60**	**นาทีที่ 75**	**นาทีที่ 90**
นาทีที่ 0		0.128	0.002*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 15			0.11	0.011*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 30				0.33	0.01*	0.004*	0.001*
นาทีที่ 45					0.09	0.05	0.0*
นาทีที่ 60						0.80	0.55
นาทีที่ 75							0.73
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 23 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการรวมที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาที

ที่ 75) และหลังการออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังการออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) และขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 24 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการรวมระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.13	0.004*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 15			0.16	0.03*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 30				0.47	0.00*	0.00*	0.010*
นาทีที่ 45					0.03*	0.03*	0.06
นาทีที่ 60						1.00	0.80
นาทีที่ 75							0.80
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยคะแนนอาการรวมที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่0) แตกต่างกับออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) หลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) แตกต่างกับขณะอกกำลังกาย 45 นาที(นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังการออกกำลังกายเร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ขณะออกกำลังกาย 30 นาที(นาทีที่ 30) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังการออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) และขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

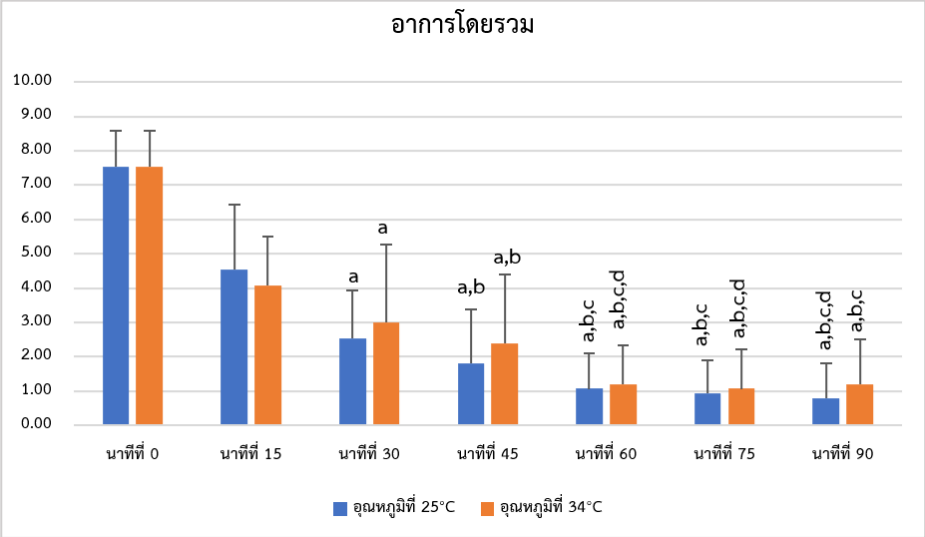
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 25 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนอาการรวมในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (คะแนน)

ตัวแปร	ช่วงเวลา							Friedman χ^2	P-Value
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90		
ที่อุณหภูมิ 25°C	7.53	4.53	2.53	1.80	1.07	0.93	0.80	76.46	<0.001*
	± 1.06	± 1.88	± 1.41*	± 1.57*	± 1.03*	± 0.96*	± 1.01*		
ที่อุณหภูมิ 34°C	7.54	4.06	3.00	2.40	1.20	1.07	1.20	67.14	<0.001*
	± 1.10	± 1.43	± 2.27*	± 1.99*	± 1.15*	± 1.16*	± 1.32*		

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 25 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอาการรวมที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส แตกต่างกันขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



[a]p < .05 = แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)

[b]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15)

[c]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30)

[d]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45)

แผนภูมิที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แลที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 26 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
นาทีที่ 0	91.33	7.48	92.66	5.81	0.61
นาทีที่ 60	122.00	8.95	114.66	10.22	0.37
นาทีที่ 75	114.66	10.22	121.33	8.50	0.47
นาทีที่ 90	125.33	8.55	17.33	8.25	0.20

จากตารางที่ 26 พบว่าค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 27 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak Nasal Inspiratory Flow; PNIF) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (L/min)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		<0.001*	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 60			0.20	0.27
นาทีที่ 75				0.60
นาทีที่ 90				

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 27 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak Nasal Inspiratory Flow; PNIF) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย(นาทีที่ 0) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 28 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.02*	<0.001*	0.007*
นาทีที่ 60			0.06	0.56
นาทีที่ 75				0.21
นาทีที่ 90				

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 28 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

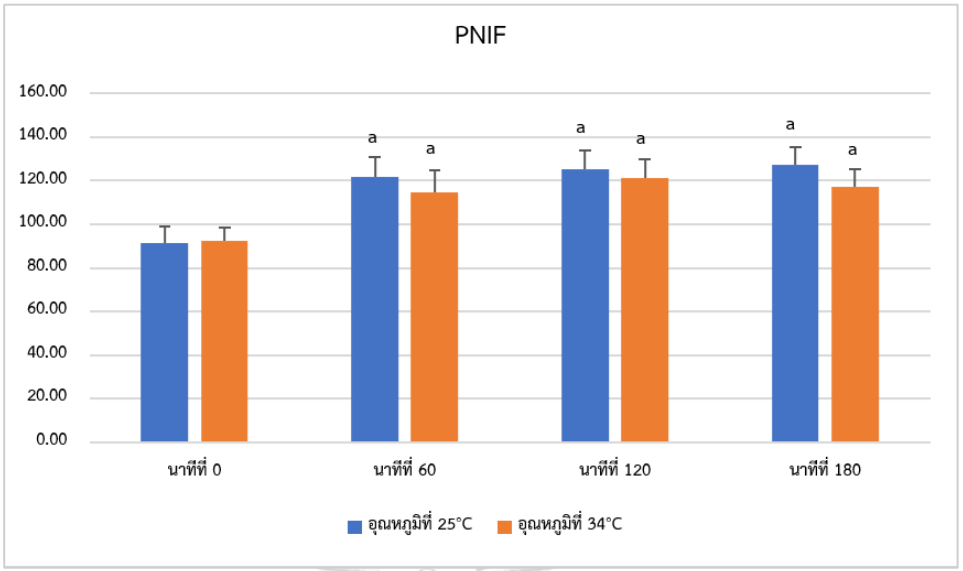
ตารางที่ 29 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min)

ตัวแปร	ช่วงเวลา				P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	91.33 ± 7.48	122.00 ± 8.95*	125.33 ± 8.55*	127.33 ± 8.13*			
ที่อุณหภูมิ 34°C	92.66 ± 5.81	114.66 ± 10.22*	121.33 ± 8.50*	117.33 ± 8.25*	0.33	<0.001*	0.29
P–value (Groups)	0.61	0.37	0.47	0.20			

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 29 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสแตกต่างกันหลังออกกำลังกายทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) ไม่พบความแตกต่างกันภายในที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ยังพบความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในช่วงก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) และหลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



[a]p < .05 = แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)

แผนภูมิที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 30 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ppb)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
นาทีที่ 0	13.46	8.99	15.36	12.35	0.23
นาทีที่ 60	11.73	8.83	14.80	9.86	0.19
นาทีที่ 75	13.43	9.28	15.60	10.13	0.21
นาทีที่ 90	13.43	9.52	16.13	10.54	0.27

จากตารางที่ 30 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 31 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ppb)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.40	0.97	0.97
นาทีที่ 60			0.44	0.13
นาทีที่ 75				1.00
นาทีที่ 90				

จากตารางที่ 31 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 32 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ppb)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.53	0.81	0.51
นาทีที่ 60			0.18	0.10
นาทีที่ 75				0.39
นาทีที่ 90				

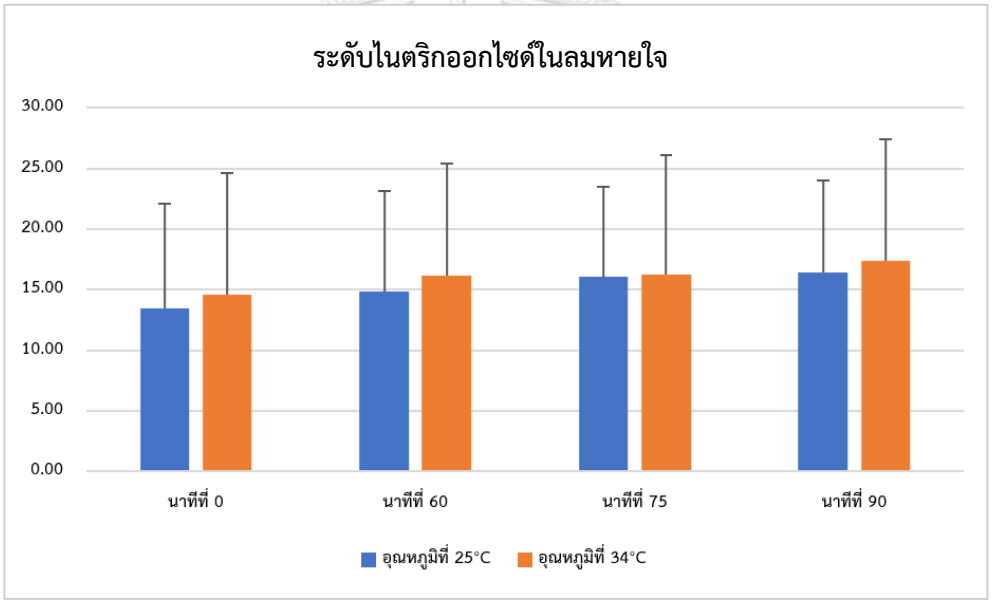
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 32 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 33 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ppb)

ตัวแปร	ช่วงเวลา				P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	13.46 ± 8.99	11.73 ± 8.83	13.43 ± 9.28	13.43 ± 9.52			
ที่อุณหภูมิ 34°C	15.36 ± 12.35	14.80 ± 9.86	15.60 ± 10.13	16.13 ± 10.54	0.13	0.12	0.67
P–value (Groups)	0.23	0.19	0.21	0.27			

จากตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (FeNO) ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



แผนภูมิที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตอนที่ 4 ตัวแปรด้านระบบไหลเวียนโลหิต

ตัวแปรด้านระบบไหลเวียนโลหิตประกอบด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และการรับรู้ความเหนื่อย

ตารางที่ 34 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (bpm)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
นาทีที่ 0	81.00	20.81	81.13	± 12.55	0.97
นาทีที่ 15	140.73	5.43	143.46	± 9.88	0.21
นาทีที่ 30	141.20	7.36	142.80	± 5.84	0.40
นาทีที่ 45	141.80	8.68	143.93	± 6.29	0.19
นาทีที่ 60	141.06	6.13	143.40	± 7.00	0.08
นาทีที่ 75	85.26	15.75	91.80	± 15.40	0.03†
นาทีที่ 90	82.80	17.09	90.46	± 15.61	0.02†

†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จากตารางที่ 34 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการตเนของหัวใจระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส หลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 35 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (bpm)

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.28	0.68
นาทีที่ 15			0.81	0.58	0.87	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 30				0.68	0.94	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 45					0.67	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 60						<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 75							0.08
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 35 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย(นาทีที่ 0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) ขณะออกกำลังกาย 15นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45นาที และหลังออกกำลังกายทันที (นาที60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 36 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (bpm)

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.005*	0.013*
นาทีที่ 15			0.75	0.82	0.97	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 30				0.34	0.62	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 45					0.73	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 60						<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 75							0.41
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 36 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่90) ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

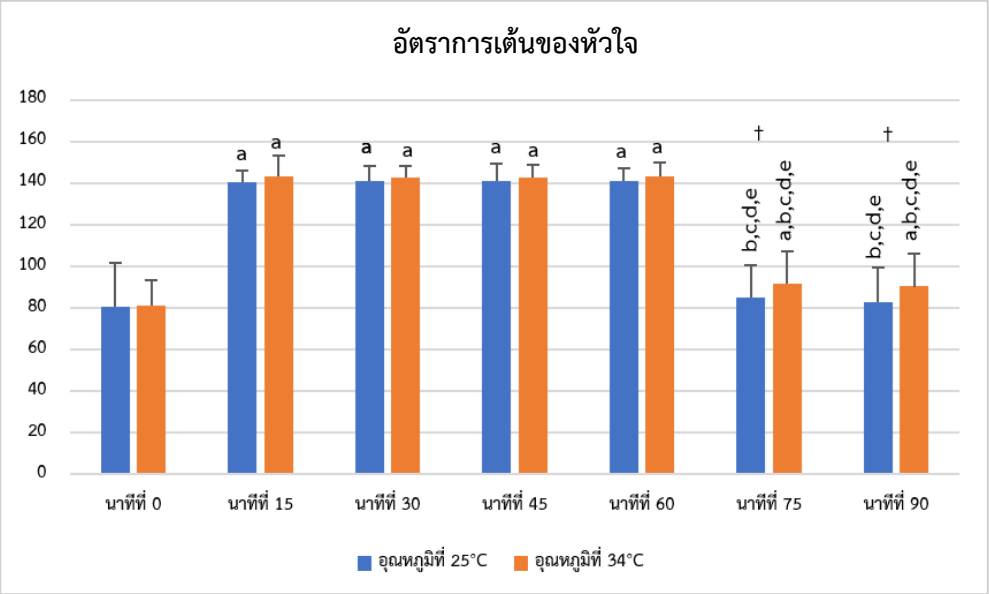
ตารางที่ 37 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (bpm)

ตัวแปร	ช่วงเวลา							P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	81.00 ± 20.81	140.73 ± 5.43*	141.20 ± 7.36*	141.80 ± 8.68*	141.06 ± 6.13*	85.26 ± 15.75*	82.80 ± 17.09*			
ที่อุณหภูมิ 34°C	81.13 ± 12.55	143.46 ± 9.88*	142.80 ± 5.84*	143.93 ± 6.29*	143.40 ± 7.00*	91.80 ± 15.40*	90.46 ± 15.61*	0.01†	<0.001*	0.20
P–Value (Group)	0.97	0.21	0.40	0.19	0.08	0.03†	0.02†			

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จากตารางที่ 37 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับการออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาที60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่90) ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 5) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่90) ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่90) อีกทั้งพบความแตกต่างระหว่างสองกลุ่มที่หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



[a]p < .05 = แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)

[b]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15)

[c]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30)

[d]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45)

[e]p < .05 = แตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที (นาทีที่ 60)

[†]p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

แผนภูมิที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 38 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
นาทีที่ 0	116.6	12.26	116.93	11.19	0.87
นาทีที่ 60	118.00	10.70	116.93	11.19	0.16
นาทีที่ 75	113.66	9.59	114.53	10.62	0.65
นาทีที่ 90	111.06	11.39	113.20	11.63	0.28

จากตารางที่ 38 พบว่าค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 39 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (mmHg)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	**นาทีที่ 60**	**นาทีที่ 75**	**นาทีที่ 90**
นาทีที่ 0		0.41	0.07	0.002*
นาทีที่ 60			<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 75				0.06
นาทีที่ 90				

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 39 พบว่าค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 40 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.06	0.36	0.12
นาทีที่ 60			0.014*	<0.001*
นาทีที่ 75				0.43
นาทีที่ 90				

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 41 พบว่าค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

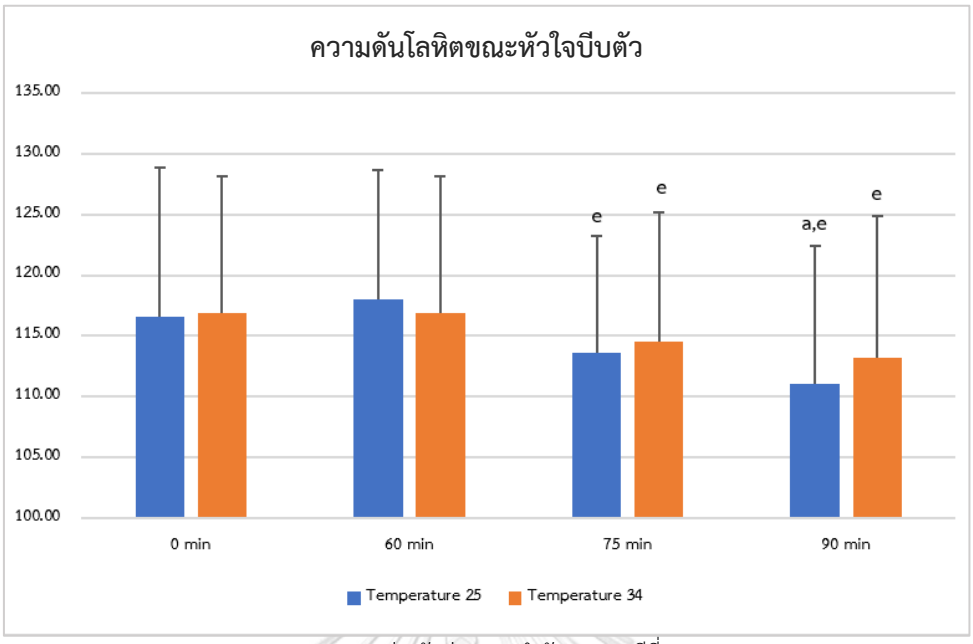
ตารางที่ 41 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg)

ตัวแปร	ช่วงเวลา				P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	116.6 ± 12.26	118.00 ± 10.70	113.66 ± 9.59*	111.06 ± 11.39*			
ที่อุณหภูมิ 34°C	116.93 ± 11.19	116.93 ± 11.19	114.53 ± 10.62*	113.20 ± 11.63*	0.26	<0.001*	0.51
P–value (Group)	0.87	0.163	0.6	0.28			

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 41 พบว่าค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย(นาทีที่ 0) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับขณะหลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) ทั้งนี้ไม่พบความความแตกต่างระหว่างสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



[a]p < .05 = แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)

[e]p < .05 = แตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที (นาทีที่ 60)

แผนภูมิที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 42 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
นาทีที่ 0	64.20	2.41	63.66	1.73	0.77
นาทีที่ 60	63.86	2.49	63.06	1.38	0.77
นาทีที่ 75	65.06	2.35	64.80	2.56	0.92
นาทีที่ 90	63.93	1.96	63.46	1.57	0.79

จากตารางที่ 42 พบว่าค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 43 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (mmHg)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.87	0.66	0.85
นาทีที่ 60			0.52	0.96
นาทีที่ 75				0.40
นาทีที่ 90				

จากตารางที่ 43 พบว่าค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 44 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ในแต่ละอุณหภูมิและระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.71	0.61	0.89
นาทีที่ 60			0.34	0.46
นาทีที่ 75				0.46
นาทีที่ 90				

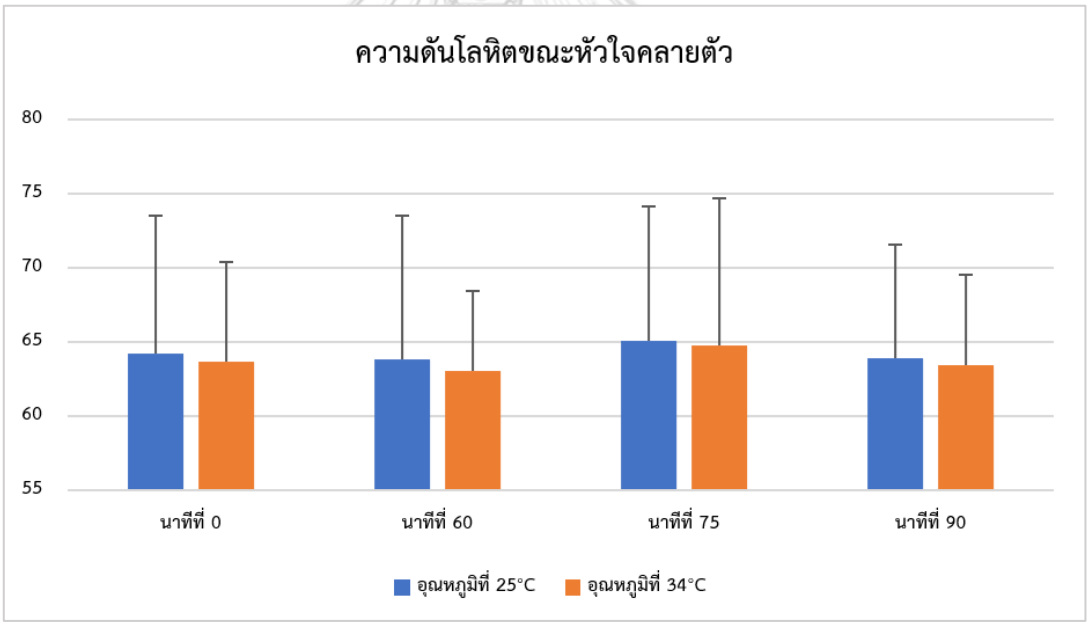
จากตารางที่ 44 พบว่าค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 45 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (mmHg)

ตัวแปร	ช่วงเวลา				P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	64.20 ± 2.41	63.86 ± 2.49	65.06 ± 2.35	63.93 ± 1.96			
ที่อุณหภูมิ 34°C	63.66 ± 1.73	63.06 ± 1.38	64.80 ± 2.56	63.46 ± 1.57	0.78	0.58	0.99
P–value (Group)	0.77	0.77	0.92	0.79			

จากตารางที่ 45 พบว่าค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



แผนภูมิที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 46 แสดงการผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อย ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ระดับ)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		Z	P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
นาทีที่ 0	0.33	1.29	0.33	1.29	0.00	1.00
นาทีที่ 15	5.00	1.46	5.00	1.46	-0.36	0.71
นาทีที่ 30	5.73	1.38	5.80	1.52	-0.52	0.60
นาทีที่ 45	6.26	1.43	6.20	1.82	-0.36	0.71
นาทีที่ 60	6.20	2.11	6.66	1.71	-0.95	0.34
นาทีที่ 75	0.40	0.82	0.60	1.35	-0.54	0.58
นาทีที่ 90	0.66	0.25	0.33	0.81	-1.34	0.18

จากตารางที่ 46 พบว่าค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อย ไม่มีความแตกต่างระหว่างที่อุณหภูมิ25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 47 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อย ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ระดับ)

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.00*	<0.001*	<0.001*	<.001*	0.83	0.89
นาทีที่ 15			0.22	0.02*	0.025*	0.005*	0.002*
นาทีที่ 30				0.33	0.31	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 45					0.96	<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 60						<0.001*	<0.001*
นาทีที่ 75							0.73
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 47 พบว่าค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อย ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) แตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) และขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับหลังออก

กำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 48 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อย ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ที่ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ระดับ)

ตัวแปร	ช่วงเวลา						
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		<.0.001*	<.0.001*	<.0.001*	<.0.001*	0.64	0.83
นาทีที่ 15			0.27	0.08	0.011*	0.005*	0.002*
นาทีที่ 30				0.52	0.15	<.0.001*	<.0.001*
นาทีที่ 45					0.42	<.0.001*	<.0.001*
นาทีที่ 60						<.0.001*	<.0.001*
นาทีที่ 75							0.80
นาทีที่ 90							

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 48 พบว่าค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อย ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกายแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่90) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

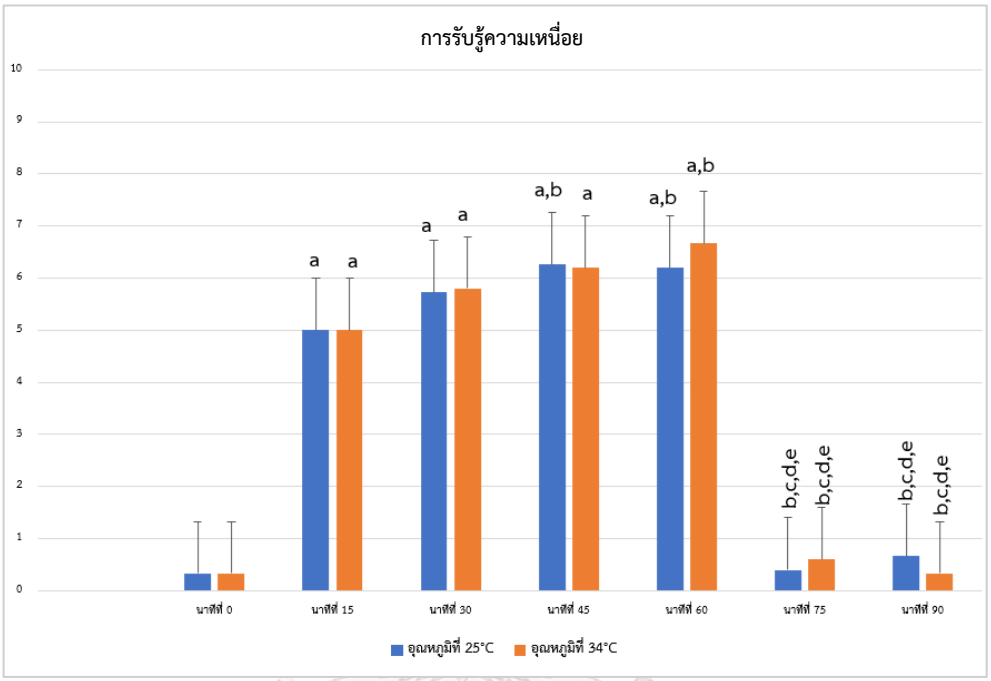
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 49 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อย ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (ระดับ)

ตัวแปร	ช่วงเวลา							Friedman χ^2	P-Value
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 15	นาทีที่ 30	นาทีที่ 45	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90		
ที่อุณหภูมิ 25°C	0.33 ± 1.29	5.00 ± 1.46*	5.73 ± 1.38*	6.26 ± 1.43*	6.20 ± 2.11*	0.40 ± 0.82	0.66 ± 0.25	79.50	<0.001*
ที่อุณหภูมิ 34°C	0.33 ±1.29	5.00 ± 1.46*	5.80 ± 1.52*	6.20 ± 1.82*	6.66 ± 1.71*	0.60 ± 1.35	0.33 ± 0.81	80.66	<0.001*

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 49 พบว่าค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อยที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส พบความแตกต่างภายในทั้งสองอุณหภูมิขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



[a]p < .05 = แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)

[b]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15)

[c]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30)

[d]p < .05 = แตกต่างกับออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45)

[e]p < .05 = แตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที (นาทีที่ 60)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนภูมิที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ความเหนื่อยที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตอนที่ 5 ตัวแปรด้านระบบหายใจ

ตัวแปรด้านระบบหายใจประกอบด้วยสมรรถภาพปอด ได้แก่ ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรอากาศสูงสุดที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า - ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ แรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า และค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก

ตารางที่ 50 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
นาทีที่ 0	2.20	0.13	2.63	0.26	0.20
นาทีที่ 60	2.42	0.10	2.34	0.10	0.19
นาทีที่ 75	2.20	0.12	2.33	0.11	0.18
นาทีที่ 90	2.16	0.13	2.49	0.13	0.05

จากตารางที่ 50 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 51 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (L)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.70	0.99	0.81
นาทีที่ 60			0.76	0.57
นาทีที่ 75				0.61
นาทีที่ 90				

จากตารางที่ 51 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 52 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.33	0.31	0.68
นาทีที่ 60			0.94	0.13
นาทีที่ 75				0.18
นาทีที่ 90				

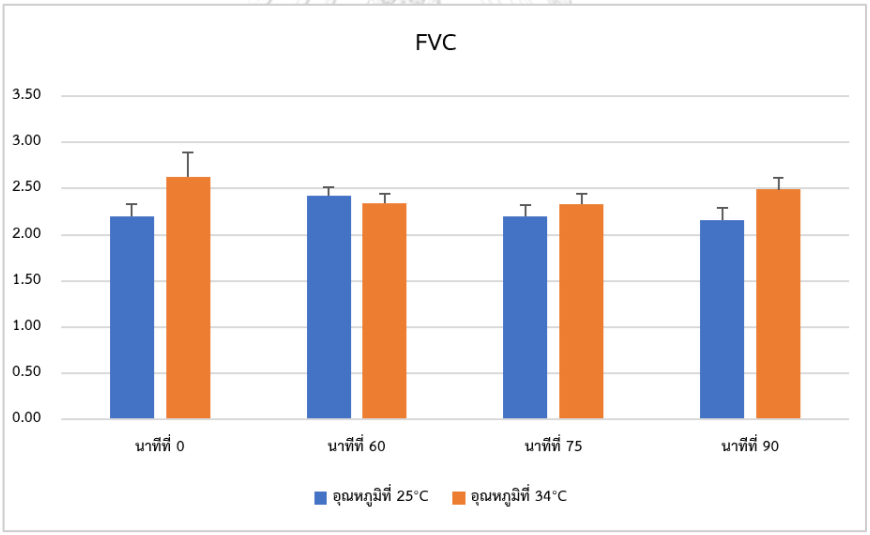
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 51 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 53 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L)

ตัวแปร	ช่วงเวลา				P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	2.20 ± 0.13	2.42 ± 0.10	2.20 ± 0.12	2.16 ± 0.13			
ที่อุณหภูมิ 34°C	2.63 ± 0.26	2.34 ± 0.10	2.33 ± 0.11	2.49 ± 0.13	1.00	0.54	0.44
P-Value (Groups)	0.20	0.19	0.18	0.05			

จากตารางที่ 53 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



แผนภูมิที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 54 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอยางเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
นาทีที่ 0	2.16	0.13	2.23	0.13	0.63
นาทีที่ 60	2.05	0.08	2.19	0.11	0.12
นาทีที่ 75	2.00	0.11	2.23	0.12	0.11
นาทีที่ 90	1.97	0.13	2.38	0.14	0.04†

†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จากตารางที่ 54 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 55 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอยางเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (L)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.23	0.30	0.30
นาทีที่ 60			0.68	0.56
นาทีที่ 75				0.77
นาทีที่ 90				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 55 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอยางเร็วและแรงเต็มที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 56 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลัง ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.67	0.99	0.33
นาทีที่ 60			0.73	0.11
นาทีที่ 75				0.25
นาทีที่ 90				

จากตารางที่ 56 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

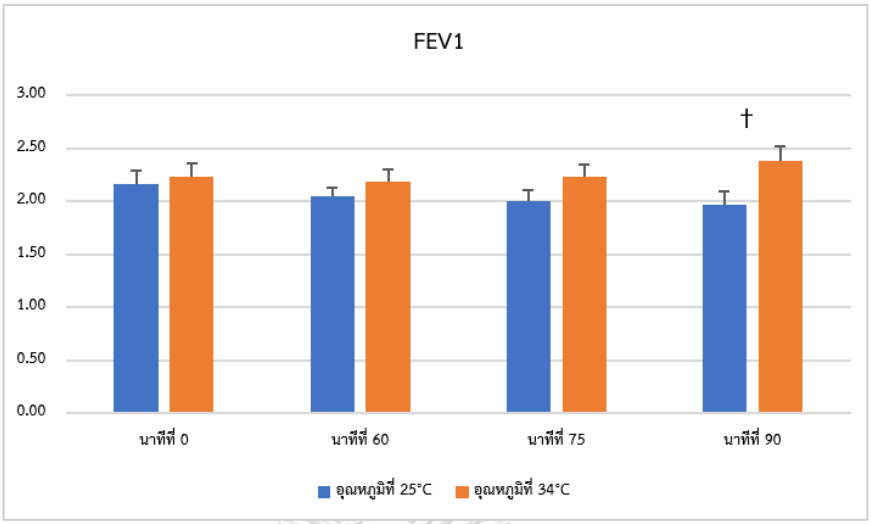
ตารางที่ 57 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L)

ตัวแปร	ช่วงเวลา				P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	2.16 ± 0.13	2.05 ± 0.08	2.00 ± 0.11	1.97 ± 0.13			
ที่อุณหภูมิ 34°C	2.23 ± 0.13	2.19 ± 0.11	2.23 ± 0.12	2.38 ± 0.14	0.02†	0.72	0.30
P–value (Groups)	0.63	0.12	0.11	0.04†			

†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 57 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ มีความแตกต่างกันระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และกลุ่มที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ที่ขณะหลังออกกำลังกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันภายในกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

แผนภูมิที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 58 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) ในแต่ละอุณหภูมิ และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (%)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
นาทีที่ 0	89.82	23.50	97.68	4.01	0.17
นาทีที่ 60	82.43	30.40	96.65	6.23	0.10
นาทีที่ 75	93.54	9.22	97.82	2.95	0.10
นาทีที่ 90	91.44	10.20	97.32	5.70	0.03†

†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จากตารางที่ 58 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 59 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (%)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.27	0.56	0.81
นาทีที่ 60			0.21	0.29
นาทีที่ 75				0.57
นาทีที่ 90				

จากตารางที่ 59 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 60 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (%)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.56	0.91	0.85
นาทีที่ 60			0.50	0.70
นาทีที่ 75				0.70
นาทีที่ 90				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

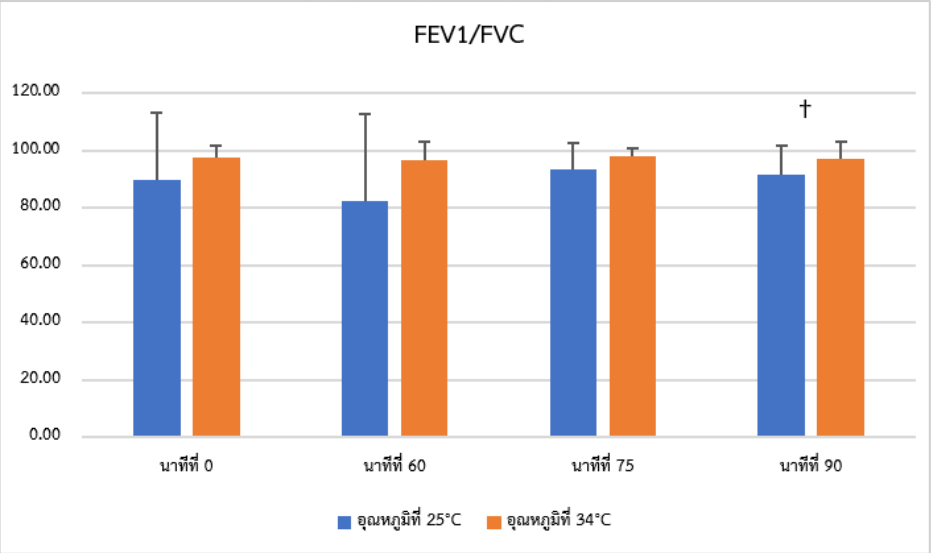
จากตารางที่ 60 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 61 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) ในแต่ละอุณหภูมิ และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (%)

ตัวแปร	ช่วงเวลา				P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	89.82 ± 23.50	82.43 ± 30.40	93.54 ± 9.22	91.44 ± 10.20			
ที่อุณหภูมิ 34°C	97.68 ± 4.01	96.65 ± 6.23	97.82 ± 2.95	97.32 ± 5.70	0.02†	0.35	0.44
P–value (Groups)	0.17	0.10	0.10	0.03†			

†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จากตารางที่ 61 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ไม่มีความแตกต่างกัน หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

แผนภูมิที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 62 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
นาทีที่ 0	3.50	1.25	2.98	1.36	0.253
นาทีที่ 60	4.18	1.72	3.62	1.50	0.414
นาทีที่ 75	3.38	1.44	2.91	1.57	0.141
นาทีที่ 90	3.78	1.43	3.86	1.39	0.043†

†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จากตารางที่ 62 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 63 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (L/min)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.74	0.27	0.31
นาทีที่ 60			0.41	0.40
นาทีที่ 75				0.83
นาทีที่ 90				

จากตารางที่ 63 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 64 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.41	0.31	0.55
นาทีที่ 60			0.72	0.83
นาทีที่ 75				0.52
นาทีที่ 90				

จากตารางที่ 64 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

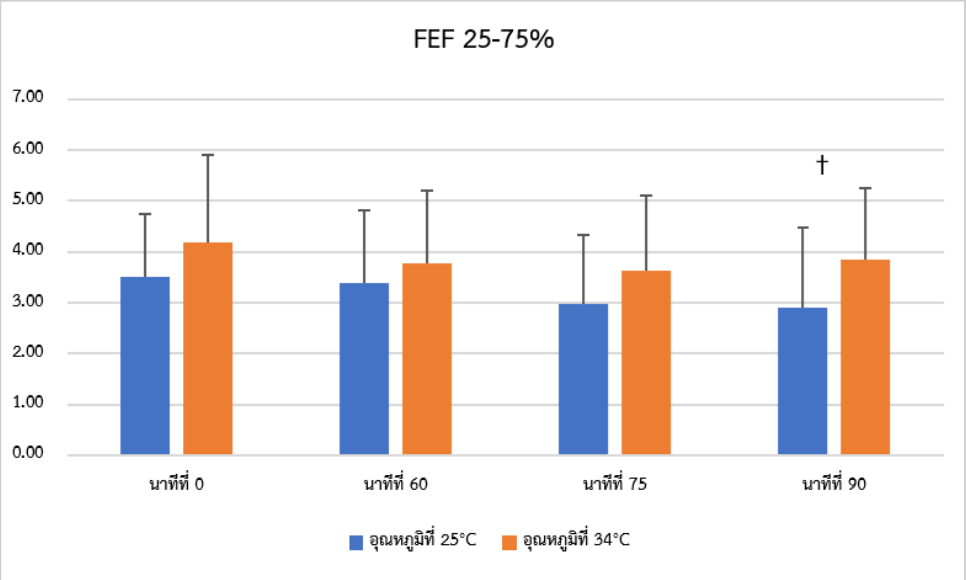
ตารางที่ 65 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ($FEF_{25-75\%}$) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min)

ตัวแปร	ช่วงเวลา				P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	3.50 ± 1.25	3.38 ± 1.44	2.98 ± 1.36	2.91 ± 1.57			
ที่อุณหภูมิ 34°C	4.18 ± 1.72	3.78 ± 1.43	3.62 ± 1.50	3.86 ± 1.39	0.01†	0.34	0.83
P–value (Groups)	0.25	0.41	0.14	0.04†			

†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 65 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



†p < .05 = แตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

แผนภูมิที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 66 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
นาทีที่ 0	127.14	20.39	122.70	39.62	0.67
นาทีที่ 60	136.62	25.81	127.35	19.87	0.17
นาทีที่ 75	139.02	25.69	131.20	21.23	0.18
นาทีที่ 90	133.36	25.67	136.58	22.20	0.47

จากตารางที่ 66 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 67 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (L/min)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.02*	0.01*	0.02*
นาทีที่ 60			0.55	0.42
นาทีที่ 75				0.14
นาทีที่ 90				

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 67 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาทีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 68 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.49	0.27	0.13
นาทีที่ 60			0.12	0.02*
นาทีที่ 75				0.05
นาทีที่ 90				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 68 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาทีที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

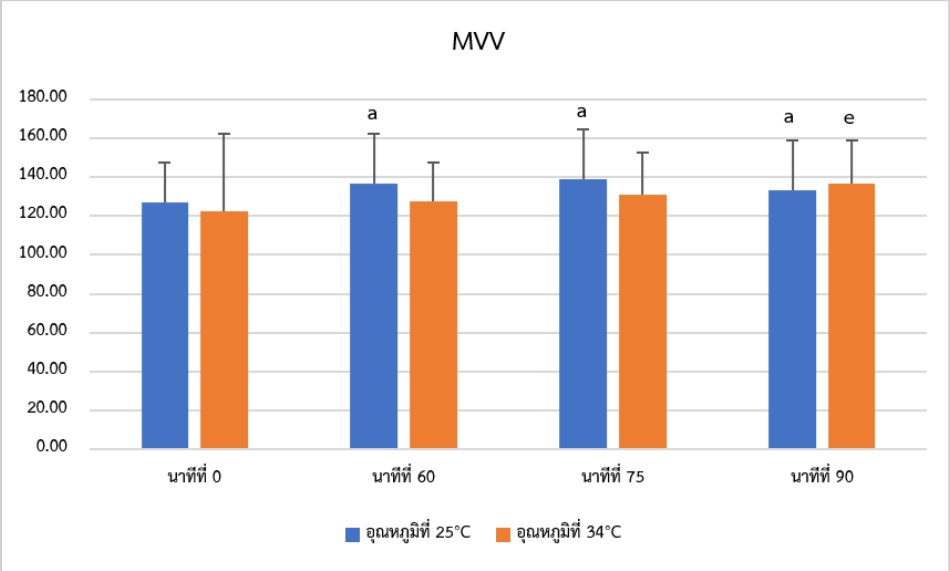
ตารางที่ 69 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (L/min)

ตัวแปร	ช่วงเวลา				P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	127.14	136.62	139.02	133.36			
	± 20.39	± 25.81*	± 25.69*	± 25.67*	0.45	0.02*	0.23
ที่อุณหภูมิ 34°C	122.70	127.35	131.20	136.58			
	± 39.62	± 19.87	± 21.23	± 22.20*			
P-Value (Groups)	0.67	0.17	0.18	0.47			

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 69 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาทีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส หลังออกกำลังเสร็จทันที (นาทีที่60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ยังพบความแตกต่างภายในกลุ่มของที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



[a]p < .05 = แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0)

[e]p < .05 = แตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที (นาทีที่ 60)

แผนภูมิที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 70 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (cmH_2O)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
นาทีที่ 0	59.53	23.71	63.56	22.92	0.45
นาทีที่ 60	61.70	20.98	61.54	19.98	0.97
นาทีที่ 75	67.43	18.77	66.93	19.35	0.90
นาทีที่ 90	67.20	14.78	66.53	16.74	0.84

จากตารางที่ 70 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 71 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลัง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.59	0.09	0.08
นาทีที่ 60			0.16	0.15
นาทีที่ 75				0.91
นาทีที่ 90				

จากตารางที่ 71 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้า ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 72 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.52	0.20	0.31
นาทีที่ 60			0.05	0.06
นาทีที่ 75				0.78
นาทีที่ 90				

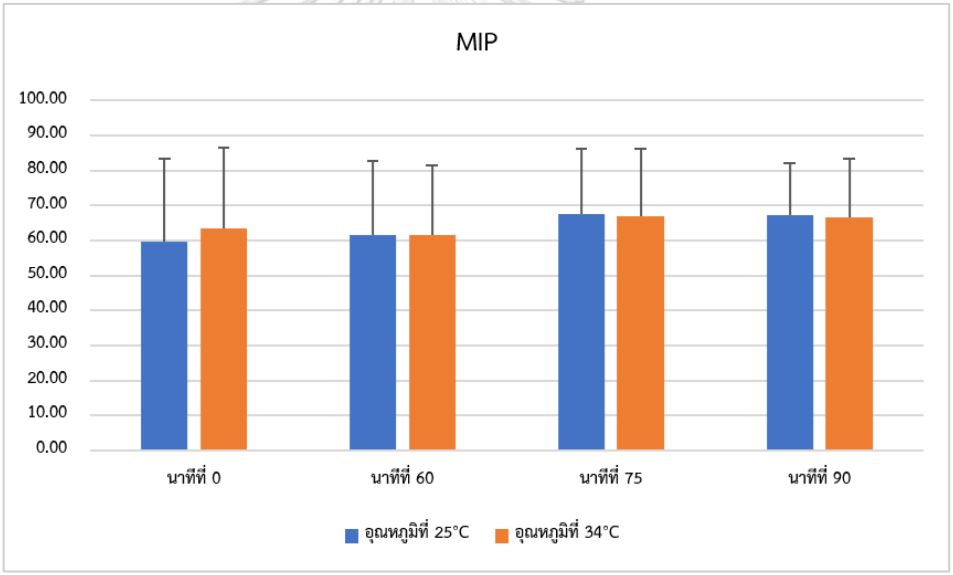
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 72 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้า ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 73 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (cmH_2O)

ตัวแปร	ช่วงเวลา				P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 0	นาทีที่ 0	นาทีที่ 0	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	59.53 ± 23.71	61.70 ± 20.98	67.43 ±18.77	67.20 ± 14.78			
ที่อุณหภูมิ 34°C	63.56 ± 22.92	61.54 ±19.98	66.93 ± 19.35	66.53 ± 16.74	0.84	0.05	0.53
P-value (Groups)	0.45	0.97	0.90	0.84			

จากตารางที่ 73 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด ไม่พบความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



แผนภูมิที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 74 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (cmH_2O)

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ 25°C		ที่อุณหภูมิ 34°C		P-Value
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
นาทีที่ 0	58.30	20.86	54.36	16.56	0.47
นาทีที่ 60	59.53	21.19	63.11	15.64	0.52
นาทีที่ 75	64.43	19.02	64.43	19.39	0.99
นาทีที่ 90	65.50	18.18	61.86	20.99	0.46

จากตารางที่ 74 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 75 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (cmH_2O)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.78	0.18	0.09
นาทีที่ 60			0.19	0.04*
นาทีที่ 75				0.61
นาทีที่ 90				

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 75 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 76 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (cmH_2O)

ตัวแปร	ช่วงเวลา			
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90
นาทีที่ 0		0.002*	0.01*	0.05
นาทีที่ 60			0.66	0.67
นาทีที่ 75				0.39
นาทีที่ 90				

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 76 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุดที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายสร็จ 15 นาที (นาทีที่75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

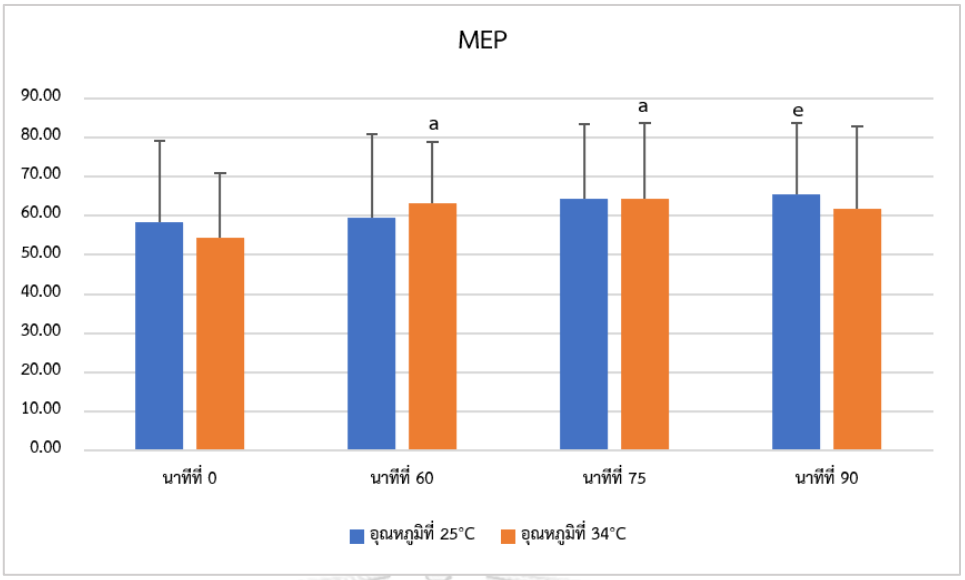
ตารางที่ 77 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) ในแต่ละอุณหภูมิ และระหว่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (cmH_2O)

ตัวแปร	ช่วงเวลา				P-Value		
	นาทีที่ 0	นาทีที่ 60	นาทีที่ 75	นาทีที่ 90	Group	Time	Interaction
ที่อุณหภูมิ 25°C	58.30 ± 20.86	59.53 ± 21.19	64.43 ± 19.02	65.50 ± 18.18*	0.82	0.03*	0.27
ที่อุณหภูมิ 34°C	54.36 ± 16.56	63.11 ± 15.64*	64.43 ± 19.39*	61.86 ± 20.99			
P–Value (Groups)	0.47	0.52	0.99	0.46			

*p < .05 = แตกต่างระหว่างช่วงเวลา

จากตารางที่ 77 พบว่าค่าเฉลี่ยค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) แตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



แผนภูมิที่ 19 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันการหายใจออกสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เพศชายและหญิง อายุ 18-35 ปี จำนวน 15 คน กลุ่มตัวอย่างได้รับออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนักระดับปานกลาง (50-60% HRR) ครั้งละ 60 นาทีในห้องควบคุม จำนวน 2 ครั้ง แบ่งเป็น 25 องศาเซลเซียส 1 ครั้ง และ 34 องศาเซลเซียส 1 ครั้ง การออกกำลังกายทั้ง 2 ครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ โดยใช้ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ชั้น 10 เป็นสถานที่ในการออกกำลังกาย ทำการทดสอบตัวแปรต่างๆ ได้แก่ 1. ข้อมูลด้านสรีรวิทยา ประกอบด้วย น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิต 2.ตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก 3. ตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ประกอบด้วยคะแนนแบบสอบถามการประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก และระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก 3.ตัวแปรด้านระบบไหลเวียนโลหิต ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และระดับความเหนื่อยล้า 5. ตัวแปรด้านระบบหายใจ ได้แก่ สมรรถภาพปอด ประกอบด้วย ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้าออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ประกอบด้วยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด แล้วนำผลไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำผลที่ได้มาทดสอบแจกแจงของข้อมูลโดยวิธี Shapiro wilk test พบว่าตัวแปร อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว สมรรถภาพปอด(ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรอากาศสูงสุดที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด และค่าปริมาตร

ของอากาศจากการหายใจเข้า - ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (แรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า และค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก) ระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ปริมาณการไหลเวียนของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก และการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก มีการแจกแจงแบบโค้งปกติตามข้อตกลงของสถิติพาราเมตริก จึงวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรก่อนการทดลองและหลังการทดลองของแต่ละกลุ่มการทดลองโดยทดสอบค่าความแปรปรวนสองทางเมื่อมีการวัดซ้ำ (Two-way repeated measures ANOVA) ที่ระดับความมีนัยสำคัญนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ตัวแปรอาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และประเมินการรับรู้ความเหนื่อย มีการแจกแจงแบบไม่เป็นโค้งปกติตามข้อตกลงของสถิติพาราเมตริก จึงวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรก่อนการทดลองและหลังการทดลองของแต่ละกลุ่มการทดลองโดยใช้วิธีของวิลคอกซัน (Wilcoxon Sigh-Rank test) และวิธีของฟรีดแมน (Friedman test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

สรุปผลการวิจัย

1. ตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก

1.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า

1.1.1 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.1.2 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.1.3 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.1.4 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.1.5 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.1.6 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า

1.2.1 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.2 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.3 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.4 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.5 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.6 ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.1 เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกระหว่างการออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกมีค่าลดลงแตกต่างกับการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ คะแนนแบบสอบถามการประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก และระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า

2.1.1 ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก อาการคันจมูก และอาการโดยรวม ขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1.2 ค่าเฉลี่ยอาการจาม และอาการน้ำมูกไหล ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1.3 ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก และอาการคันจมูก หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1.4 ค่าเฉลี่ยอาการจาม หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) ค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) และค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1.5 ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวม หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้น ค่าเฉลี่ยอาการอาการโดยรวมหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1.6 ค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1.7 ค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลา ที่นัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

2.2 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.1 ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม และอาการโดยรวม ขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) และค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2.2 ค่าเฉลี่ยอาการคัน และอาการโดยรวม ขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) ค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) และค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2.3 ค่าเฉลี่ยอาการจาม หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2.4 ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวม หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2.5 ค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2.6 ค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลา ที่นัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

2.3 เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรด้านอาการระหว่างการออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกมีค่าลดลงแตกต่างกับการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยอาการจามมีค่าลดลงแตกต่างกับการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอาการอื่นๆ ค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก และค่าเฉลี่ยระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 และ 34 องศาเซลเซียส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ตัวแปรด้านระบบไหลเวียนโลหิต ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และการรับรู้ความเหนื่อย

3.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า

3.1.1 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.1.2 ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้น ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.1.3 ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลา ที่นัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

3.1.4 ค่าเฉลี่ยระดับความเหนื่อยล้า ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และขณะออกกำลังกาย 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้น หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า

3.2.1 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ หลังออกกำลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2.2 ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2.3 ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวและค่าเฉลี่ยระดับออกซิเจนในเลือดแดง ไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลา ที่นัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

3.2.4 ค่าเฉลี่ยระดับความเหนื่อยล้า ขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 15 นาที (นาทีที่ 15) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้น หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าลดลงแตกต่างกับขณะออกกำลังกาย 30 นาที (นาทีที่ 30) 45 นาที (นาทีที่ 45) และหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05.

3.3 เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรด้านระบบไหลเวียนโลหิตระหว่างการออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยระดับออกซิเจนในเลือดมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและขณะหัวใจคลายตัว และค่าเฉลี่ยระดับความเหนื่อยล้า ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 และ 34 องศาเซลเซียส

4. ตัวแปรด้านระบบหายใจ ได้แก่ สมรรถภาพปอด ประกอบด้วยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรอากาศสูงสุดที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สูงสุด และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า - ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ประกอบด้วยแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า และแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก

4.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า

4.1.1 ค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) หลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) และ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.1.2 ค่าเฉลี่ยแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.1.3 ค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรอากาศสูงสุดที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด และแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า ไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาที่นัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

4.2 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า

4.2.1 ค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับหลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2.2 ค่าเฉลี่ยแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก หลังออกกำลังกายเสร็จทันที (นาทีที่ 60) และหลังออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที (นาทีที่ 75) มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย (นาทีที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.3 ค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรอากาศสูงสุดที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด และแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า ไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาที่นัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

4.3 เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรด้านระบบหายใจระหว่างการออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออก

ในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรอากาศสูงสุดที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส มีค่ามากกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที แรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า และแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก ระหว่างที่อุณหภูมิ 25 และ 34 องศาเซลเซียส

อภิปรายผล

จากสมมติฐานการวิจัยที่ว่า การออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่แตกต่างกัน ซึ่งจากผลการวิจัยที่พบสามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

1. การศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันมีที่ต่อตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

จากผลการวิจัยที่พบว่าทั้งการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและ 34 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกที่ลดลงตั้งแต่ขณะออกกำลังกาย 15 นาที และลดลงตลอดช่วงของการออกกำลังกาย ตลอดจนถึงหลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) แตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย โดยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกสามารถวัดจากการไหลของเลือดใต้ผิวหนังโดยใช้เครื่องเลเซอร์ดอปเลอร์ ซึ่งค่าการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกสัมพันธ์กับอาการคัดแน่นจมูก โดยการบวมของเนื้อเยื่อในเยื่อบุโพรงจมูก ทำให้ช่องจมูกแคบลง ส่งผลต่อการเพิ่มการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก (Busse & Holgate, 1995; Okubo et al., 2017) อาจกล่าวได้ว่าการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผู้ป่วยมีอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มากขึ้น จากผลการวิจัยที่พบว่าผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลาง (50-60%HRR) โดยการปั่นจักรยานที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียส โดยควบคุมความชื้นที่ระดับ 40-60% ส่งผลต่อการลดลงของการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Tongtako et al. (2012) ที่ทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบเหนื่อยหมดแรง (Exaustive exercise) เปรียบเทียบกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลางในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยผลการศึกษาพบว่าหลังออกกำลังกายทันทีผู้ป่วยมีค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย ผลจากงานวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าซึ่งส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่

ทำการศึกษาตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1995 ซึ่งผู้วิจัยไม่พบการศึกษาในปีที่ใกล้เคียงปีปัจจุบัน โดย Ohki et al. (1987) ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่มีต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและแรงต้านในโพรงจมูก (Nasal resistance) โดยทำการวัดก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 5 นาที 10 นาที 15 นาที 20 นาที 25 นาที และ 30 นาที ในผู้มีสุขภาพดีและผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ผลการวิจัยพบว่า ร้อยละ 77 ของกลุ่มตัวอย่างที่มีสุขภาพดี และร้อยละ 75 ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ มีค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและแรงต้านในโพรงจมูกลดลงหลังออกกำลังกายทันที นอกจากนั้น Paulsson, Bende, & Ohlin, (1985) ทำการศึกษาการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกขณะพักและขณะออกกำลังกาย โดยผลการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายส่งผลต่อการลดแรงต้านในโพรงจมูกซึ่งเกิดจากการลดการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกเช่นเดียวกัน ซึ่งการลดลงของการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกขณะออกกำลังกายและหลังออกกำลังกายนั้น อาจเกิดจากการเพิ่มการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic activity) ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มการหดตัวของหลอดเลือดในโพรงจมูก (Nasal vasoconstriction) จึงลดการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก (Valero et al., 2005) นอกจากนี้ มีการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกสามารถช่วยลดแรงต้านในโพรงจมูก ซึ่งช่วยให้จมูกโล่งขึ้น (Ramey, Bailen, & Lockey, 2006; Serra-Batlles et al., 1994)

จากผลการวิจัยเมื่อเปรียบเทียบตัวแปรด้านการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกระหว่างการออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกมีค่าน้อยกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งการออกกำลังกายที่อุณหภูมิห้องที่ 25 องศาเซลเซียสเป็นระดับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 34 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิส่งผลต่อการหดตัวของหลอดเลือด โดยหากอุณหภูมิยิ่งต่ำลง หลอดเลือดจะเกิดการหดตัวเพิ่มมากขึ้น และในทางตรงกันข้ามหากอุณหภูมิยิ่งสูงขึ้น หลอดเลือดจะเกิดการขยายตัว (Vasodilation) เพิ่มมากขึ้น (Charkoudian, 2003) โดยการศึกษาของ Chu, Lu, & Wang (2010) ศึกษาการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกโดยใช้เครื่องเลเซอร์ดอปเลอร์พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีค่าการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกลดลงเมื่ออยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า และ Olsson, & Bende (1985) ศึกษาความแตกต่างของอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก โดยศึกษาพบว่าที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส กลุ่มตัวอย่างมีการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและการคัดแน่นในจมูกลดลง และที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกไม่เปลี่ยนแปลงและมีการเพิ่มขึ้นของการคัดแน่นในจมูก ผลการวิจัยสรุปว่าการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกเกี่ยวข้องกับการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ผลจากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของอากาศที่ 25 องศาเซลเซียสและ 34 องศา

เซลเซียสขณะการออกกำลังกาย ส่งผลต่อการลดลงของการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้ทั้งสองอุณภูมิ แต่การออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสส่งผลต่อการลดลงของการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกได้มากกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส

2. การศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันมีที่ต่อตัวแปรด้านอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

จากผลการวิจัยที่พบว่าทั้งการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและ 34 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อการลดลงของค่าเฉลี่ยคะแนนจากแบบสอบถามอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และอาการโดยรวมลดลงขณะออกกำลังกายและหลังออกกำลังกายเสร็จแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย นอกจากนั้นยังพบว่าค่าปริมาตรของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกมีค่าเพิ่มขึ้นหลังออกกำลังกายเสร็จทั้งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและ 34 องศาเซลเซียส แต่ไม่พบความแตกต่างของระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก โดยอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ทำการประเมินจากแบบสอบถามประเมินอาการหลักของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม และอาการน้ำมูกไหล) และอาการโดยรวม โดยใช้การประเมิน 4 ระดับ ได้แก่ ไม่มีอาการ (0 คะแนน) มีอาการเล็กน้อย (1 คะแนน) มีอาการปานกลาง (2 คะแนน) และมีอาการมาก (3 คะแนน) ซึ่งอาการคัดจมูกในโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เกิดจากการบวมของเนื้อเยื่อในโพรงจมูกทำให้จมูกแคบขึ้น เนื่องจากการทำปฏิกิริยาของสารก่อภูมิแพ้และอิมโมโนโกบุลินชนิดอี ทำให้เกิดสารคัดหลั่งออกมาซึ่งมีผลต่อหลอดเลือด มีการซึมผ่านของเลือดเพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการบวมของเนื้อเยื่อส่งผลให้โพรงจมูกแคบและเกิดอาการคัดแน่นจมูกขึ้น (Okubo et al.; 2017) อาการคันจมูก เกิดจากเนื้อเยื่อภายในจมูกดักจับสารก่อภูมิแพ้ได้ก่อนที่จะเข้าสู่ระบบภายในไปกระตุ้นให้ระบบภูมิคุ้มกันทำลายสารเหล่านั้น ซึ่งเนื้อเยื่อในโพรงจมูกก็อาจได้รับความเสียหายจากการกำจัดเชื้อดังกล่าวด้วยจนทำให้เกิดอาการคันจมูกตามมา (อัศนี โชติพันธุ์วิทยากุล, 2557) อาการจาม เป็นกลไกของร่างกายที่ไปกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันเพื่อที่จะกำจัดเชื้อโรคออกไป และอาการน้ำมูกไหล เกิดจากกลไกที่เรียกว่ารีแฟล็กซ์ (Reflex) โดยผ่านทางเส้นประสาทวิเดียน (Vidian nerve) ซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการกระตุ้นให้มีการหลั่งของน้ำมูก น้ำมูกไหลนี้เกิดจากต่อสร้างน้ำมูกผลิตน้ำมูกมากขึ้น (ปกิต วิชานนท์, 2543) ผลการวิจัยที่พบว่าขณะออกกำลังกายและหลังออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีคะแนนอาการลดลงทั้งการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา โดยทำการศึกษาผลฉับพลันการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลางเป็นเวลา 30 นาที และเมื่อใช้แบบสอบถามอาการหลังจากออกกำลัง

กายเสร็จทันทีพบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีอาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และอาการโดยรวมลดลงแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย การลดลงของอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้สัมพันธ์กับการลดลงของการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก เนื่องจากการออกกำลังกายส่งผลต่อการลดการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและลดแรงต้านภายในโพรงจมูก ทำให้มีการเพิ่มช่องปริมาตรในโพรงจมูก จึงทำให้จมูกของผู้ป่วยโล่งขึ้น แสดงถึงอาการคัดจมูกที่ลดลงการออกกำลังกายกระตุ้นการหดตัวของหลอดเลือดในโพรงจมูก และการลดลงของแรงต้านในโพรงจมูกขณะออกกำลังกาย (Keleş, 2002; International Rhinitis Management Working Group, 1994; Katz, 1984) ซึ่งสัมพันธ์กับผลการวิจัยนี้ที่พบว่าค่าปริมาตรของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกมีค่าเพิ่มขึ้นหลังออกกำลังกายเสร็จทันที และลดลงต่อเนื่องไปจน 30 นาทีหลังออกกำลังกายเสร็จ ทั้งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและ 34 องศาเซลเซียส ซึ่งการวัดปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกนั้นเป็นวิธีการประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ สังเกตจากการคัดแน่นของจมูก ที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงภายในจมูกเมื่อผู้ป่วยสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้ (Teixeira et al., 2011) ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ (Marioni et al., 2010) ที่ทำการศึกษาพบว่าหลังจากออกกำลังกายจะทำให้ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกเพิ่มมากขึ้น และงานวิจัยของณัฏฐ์ดนัย เจริญสุขวิมลและคณะ (2555) ได้ศึกษาพบว่าการออกกำลังกายโดยการวิ่งบนลู่วิ่งเพื่อการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีของบรูซจนเหนื่อยหมดแรงและวิ่งด้วยลู่วิ่ง เป็นเวลา 30 นาทีที่ความหนัก 60 - 70% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง ส่งผลดีทำให้จมูกโล่งขึ้นโดยการเพิ่มปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกได้ อีกทั้งจากผลการวิจัยนี้ที่พบว่าการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกก็ลดลงทั้งการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียสซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาตรการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและส่งผลให้อาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลง จะเห็นได้ว่าทั้งการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียสส่งผลต่อการลดลงของอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้

โดยงานวิจัยก่อนหน้าทำการศึกษาพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ภายในจมูกส่งผลให้อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ดีขึ้น (Ophir et al., 1988) และอากาศร้อนชื้นช่วยลดการตอบสนองของจมูกต่อสารก่อภูมิแพ้ โดยพบว่าในพื้นที่ร้อนชื้นมีส่งผลต่อการหลั่งฮีสตามีนลดลง ทำให้อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลงได้ (Desrosiers et al., 1997) นอกจากนี้ มีการศึกษาพบว่าอุณหภูมิส่งผลต่ออาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยความร้อนสามารถระงับปฏิกิริยาระหว่างสารก่อภูมิแพ้กับแมสเซลล์หรือเบโซฟิลได้ อีกทั้งยังช่วยรักษาเสถียรภาพเยื่อบุจมูก ลดการผลิตเมือกจมูกและการซึมผ่านของหลอดเลือด ช่วยป้องกันและบรรเทาอาการคันจมูก จาม และการอุดตันของจมูก จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าการสูดดมไอน้ำช่วยทำให้อาการคัดของจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขึ้น (Vathanophas et al., 2019) และมีการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิจากอุณหภูมิสูง (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 พบว่ากลุ่มที่ได้รับอากาศร้อน ส่งผลให้ลดหรือยับยั้งผลการตอบสนองของสารก่อภูมิแพ้ในจมูกทำให้อาการทางภูมิแพ้ลดลง (Baroody et al., 2000) ถึงแม้เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรด้านอาการระหว่างการออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยนี้พบว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที มีค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกลดลงมากกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส และขณะออกกำลังกาย 30 นาที มีค่าเฉลี่ยอาการจามมีค่าลดลงมากกว่ากับการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส โดยมีรายงานว่าอุณหภูมิในอากาศที่สูงอาจทำให้เพิ่มปริมาณของเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิล (Neutrophils) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยาและเกิดการหลั่งสารคัดหลั่งต่างๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อบุโพรงจมูกและเกิดการอุดกั้นของช่องทางเดินหายใจ แต่อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยนี้ที่ใช้อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียสก็ส่งผลต่อการลดอาการ และทั้งการออกกำลังกายที่ 25 และ 34 องศาเซลเซียสสามารถช่วยลดอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้เช่นเดียวกัน

3. การศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันมีที่ต่อตัวแปรด้านระบบไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

จากผลการวิจัยพบว่าหลังจากออกกำลังกายเสร็จทันที ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเหนื่อยเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการออกกำลังกาย และมีค่าเฉลี่ยลดลงภายหลังจากออกกำลังกายเสร็จ 15 นาที และ 30 นาที ทั้งการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่ำ 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นไปตามการตอบสนองทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจไหลเวียนโลหิตต่อการออกกำลังกาย ซึ่งในขณะออกกำลังกาย ระบบประสาทอัตโนมัติมีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดการตอบสนองของหัวใจและหลอดเลือด โดยความต้องการการเผาผลาญที่เพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อโครงร่างที่ใช้งาน และกลไกการควบคุมระบบของประสาทส่วนกลางและส่วนปลายทำให้ลดการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic nervous system) และเพิ่มการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system) ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวในระหว่างการออกกำลังกาย (Fisher, 2014) โดยผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่ศึกษาพบว่าการออกกำลังกายส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเหนื่อย (Gonçalves et al.,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2022; Shea et al., 2022; Chen et al., 2013) ทั้งนี้ Brooks et al. (2000) ศึกษาพบว่าการออกกำลังกายส่งผลฉับพลันต่อร่างกายทำให้อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และการไหลเวียนของเลือดในร่างกายเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น ผลจากการที่การออกกำลังกายจะไปกระตุ้นการเพิ่มการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระบบความเข้มข้นของฮอร์โมนนอร์อีพิเนฟริน (Norepinephrine) (Hallagen & Pigman,1998) เมื่อมีการออกกำลังกายแบบครั้งเดียว หรือออกกำลังกายแบบฉับพลัน จะทำให้มีการตอบสนองของร่างกายที่เกิดขึ้นทันที การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นชั่วคราว และจะหมดไปภายในระยะสั้นๆ หลังจากที่หยุดออกกำลังกาย ยกตัวอย่างเช่น อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ความดันโลหิตเพิ่มหรือหายใจถี่ขึ้น อากการเหล่านี้มักสิ้นสุดลงหลังจากที่หยุดออกกำลังกายเพียงไม่กี่นาที เนื่องจากการออกกำลังกายนั้นทำให้ภาวะธำรงดุล (Homeostasis) หรือสมดุลของสิ่งแวดล้อมภายในถูกรบกวน มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิความเป็นกรด-ด่าง ระดับออกซิเจนในเลือด และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะส่งผลกระตุ้นตัวรับในอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ทำให้เกิดการตอบสนองซึ่งอาศัยระบบประสาท ระบบฮอร์โมนหรือกลไกภายในอวัยวะนั้นๆ ไปสู่อวัยวะเป้าหมาย จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานอวัยวะต่างๆ เพื่อต่อต้านการรบกวนทำให้สิ่งแวดล้อมภายในกลับคืนสู่สภาวะปกติหรือภาวะที่สมดุลในที่สุด (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัชน์, 2536)

นอกจากนั้น ยังพบว่าหลังจากออกกำลังกายเสร็จ ทั้งที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะออกกำลังกายเกิดจากการตอบสนองของระบบไหลเวียนโลหิตต่อความเครียดทางร่างกายที่เพิ่มขึ้น การออกกำลังกายทำให้ค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเพิ่มขึ้นโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Kurl et al., 2001) การออกกำลังกายในที่ร้อนยังส่งผลต่อร่างกายในการเพิ่มการไหลของเลือดมายังบริเวณผิวหนัง เพื่อขับความร้อนออกนอกร่างกาย จึงทำให้มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ การไหลเวียนของเลือดจากเนื้อเยื่อส่วนลึกของร่างกายไปยังผิวหนังจะถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน เมื่ออุณหภูมิของแกนกลางและผิวหนังต่ำพอที่จะทำให้เหงื่อออกไม่ได้ การไหลเวียนของเลือดที่ผิวหนังเพิ่มขึ้นจะทำให้อุณหภูมิของผิวหนังใกล้เคียงกับอุณหภูมิของเลือด และการไหลเวียนของเลือดที่ผิวหนังลดลงจะทำให้อุณหภูมิของผิวหนังใกล้เคียงกับอุณหภูมิแวดล้อม ปรากฏการณ์นี้ทำให้ร่างกายสามารถควบคุมการสูญเสียความร้อนที่สัมผัสได้ โดยการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนของเลือดที่ผิวหนังและอุณหภูมิของผิวหนัง (Cunha et al., 2020; Institute of Medicine, 1993) นอกจากนั้น

จากผลการวิจัยเมื่อเปรียบเทียบตัวแปรด้านระบบไหลเวียนโลหิต ระหว่างการออกกำลังกายในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส พบว่า หลังออกกำลังกายเสร็จ

ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับบทความที่ว่าการออกกำลังกายในสภาพอากาศร้อนชื้นจะสังเกตได้จากอัตราเหงื่อและอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จะมีการสูญเสียความร้อนจากการระเหยน้อยลงภายใต้สภาวะเหล่านี้ และทำให้อุณหภูมิแกนกลางสูงขึ้นมากขึ้น ส่งผลให้มีอัตราการขับเหงื่อมากขึ้น เกิดความเหนื่อยและความร้อนที่อาจเกิดการบาดเจ็บที่เนื้อเยื่อของร่างกายได้ (Cleeson, 1998) ในการวิ่งที่มีระยะเวลานานกว่า 3 นาทีขึ้นไป จะมีผลทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าปกติ จนทำให้การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายต้องทำงานหนักขึ้น เพื่อระบายความร้อนออกอากาศร้อนและมีความชื้นสูง การระเหยของเหงื่อจึงทำได้ไม่ดี ร่างกายต้องขับเหงื่อมากขึ้น ส่งผลให้หัวใจและระบบไหลเวียนเลือดต้องทำงานมากขึ้น หัวใจเต้นเร็วขึ้น กล้ามเนื้อเมื่อยล้าเร็วขึ้น ร่างกายต้องใช้พลังงานมากขึ้น (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 1993) ขณะที่งานวิจัยนี้ไม่พบความแตกต่างของค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว สอดคล้องกับงานวิจัย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rittweger et al. (2000) ศึกษากลุ่มตัวอย่างผู้ที่มีสุขภาพดีที่ปั่นจักรยานที่ความหนักในระดับสูงจนเหนื่อยและหมดแรง ซึ่งพบว่าหลังออกกำลังกายทันทีกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวมีอัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเพิ่มขึ้น แต่ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวไม่เปลี่ยนแปลง ผลจากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของอากาศที่ 25 องศาเซลเซียสและ 34 องศาเซลเซียสขณะการออกกำลังกายส่งผลต่อการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้ไม่แตกต่างกัน แต่ที่อุณหภูมิสูงอาจส่งผลให้มีอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเหนื่อยที่สูงกว่าในที่อุณหภูมิต่ำ

4. การศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันมีที่ต่อตัวแปรด้านระบบหายใจในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

จากผลการวิจัยที่พบว่าทั้งการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและ 34 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านระบบหายใจ ที่พบว่า หลังการออกกำลังกายเสร็จ 30 นาที (นาทีที่ 90) ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1/FVC) สูงกว่าการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Tipton et al. (2017) พบว่าการออกกำลังกาย 30 นาที เพิ่มปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1/FVC) เช่นเดียวกันกับ Choukroun et al. (1989) ศึกษาพบว่าความเย็นจะส่งผลต่อ

การลดความจุปอด (Vital capacity; VC) แต่ความร้อนสามารถช่วยเพิ่มความจุปอดได้ อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยนี้แตกต่างกับงานวิจัยของ Mohammadizadeh et al. (2013) ที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายในอุณหภูมิสูงที่ 45 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำที่ 10 องศาเซลเซียส ต่อการเกิดการหดตัวของหลอดลมที่เกิดจากการออกกำลังกาย (Exercise-Induced Bronchoconstriction; EIB) ในวัยรุ่นชายพบว่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) และอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด (FEF25-75%) มีการลดลงหลังออกกำลังกายเสร็จทันที โดยมีค่าลดลงน้อยกว่าเมื่อเวลาผ่านไป 5 นาทีและ 15 นาที ซึ่งผลงานวิจัยนี้สรุปว่าอุณหภูมิในขณะออกกำลังกายส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพปอด และงานวิจัยของ O'Neill C et al. (2017) ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายหลายชนิดต่อสมรรถภาพปอด ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลางส่งผลให้ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย นอกจากนั้น งานวิจัยของ Albuquerque et al. (2018) ทำการศึกษาโดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งบนลู่กล ทำการเก็บผลปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่เป็นช่วง (ก่อนออกกำลังกาย และทุกๆ 3, 5, 7, 10, 15 และ 30 นาที) ผลการวิจัยพบว่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ไม่มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยจากที่ผลจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าหลังออกกำลังกายมีค่าสมรรถภาพปอดเพิ่มขึ้นนั้น อาจเป็นเพราะช่วงเวลาที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิก ปอดมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นจากการหายใจเข้า-ออกเพื่อนำออซิเจนเข้าสู่ร่างกายและขับคาร์บอนไดออกไซด์ออก อีกทั้งยังมีการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจ ร่วมกับการที่ผู้ป่วยโรคจมูกอัดเสบจากภูมิแพ้มีอาการลดลง และมีจมูกที่โล่งขึ้น จึงอาจทำให้สมรรถภาพปอดเพิ่มขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากผลการวิจัยครั้งนี้ยังพบว่า หลังจากออกกำลังกายเสร็จ กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยแรงดันการหายใจออก (MEP) เพิ่มขึ้นทั้งในอุณหภูมิ 25 และ 34 องศาเซลเซียส โดยค่าแรงดันการหายใจออก (MEP) แสดงถึงสมรรถภาพของกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งโดยปกติมีการศึกษาพบว่าหลังจากออกกำลังกายจนเหนื่อยหมดแรง (Oueslati et al., 2018) หรือหลังจากออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านที่ความหนักระดับสูง จะส่งผลให้ค่าแรงดันการหายใจเข้าและหายใจออกมีค่าลดลง (Hackett, 2022; Hackett et al., 2012) ซึ่งแสดงถึงความล้าของกล้ามเนื้อหายใจ แต่ในงานวิจัยนี้เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลาง โดยใช้เวลา 60 นาที ซึ่งไม่ได้ออกกำลังกายหนักเกินไป จึงอาจไม่ได้ส่งผลให้กล้ามเนื้อหายใจเกิดความเมื่อยล้า และจากการที่ผลการวิจัยพบว่าค่าแรงดันการหายใจออก (MEP) ยังมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากออกกำลังกายเสร็จนั้น อาจเป็นเพราะในขณะออกกำลังกายกลุ่มตัวอย่างต้องใช้

กล้ามเนื้อหายใจในการหายใจเข้าออก และมีการยืดขยายของปอด (Chest expansion) จึงทำให้หลังออกกำลังกายมีค่าแรงดันการหายใจที่เพิ่มขึ้นทั้งการหายเข้าและหายใจออก

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยสรุปได้ว่า การออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกัน มีผลต่อการลดลงของการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยทั้งในการออกกำลังกายที่ 25 และ 34 องศาเซลเซียสสามารถช่วยลดอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และส่งผลดีต่อระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1. ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ควรออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องและทำเป็นกิจวัตรประจำวัน

2. การออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างต่อเนื่องเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการปฏิบัติเพื่อลดอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และสามารถนำไปส่งเสริมสุขภาพและออกกำลังกายได้ ทั้งยังส่งผลดีต่อระบบต่างๆ ทำให้ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาผลของอุณหภูมิกับการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ในช่วงวัยอื่นๆ เช่น วัยเด็ก วัยผู้ใหญ่ตอนปลาย และวัยสูงอายุ เป็นต้น

2. ควรทำการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายรูปแบบอื่นๆ เช่น การวิ่ง การใช้แรงต้านการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา เป็นต้น รวมไปถึงระดับความหนักอื่นๆ ด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. สถานที่ใช้ออกกำลังกาย ขนาดของห้องทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิร้อนและเย็นไม่เท่ากัน

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้มีจำนวนเพียง 15 คน และเพศชาย มากกว่าเพศหญิง

3. งานวิจัยนี้ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลความชื้นตลอดช่วงเวลาของการทดสอบ เพียงแต่ควบคุมให้อยู่ในช่วง 40-60%ของความชื้นสัมพัทธ์เท่านั้น

4. งานวิจัยนี้ไม่ได้วัดอุณหภูมิในโพรงจมูกและอุณหภูมิของร่างกายของกลุ่มตัวอย่างตลอดการทดลอง

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กฤษณ์เพ็ชร์, ถ. (2546). สรีรวิทยาการกีฬา 1 : เอกสารประกอบการสอน วิชา 3901301/ ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์.

กฤษณ์เพ็ชร์, ถ. (2554). ปทานุกรมศัพท์ : กีฬา พลศึกษา และวิทยาศาสตร์การกีฬา / ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, กุลธิดา เชิงฉลาด.

กฤษณ์เพ็ชร์, ถ. (2555). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย / ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์.

การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2536a). การวิ่งเพื่อสุขภาพ.

การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2536b). การออกกำลังกายในอากาศร้อน.

บทความการดูแลสุขภาพ. (2021). ผลของการออกกำลังต่อระบบหายใจและระบบไหลเวียนของเลือด.

รัชฎาร์ แก่นสาร์, ผ. (2563). สรีรวิทยา 2 (ฉบับปรับปรุงใหม่) / รัชฎา แก่นสาร์ และคณะ.

วิดจายา, ว. (-). การออกกำลังกายในที่ร้อน.

สุนทรวิภาต, ส. (2019). ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบสถานีที่มีต่อความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด และระบบหายใจ ของนักเรียนหญิงระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา. *Journal of Health, Physical Educatiob and Recreation*, *Vol.* 49 *No.* 1 (2023): *January-April*. https://so03.tci-thaijo.org/index.php/tahper/article/view/212829

อาศนะเสน, ร. น. ป. (2553). โรคจมูกอักเสบจสกภูมิแพ้(ตอนที่ 1). In (pp. 23-26). https://www.rcot.org/2021/pdf/allergic_rhinitis31-7-2017.pdf

อาศนะเสน, ร. น. ป. (2559). แนวทางการรักษาโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ในปัจจุบัน. https://www.rcot.org/2021/ForPeople/Knowledge/a4b6501f00e059dea36a64603956081be8efe6e2

อาศนะเสน, ร. น. ป. (2563). โรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ในสถานการณ์โควิด-19. https://www.rcot.org/2021/ForPeople/Knowledge/0c287cdf08e96872846fab043a68a0217cbd46a8

ภาษาอังกฤษ

Albuquerque Rodrigues Filho, E. d., Rizzo, J. Â., Gonçalves, A. V., Correia Junior, M. A. d. V., Sarinho, E. S. C., & Medeiros, D. (2018). Exercise-induced bronchospasm in children and adolescents with allergic rhinitis by treadmill and hyperventilation

challenges. *Respiratory Medicine*, 138, 102-106. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rmed.2018.04.001

ANDERSON-TEIXEIRA, K. J., DELONG, J. P., FOX, A. M., BRESE, D. A., & LITVAK, M. E. (2011). Differential responses of production and respiration to temperature and moisture drive the carbon balance across a climatic gradient in New Mexico. *Global Change Biology*, 17(1), 410-424. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02269.x

Assanasen, P., Baroody, F. M., Naureckas, E., & Naclerio, R. M. (1999). Warming of feet elevates nasal mucosal surface temperature and reduces the early response to nasal challenge with allergen. *J Allergy Clin Immunol*, 104(2 Pt 1), 285-293. https://doi.org/10.1016/s0091-6749(99)70368-4

Assanasen, P., Baroody, F. M., Naureckas, E., & Naclerio, R. M. (2001). Hot, humid air increases cellular influx during the late-phase response to nasal challenge with antigen. *Clin Exp Allergy*, 31(12), 1913-1922. https://doi.org/10.1046/j.1365-2222.2001.01271.x

Baroody, 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. https://doi.org/10.1001/archotol.126.6.749

Cancer, M. T. f. (Copyright 1996-2013). Respiratory System. http://www.cancerindex.org/medterm/medtm11.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 Pac J Allergy Immunol*, 40(2), 126-133. https://doi.org/10.12932/ap-260419-0547

Charkoudian, N. (2003). Skin blood flow in adult human thermoregulation: how it works, when it does not, and why. *Mayo Clin Proc*, 78(5), 603-612. https://doi.org/10.4065/78.5.603

Choukroun, M. L., Kays, C., & Varène, P. (1989). Effects of water temperature on pulmonary volumes in immersed human subjects. *Respir Physiol*, 75(3), 255-265.

https://doi.org/10.1016/0034-5687(89)90036-4

Chu, Y. H., Lu, D. W., & Wang, H. W. (2010). Ambient cold air decreased nasal mucosa blood flow measured by laser Doppler flowmeter. *Rhinology*, 48(2), 160-162. https://doi.org/10.4193/Rhin09.122

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. *Clin Transl Immunology*, 2(10), e7. https://doi.org/10.1038/cti.2013.9

Desrosiers, M., Baroody, 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. *J Allergy Clin Immunol*, 99(1 Pt 1), 77-86. https://doi.org/10.1016/s0091-6749(97)70303-8

Dweik, R. A., Boggs, P. B., Erzurum, S. C., Irvin, C. G., Leigh, M. W., Lundberg, J. O., Olin, A. C., Plummer, A. L., & Taylor, D. R. (2011). An official ATS clinical practice guideline: interpretation of exhaled nitric oxide levels (FENO) for clinical applications. *Am J Respir Crit Care Med*, 184(5), 602-615. https://doi.org/10.1164/rccm.9120-11ST

Dykewicz, M. S., Wallace, D. V., Baroody, F., Bernstein, J., Craig, T., Finegold, I., Huang, F., Larenas-Linnemann, D., Meltzer, E., Steven, G., Bernstein, D. I., Blessing-Moore, J., Dinakar, C., Greenhawt, M., Horner, C. C., Khan, D. A., Lang, D., Oppenheimer, J., Portnoy, J. M., . . . Wallace, D. V. (2017). Treatment of seasonal allergic rhinitis: An evidence-based focused 2017 guideline update. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 119(6), 489-511.e441. https://doi.org/10.1016/j.anai.2017.08.012

Explain breathing mechanism. . *Mechanism of Breathing*.

Gleeson, M. (1998). Temperature regulation during exercise. *Int J Sports Med*, 19 *Suppl* 2, S96-99. https://doi.org/10.1055/s-2007-971967

Graudenz, G. S., Oliveira, C. H., Tribess, A., Landgraf, R. G., Jancar, I. S., & Kalil, J. (2007). Sudden temperature changes and respiratory symptoms--an experimental approach. *Am J Rhinol*, 21(3), 383-387. https://doi.org/10.2500/ajr.2007.21.3023

Hanna, J. N., Mc, N. H. P., & Sinclair, J. D. (1975). Human cardiorespiratory responses to

acute cold exposure. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 2(3), 229-238. https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.1975.tb03028.x

International Consensus Report on the diagnosis and management of rhinitis. International Rhinitis Management Working Group. (1994). *Allergy*, 49(19 Suppl), 1-34.

Katz, R. M. (1984). Rhinitis in the athlete. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 73(5, Part 2), 708-711. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0091-6749(84)90311-7

Keleş, N. (2002). Treating allergic rhinitis in the athlete. *Rhinology*, 40(4), 211-214.

Lam, H. C. Y., & Chan, E. Y. Y. (2019). Effects of high temperature on existing allergic symptoms and the effect modification of allergic history on health outcomes during hot days among adults: An exploratory cross-sectional telephone survey study. *Environ Res*, 175, 142-147. https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.05.017

LaVoy, E. C., McFarlin, B. K., & Simpson, R. J. (2011). Immune responses to exercising in a cold environment. *Wilderness Environ Med*, 22(4), 343-351. https://doi.org/10.1016/j.wem.2011.08.005

Medicine, S. (2014). What is the effect of heat and humidity on athletic performance. *Intermountain Healthcare*. https://intermountainhealthcare.org/blogs/topics/sports-medicine/2014/06/what-is-the-effect-of-heat-and-humidity-on-athletic-performance/

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.

Munten, S., Ménard, L., Gagnon, J., Dorman, S. C., Mezouari, A., & Gagnon, D. D. (2021). High-intensity interval exercise in the cold regulates acute and postprandial metabolism. *Journal of Applied Physiology*, 130(2), 408-420. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00384.2020

Nadel, E. R., Fortney, S. M., & Wenger, C. B. (1980). Effect of hydration state of

CHULALONGKORN UNIVERSITY

circulatory and thermal regulations. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 49(4), 715-721. https://doi.org/10.1152/jappl.1980.49.4.715

No, M., & Kwak, H. B. (2016). Effects of environmental temperature on physiological responses during submaximal and maximal exercises in soccer players. *Integr Med Res*, 5(3), 216-222. https://doi.org/10.1016/j.imr.2016.06.002

O'Neill, C., Burgomaster, K., Sanchez, O., & Dogra, S. (2017). The acute response to interval and continuous exercise in adults with confirmed airway hyper-responsiveness. *J Sci Med Sport*, 20(11), 976-980. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.04.010

Ohki, M., Hasegawa, M., Kurita, N., & Watanabe, I. (1987). Effects of exercise on nasal resistance and nasal blood flow. *Acta Otolaryngol*, 104(3-4), 328-333. https://doi.org/10.3109/00016488709107336

Okubo, K., Kurono, Y., Ichimura, K., Enomoto, T., Okamoto, Y., Kawauchi, H., Suzaki, H., Fujieda, S., & Masuyama, K. (2017). Japanese guidelines for allergic rhinitis 2017. *Allergology International*, 66(2), 205-219. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.alit.2016.11.001

Olsson, P., & Bende, M. (1985). Influence of environmental temperature on human nasal mucosa. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 94(2 Pt 1), 153-155. https://doi.org/10.1177/000348948509400211

Ophir, D., Elad, Y., Fink, A., Fishler, E., & Marshak, G. (1988). Effects of elevated intranasal temperature on subjective and objective findings in perennial rhinitis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 97(3 Pt 1), 259-263. https://doi.org/10.1177/000348948809700309

Prossegger, J., Huber, D., Grafetstätter, C., Pichler, C., Braunschmid, H., Weisböck-Erdheim, R., & Hartl, A. (2019). Winter Exercise Reduces Allergic Airway Inflammation: A Randomized Controlled Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(11), 2040. https://www.mdpi.com/1660-4601/16/11/2040

Ramey, J. T., Bailen, E., & Lockey, R. F. (2006). Rhinitis medicamentosa. *J Investig Allergol Clin Immunol*, 16(3), 148-155.

Sampson, A. P. (2000). The role of eosinophils and neutrophils in inflammation. *Clin Exp Allergy*, 30 *Suppl* 1, 22-27. https://doi.org/10.1046/j.1365-2222.2000.00092.x

Serra-Batlles, J., Montserrat, J. M., Mullol, J., Ballester, E., Xaubet, A., & Picado, C. (1994). Response of the nose to exercise in healthy subjects and in patients with rhinitis and asthma. *Thorax*, 49(2), 128-132. https://doi.org/10.1136/thx.49.2.128

Silva, R. P. M., Barros, C. L. M., Mendes, T. T., Garcia, E. S., Valenti, V. E., de Abreu, L. C., Garner, D. M., Espindola, F. S., & Penha-Silva, N. (2019). Correction: The influence of a hot environment on physiological stress responses in exercise until exhaustion. *PLOS ONE*, 14(3), e0214627. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214627

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. https://doi.org/10.7248/jjrhi1982.42.4_320

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 Exerc Med*, 3(1), e000210. https://doi.org/10.1136/bmjsem-2016-000210

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 Pac J Allergy Immunol*, 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 Pac J Allergy Immunol*, 36(4), 222-231. https://doi.org/10.12932/ap-040417-0066

Vaidyanathan, S., Williamson, P., & Lipworth, B. (2012). Comparative evaluation of nasal blood flow and airflow in the decongestant response to oxymetazoline. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 108(2), 77-80. https://doi.org/10.1016/j.anai.2011.11.013

Valero, A., Serrano, C., Valera, J. L., Barberá, A., Torrego, A., Mullol, J., & Picado, C. (2005). Nasal and bronchial response to exercise in patients with asthma and rhinitis: the role of nitric oxide. *Allergy*, 60(9), 1126-1131. https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2005.00835.x

Vathanophas, V., Pattamakajonpong, P., Assanasen, P., & Suwanwech, T. (2021). The effect of steam inhalation on nasal obstruction in patients with allergic rhinitis. *Asian Pac J Allergy Immunol*, 39(4), 304-308. https://doi.org/10.12932/ap-090818-0393

Welch, J. F., Kipp, S., & Sheel, A. W. (2019). Respiratory muscles during exercise: mechanics, energetics, and fatigue. *Current Opinion in Physiology*, 10, 102-109. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cophys.2019.04.023

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. https://doi.org/10.1186/s12906-020-2875-z

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 02-218-3202, 02-218-3049 Email: eccu@chula.ac.th

COA No. 143/65

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 650074 : ผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อกาไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ผู้วิจัยหลัก : นางสาว กันต์ภัสสร เกิดแก้ว

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ได้พิจารณาโดยใช้หลักของ Belmont Report 1979, Declaration of Helsinki 2013, Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOM) 2016, มาตรฐานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน (ค.) 2560, นโยบายแห่งชาติและแนวทางปฏิบัติการวิจัยในมนุษย์ 2558 อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม (รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ ปรีดา ทัศนประดิษฐ)
ประธาน

ลงนาม (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระวินันท์ มิ่งภัคนีย์)
กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 12 กรกฎาคม 2565

วันหมดอายุ : 11 กรกฎาคม 2566

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1.เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย
2.โครงการวิจัย
3.ผู้วิจัย
4.เครื่องมือวิจัย
5.ใบประชาสัมพันธ์

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าจะดำเนินการเพื่อจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติก่อนล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรที่ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ในจำนวนและของกลุ่มประชากรที่ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารข้อมูลเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงขึ้นตามที่ระบุข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการแก้ไขแบบโครงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณาก่อนดำเนินการ
7. หากยุติโครงการวิจัยก่อนกำหนดต้องแจ้งคณะกรรมการฯ ภายใน 7 สัปดาห์พร้อมเหตุผล
8. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-15) และเอกสารปิดโครงการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งเอกสารปิดโครงการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยแล้วเสร็จ
9. โครงการวิจัยที่มีอายุมากกว่า 1 ปี ต้องส่งโครงการต่อปีภายใน 30 วัน เมื่อดำเนินการวิจัยในระยะเวลาแล้วเสร็จแล้ว ให้ดำเนินการส่งรายงานความก้าวหน้า พร้อมโครงการวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องในระยะต่อไป
10. คณะกรรมการฯ สงวนสิทธิ์ในการตรวจเยี่ยมเพื่อติดตามการดำเนินการวิจัย
11. สำหรับโครงการวิจัยจากภายนอก ผู้รับผิดชอบส่วนงาน ทำหน้าที่การดำเนินการวิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

Digital Certificate

ภาคผนวก ข

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย/และหนังสือแสดงยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย/และหนังสือแสดงยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ชื่อผู้วิจัย นางสาวกันต์ภัสสร เกิดแก้ว ตำแหน่ง นิสิตปริญญาโท

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) 154 ถนนพระรามที่ 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน
จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ 10330

(ที่บ้าน) บ้านเลขที่ 3399/158 ถนนพระรามที่ 4 แขวงคลองตัน เขตคลองเตย
จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ 10110

โทรศัพท์มือถือ 061-979-6174

E-mail: kanphatson.ke@gmail.com

ขอเรียนเชิญเข้าร่วมการวิจัย ทั้งนี้ก่อนตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย โปรดทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับอะไรและทำเพราะเหตุใด กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างรอบคอบ หากมีข้อความใดที่อ่านแล้วไม่เข้าใจหรือไม่ชัดเจน โปรดสอบถามเพิ่มเติมกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา ผู้วิจัยจะอธิบายจนกว่าจะเข้าใจอย่างชัดเจน

1. โครงการนี้เกี่ยวข้องกับผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

2. การเข้าร่วมการในวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะอธิบายรายละเอียดขั้นตอน กระบวนการ และความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นแก่ท่านอย่างละเอียด โดยท่านสามารถขอคำแนะนำหรือข้อมูลจากครอบครัว อาจารย์ บุคคลที่สนิท หรือแพทย์ประจำตัวของท่านเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ถ้าท่านตัดสินใจแล้วว่าจะเข้าร่วมการวิจัยขอให้ท่านลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของโครงการวิจัยนี้

3. รายละเอียดของผู้เข้าร่วมการวิจัยและคุณสมบัติ

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เพศชาย หญิง อายุ 18-35 ปี โดยผู้วิจัยจะมีการประชาสัมพันธ์ผ่านทางสื่อออนไลน์ และเชิญชวนด้วยตนเอง เนื่องจากทราบข้อมูลผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

โดยผู้สมัครใจเข้าร่วมต้องมีคุณสมบัติดังนี้

<u>เกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมในการวิจัย</u>

1. เป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้(โดยแพ้สารก่อภูมิแพ้ใดก็ได้) ชนิดที่มีอาการตลอดเวลา เพศชายและเพศหญิง โดยมีอาการคัดจมูก จาม คันจมูก และน้ำมูกไหล มากกว่า 4 วัน/สัปดาห์ และมีอาการเฉลี่ย มากกว่า 7 คะแนน โดยเกณฑ์การคัดเข้ามีระดับคะแนน 0, 1, 2 และ 3 คะแนนขึ้นไป จากแบบประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ในสัปดาห์ที่ผ่านมาและในวันที่เข้าร่วมการทดสอบ และต้องไม่มีอาการแทรกซ้อนอื่นๆ เช่น ไซนัสอักเสบ ท่อหูทำงานผิดปกติ และหอบหืด จึงจะสามารถเข้าร่วมโครงการวิจัยได้

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

2. ต้องไม่มีโรคทางระบบหายใจอื่นๆ ได้แก่ โรคหลอดลมอักเสบ โรคไอกรน โรคปอดบวม โรคปอดอักเสบ โรคเชื้อราในปอด วัณโรค โรคหอบหืด โรคมะเร็งปอด โรคถุงลมปอดโป่งพอง เป็นต้น รวมไปถึงไม่มีอาการของโรคทางระบบกล้ามเนื้อและข้อต่อ เช่น อาการปวดหลังระดับล่าง อาการอักเสบของเส้นเอ็นกล้ามเนื้อ อาการปวดข้อและข้ออักเสบ ซึ่งอาจมีอาการกำเริบระหว่างการทดสอบได้

3. ไม่ได้รับการฝึกออกกำลังกายครั้งละมากกว่า 20 นาที 3 วัน/สัปดาห์ขึ้นไป ในรอบ 6 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย

4. ต้องไม่ได้รับอาหารเสริมที่เป็นวิตามิน และสมุนไพรเป็นประจำอย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์ ในรอบ 6 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย

5. สูบบุหรี่

6. ต้องสามารถหยุดยาต่อไปนี้ ก่อนและระหว่างการเข้าร่วมโครงการได้ อันได้แก่

- ยาแก้ภูมิแพ้ อย่างน้อย 3 วัน
- ยาสเตียรอยด์ที่ใช้รับประทาน และ ยาสเตียรอยด์ที่ใช้พ่น อย่างน้อย 2 สัปดาห์
- ยาต้านการอักเสบ

ทั้งนี้ท่านสามารถรับประทานยาแก้อาการคัดจมูกได้

7. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

<u>เกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย</u>

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

ทั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้คัดกรองคุณสมบัติตามเกณฑ์รวมทั้งโรคต่างๆที่ระบุในเกณฑ์คัดเข้า-ออก

4.การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมฯ

ขอเชิญผู้ที่ประสงค์จะเข้าร่วมการวิจัย มาเข้ารับการปฐมนิเทศและคัดกรองผู้ป่วยตามเกณฑ์การคัดเข้า ก่อนที่ต้องทดสอบ ช่วงเวลา 08.00 – 16.00 น. โดยจะมีการแจ้งรายละเอียดขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติตัวในการทดสอบและการเก็บข้อมูลให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทราบ และลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย จากนั้นให้ท่านทำแบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ซึ่งทำการทดสอบโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ทั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานทางด้านสรีรวิทยา ตัวแปรด้านการไหลของเลือดในโพรงจมูก ตัวแปรด้านอาการ และ ตัวแปรด้านการหายใจและไหลเวียนโลหิต ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และขอความร่วมมือให้ท่านแสดงหลักฐานการฉีดวัคซีนโควิด 19 ให้ผู้วิจัยได้ตรวจสอบ และหากไม่ผ่านการคัดกรองผู้วิจัยจะ*มอบกระเป๋าผ้าเพื่อแสดงความขอบคุณ* ทั้งนี้ขอให้ท่านนำยาที่ใช้ในปัจจุบันทั้งหมดมาให้ดูด้วย เพื่อให้คำแนะนำว่าจะให้งดยาอะไรบ้าง

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

5. ในการเข้าร่วมงานวิจัย มีการดำเนินการกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

สำหรับผู้ที่ได้คัดเลือกเข้าร่วมการวิจัย

1). ผู้วิจัยจะทำการชี้แจงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะมาทำการทดสอบทุกครั้ง ดังนี้

- ท่านจะต้องตรวจคัดกรองการติดเชื้อ COVID-19 แบบตรวจหาแอนติเจนด้วยตนเอง ก่อนวันที่ต้องทดสอบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดหาชุดตรวจให้กับผู้เข้าร่วมการวิจัย และผู้วิจัยจะทำการนัดหมายให้ท่านมารับชุดตรวจ COVID-19 ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ไม่ออกกำลังกายอย่างหนัก 24 ชั่วโมง ก่อนวันที่จะมาทดสอบทุกครั้ง

- ควรนอนหลับพักผ่อนให้เต็มที่อย่างน้อย 8-10 ชั่วโมง และดื่มน้ำให้เพียงพอ

- แต่งกายด้วยเสื้อผ้าแขนสั้น กางเกงขาสั้นและรองเท้าผ้าใบ

2). ในการทดสอบใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้จัดเตรียมน้ำดื่ม ให้กับท่าน ท่านละ 1 ขวด โดยจะทำการทดสอบ 2 ครั้ง ในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (อุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส และ34 องศาเซลเซียส) ระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ โดยทำการวัดการวัดความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ น้ำหนักตัว และเปอร์เซ็นต์ไขมัน การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก วัดระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ความจุปอดแบบคอมพิวเตอร์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และระดับออกซิเจนในเลือดแดง ทั้งนี้ ขณะปั่นจักรยานผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องสวมเครื่องมือดังรูปต่อไปนี้ตลอดการทดสอบ เพื่อทำการเก็บผลการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก

(รูปภาพตัวอย่าง ขณะทำการทดสอบ)

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

เครื่องมือและรูปภาพประกอบของการวัดต่างๆ

- การวัดความดันโลหิต: เครื่องวัดความดันโลหิตชนิดพัก

- อัตราการเต้นของหัวใจ: เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบคาดอก "โพล่า"

- น้ำหนักตัว และเปอร์เซ็นต์ไขมัน: เครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

- การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก: เครื่องวัดการไหลเวียนของเลือดด้วยเลเซอร์

- ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก: เครื่องวัดปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก

- วัดระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก: เครื่องวัดระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

- ความจุปอด: เครื่องวัดความจุปอดแบบคอมพิวเตอร์

- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ: เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

- เครื่องวัดระดับออกซิเจนในเลือดแดง

หมายเหตุ ทั้งนี้ในส่วนของการนัดหมายครั้งถัดไป หลังจากเว้นไป 1 สัปดาห์ โดยจะมีการแจ้งเตือน การโทรนัดหมายทางโทรศัพท์ ก่อนวันทดสอบ 1 วัน

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

6. ความเสี่ยง/อันตราย และความไม่สะดวกต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย

ความเสี่ยงที่อาจได้รับจากการหยุดยา

การหยุดยาก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย ได้แก่ ยาแก้แพ้ อย่างน้อย 3 วัน ยาสเตียรอยด์ที่ใช้รับประทาน และยาสเตียรอยด์ที่ใช้พ่นจมูก อย่างน้อย 2 สัปดาห์ และยาต้านลิวโคไตรอีน อย่างน้อย 1 สัปดาห์นั้น อาจทำให้มีอาการคันจมูก น้ำมูกไหล โดยท่านสามารถรับประทานยาแก้อาการคัดแน่นจมูกได้

ความเสี่ยงที่อาจได้รับจากการทดสอบต่างๆ

การทดสอบค่าตัวแปรต่างๆอาจทำให้ท่านมีความไม่สะดวกสบายเล็กน้อย หากพบว่ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นในขณะทดสอบ ผู้วิจัยจะทำการช่วยเหลือและปฐมพยาบาลและจะรับผิดชอบในการส่งต่อ ณ สถานพยาบาลและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษาผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมดจนกว่าจะหายเป็นปกติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **การทำการทดสอบใดๆ ผู้วิจัยจะมีการอธิบายแต่ละขั้นตอน รวมถึงทำการสาธิตให้ 1 ครั้ง เพื่อลดการเกิดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้**
- **การปั่นจักรยานอาจจะทำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดอาการปวดเมื่อยล้าได้บ้าง ซึ่งอาการดังกล่าวจะหายภายใน 1-2 วัน แต่ทั้งนี้จะมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนและหลังออกกำลังกาย**
- **ความเสี่ยงจากการวัดต่างๆ มีน้อยมาก อาจมีการวิงเวียนศีรษะเล็กน้อยขณะทำการทดสอบสมรรถภาพปอด เนื่องจากผู้เข้าร่วมการวิจัยอาจยังไม่คุ้นชินกับแบบแผนในการหายใจที่เร็วและแรงในการทดสอบ**

ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ด้วยการปั่นจักรยานอาจจะทำให้ท่านปวดเมื่อยกล้ามเนื้อได้ ซึ่งอาการดังกล่าวจะหายไป 1-2 วัน ทั้งนี้ก่อนและหลังการออกกำลังกายทุกครั้งจะมีการให้อบอุ่นร่างกายและยืดผ่อนคลายกล้ามเนื้อเมื่อฝึกเสร็จ เพื่อป้องกันการปวดเมื่อยดังกล่าว หากพบการบาดเจ็บเกิดขึ้นขณะออกกำลังกาย ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องแจ้งให้ผู้วิจัยทราบทันที ผู้วิจัยจะรับผิดชอบส่งต่อไปยังสถานพยาบาล และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษาจนกว่าจะหายเป็นปกติ ทั้งนี้การออกกำลังกายในโครงการวิจัยนี้ อยู่ในความหนักระดับปานกลาง ซึ่งไม่อาจจะส่งผลให้เกิดความเสี่ยงอันตรายหรือการบาดเจ็บรุนแรง ดังนั้นความเสี่ยงอันจะเกิดอันตรายนั้นจึงมีน้อยมาก ความเสี่ยงที่ไม่ทราบแน่นอนอาจเกิดอาการข้างเคียง หรือความไม่สบายนอกเหนือจากได้แสดงในเอกสารฉบับนี้ ซึ่งอาการข้างเคียงเหล่านี้เป็นอาการที่ไม่เคยพบมาก่อน หากอาสาสมัครมีข้อสงสัยใดๆ เกี่ยวกับความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น หรือได้รับจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัย สามารถสอบถามจากผู้ทำวิจัยได้ตลอดเวลา และหากมีการค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ที่อาจมีผลต่อความปลอดภัยของอาสาสมัครระหว่างที่เข้าร่วมในโครงการวิจัยผู้ทำวิจัยจะแจ้งให้ทราบทันทีเพื่อให้อาสาสมัครตัดสินใจว่าจะอยู่ร่วมการวิจัยต่อหรือจะขอถอนตัวออกจากการวิจัยหลักความยุติธรรม (Justice) โครงการวิจัยนี้มีเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออกชัดเจน ซึ่งไว้ในวิธีดำเนินการวิจัยแล้ว

7. ประโยชน์จากการเข้าร่วมการวิจัยและประโยชน์ต่อสังคม

- ได้ทราบถึงผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ[illegible]ต่างขั้นต่อการตอบสนองของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

- ได้ทราบถึงผลกระทบของอุณหภูมิที่มีผลระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ
- เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจในการศึกษาค้นคว้างานวิจัยและการทดลองเกี่ยวกับอุณหภูมิกับการออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ต่อไป
- ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับประโยชน์ จากการได้ทราบถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการออกกำลังกายเพื่อไม่ให้กระทบต่ออาการของโรค และเมื่อออกกำลังกายเป็นประจำ จะทำให้มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงขึ้นได้

8. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ผู้วิจัยจะบันทึกข้อมูลเป็นรหัสแทน

9. เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกลบ และไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงจะได้รับหรือเกี่ยวข้องในการตัดสินใจใดๆ

10. การวิจัยครั้งนี้มีค่าเดินทางมาทดสอบและค่าเสียเวลาแก่มีผู้ส่วนร่วมในการวิจัยท่านละ 200 บาท/ครั้ง โดยจะดำเนินการให้แก่ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกครั้งหลังจากการทดสอบในแต่ละครั้ง และผู้วิจัยมอบกระเป๋าผ้าให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยท่านละ 1 ใบ โดยจะดำเนินการให้ในครั้งสุดท้ายที่ท่านมาทดสอบ เพื่อแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนร่วมให้การวิจัย

11. การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดยสมัครใจ ท่านสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ **โดยไม่ต้องให้เหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย**

12. หากมีข้อสงสัย โปรดสอบถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้มีผู้ส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

13. หากได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามข้อมูลดังกล่าว สามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218 3202, 0-2218-3049 E-mail:eccu@chula.ac.th

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

9

ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัย **และเข้าใจข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทุกประการแล้ว จึงลงนามเข้าร่วมการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ** และได้รับเอกสารไว้ 1 ชุดแล้ว

ลงชื่อ.....
(นางสาวกันต์กัลยร เกิดแก้ว)
ผู้วิจัยหลัก
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้เข้าร่วมการวิจัย
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน
วันที่...../...../.....

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

ภาคผนวก ค

แบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

แบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

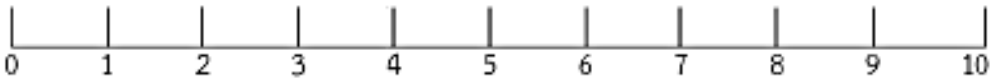
รหัสเข้าร่วมวิจัย..... อายุ.....ปี เพศ.....

ข้อที่	อาการในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา จนถึงปัจจุบัน	ความรุนแรงของอาการ			
		ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก
1	คัดจมูก				
2	คันจมูก				
3	จาม				
4	น้ำมูกไหล				

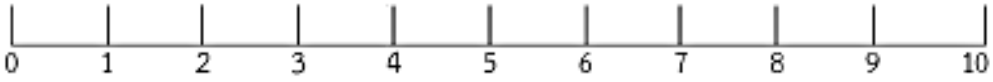
*หมายเหตุ สำหรับเกณฑ์การคัดเข้า มีการแปลระดับคะแนน ดังนี้ ไม่มี = 0 คะแนน เล็กน้อย = 1 คะแนน ปานกลาง = 2 คะแนน มาก = 3 คะแนน โดยการประเมินใช้ 4 อาการหลัก ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการน้ำมูกไหล และอาการจาม ซึ่งหากคะแนนประเมินจาก 4 อาการนี้รวมกันได้ 7 คะแนนขึ้นไป จะคัดเข้าร่วมโครงการวิจัย

ท่านคิดว่าอาการของท่านอยู่ที่ประมาณเลขใด

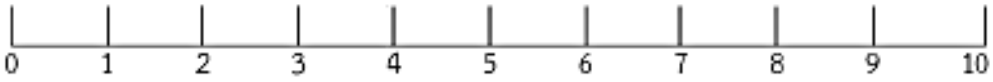
1. **คัดจมูก** มีอาการน้อยที่สุด — มีอาการมากที่สุด



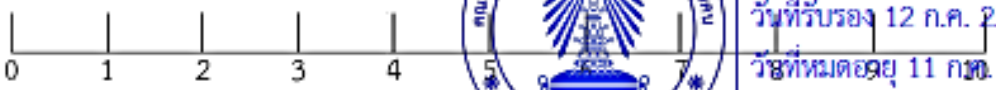
2. **คันจมูก** มีอาการน้อยที่สุด — มีอาการมากที่สุด



3. **จาม** มีอาการน้อยที่สุด — มีอาการมากที่สุด



4. **น้ำมูกไหล** มีอาการน้อยที่สุด — มีอาการมากที่สุด



เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

ภาคผนวก ง

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนและหลังออกกำลังกาย

<u>กลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณคอ</u>

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

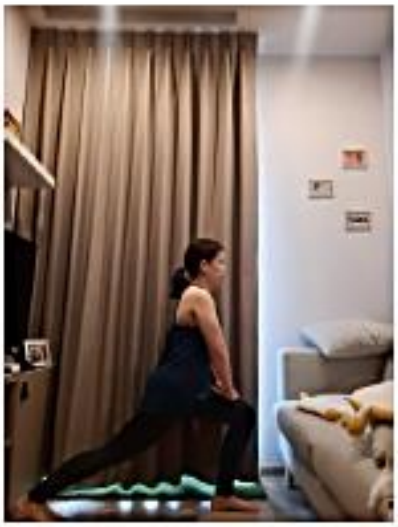
กลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณแขน

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

กลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ หน้าอก และลำตัว

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

กลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณสะโพกและขา



เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

กลุ่มกล้ามเนื้อสะโพกและขา

สัญญาเลขที่ทุนวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

ภาคผนวก จ

การทดสอบตัวแปรและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การทดสอบตัวแปรและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. **การทดสอบตัวแปรปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกด้วยเครื่องวัดปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak nasal inspiratory flow meter) ยี่ห้อ อินเชค (In-check nasal inspiratory flow meter) ประเทศอังกฤษ**

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอยู่ในท่านั่ง หายใจออกเต็มที่แล้วใช้หน้ากากครอบจมูกปิดปาก
2. จากนั้นสูดหายใจทางจมูกผ่านเครื่องเต็มแรงและเร็วที่สุด ทำให้ถูกต้องทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วใช้ค่าที่มากที่สุดเป็น ค่าการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak nasal inspiratory flow meter) เวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประมาณ 1 นาที อ่านค่าที่ด้านข้างของเครื่อง จากนั้นบันทึกข้อมูล

2. **ทดสอบตัวแปรการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกด้วยเครื่องวัดการไหลเวียนของเลือด ด้วยเลเซอร์ (Laser Doppler flowmeter) ยี่ห้อมัวร์ (Moor instrument) รุ่นดีอาร์ที่โฟร์ (DRT4) ประเทศอังกฤษ**

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

วิธีการทดสอบ

1. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอยู่ในท่านั่ง เท้าทั้งสองข้างวางกับพื้น หลังพิงชิดพนักเก้าอี้ในท่าทางที่สบาย
2. จากนั้นใช้โพรบ (Bent-tip needle blood flow probe) ใส่เข้าไปในช่องจมูกประมาณ 10 วินาที โดยใช้เครื่องวัดการไหลเวียนของเลือดด้วยเลเซอร์ (Laser Doppler flowmeter)
3. บันทึกค่าที่วัดจากจอแสดงผล ได้แก่ ค่าการไหลเวียนของเลือด (Flux) ความเร็วของเลือด (Speed) และ อุณหภูมิ (Temperature) ทั้งทางด้านซ้ายและด้านขวาของโพรงจมูก

3. การทดสอบตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ด้วยเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ยี่ห้อไมโครเมดดิคอล (Micro medical) ประเทศอังกฤษ

วิธีการทดสอบ

1. ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้เป่ากับคอมพิวเตอร์ที่ใช้บันทึกผล ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องทำการกรอกข้อมูลส่วนตัวลงในระบบ เช่น เพศ อายุ เป็นต้น และดูแบตเตอรี่ของเครื่อง
2. ทำการต่อตัวเชื่อมสีขาวที่จะแตกต่างกันตามประเภทของค่าที่ต้องการวัด จากนั้นต่อตัวกรองแบคทีเรียเข้ากับอุปกรณ์ที่ใช้เป่า
3. เมื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์เสร็จจึงเปิดเครื่อง แล้วเลือกประเภทของค่าที่ต้องการวัด เมื่อหน้าจอโชว์ เลขศูนย์ จึงให้ผู้เข้าร่วมวิจัยดูก่อนจำนวน 1 ครั้งหลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยอยู่ในท่านั่งยืดตัวและหน้าตรง จับอุปกรณ์แล้วอมที่เป่าพลาสติก ใส่คลิปหนีบจมูก หลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหายใจออกจนสุด หลังการหายใจออกเต็มที่แล้วให้ดูดลมหายใจเข้าทางปากเต็มที่ ค้างไว้อย่างน้อย 1 วินาที โดยพักระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง 1 นาที ทำการวัด 3 ครั้ง แล้วเลือกค่าที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำได้ดีที่สุด เวลาที่ใช้ทำการทดสอบ รวมเวลาพัก ประมาณ 5 นาที

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

4. ทำการเป่าอีกครั้งเพื่อวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยอมที่เป่าพลาสติก แล้วใส่คลิปหนีบจมูก หลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหายใจเข้าจนสุด หลังการหายใจเข้าเต็มที่แล้วให้เป่าลมหายใจออกทางปากเต็มที่ ค้างไว้อย่างน้อย 1 วินาที โดยพักระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง 1 นาที ทำการวัด 3 ครั้ง แล้วเลือกค่าที่ ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำได้ดีที่สุด เวลาที่ใช้ทำการทดสอบรวมเวลาพัก ประมาณ 5 นาที

5. หลังเป่าเสร็จค่าจะขึ้นที่หน้าจอ จากนั้นบันทึกข้อมูล

4. การทดสอบตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ด้วยเครื่องวัดความจุปอด (Spirometry) ยี่ห้อสไปโรแบงค์ (Spiro bank) ประเทศสหรัฐอเมริกา

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยอยู่ในท่านั่งยืดตัวและหน้าตรง เท้าทั้งสองข้างแตะกับพื้น จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหายใจเข้าเต็มที่แล้วอมที่เป่าและปิดปากให้แน่นรอบที่เป่า และทำการหายใจเข้าและออกปกติผ่านทางปาก เป็นจำนวน 3 ครั้ง จากนั้นครั้งที่ 4 สูดลมหายใจเข้าให้เร็วและแรงเต็มที่แล้วเป่าลมหายใจออกให้เร็วและแรงเต็มที่จนหมด ทำการวัด 3ครั้ง แล้วเลือกค่าที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำได้ดีที่สุด เวลาที่ใช้ทำการทดสอบรวมเวลาพัก ประมาณ 5 นาทีจากนั้นดูค่าจากจอแสดงผล

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยเตรียมตัวในท่าเดิมและทำการเป่าอีกครั้ง จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหายใจเข้าเต็มที่หายใจเข้าเต็มที่แล้วอมที่เป่าและปิดปากให้แน่นรอบที่เป่าหายใจออกให้เร็วและแรงเต็มที่จนหมด เวลาที่ใช้ในการทดสอบรวมเวลาพัก ประมาณ 5นาที โดยหลังจากการเป่าจะมีการเปลี่ยนที่เป่าอันที่ใช้แล้วไปทิ้ง แล้วเปลี่ยนที่เป่าอันใหม่สำหรับการทดสอบครั้งถัดไปทุกๆครั้ง

2. อ่านผลจากการทดสอบที่หน้าจอ จากนั้นบันทึกข้อมูล

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

5. การทดสอบระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก Fractional Exhaled Nitric Oxide (FENO) ด้วยเครื่อง FENO

วิธีการทดสอบ

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยอยู่ในท่านั่งยืดตัวและหน้าตรง เท้าทั้งสองข้างแตะกับพื้น จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย สูดหายใจเข้าให้เต็มที่ เตรียมพร้อมที่จะเป่าเข้า mouthpiece ภายใน 3 วินาที รอสัญญาณเสียง beep 2 ครั้ง
2. จากนั้นเริ่มเป่าลมผ่าน mouthpiece และ Nobreath FLO โดยควบคุมให้ลูกลอยของ FLO ต้องอยู่ตรงกลางของ FLO ให้สม่ำเสมอใช้เวลาประมาณ 12 วินาที ซึ่งจะมีแถบบาร์แสดงที่ด้านล่างของจอภาพ จนแถบบาร์วิ่งไปสุดจุดหมาย จะมีเสียง beep 2 ครั้ง
3. อ่านค่าที่ได้จากจอภาพแล้วบันทึกผล โดยหน่วยวัดเป็น ppb

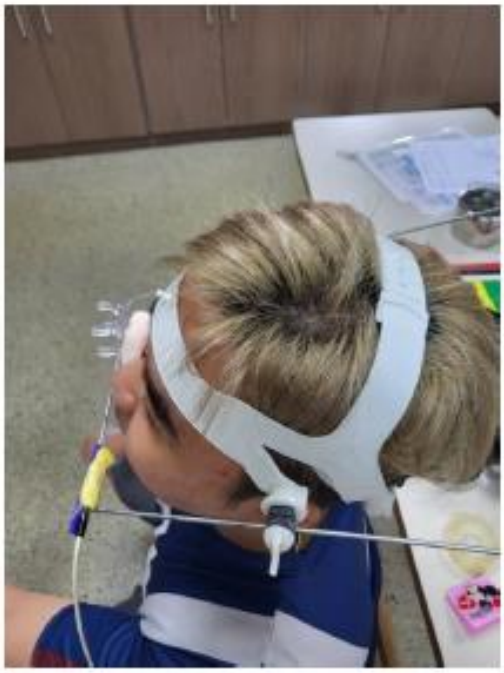
เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

ภาคผนวก ฉ

วิธีการวัดผล Nasal Blood Flow ตลอดช่วงของการออกกำลังกาย

วิธีการวัดผล Nasal Blood Flow ตลอดช่วงของการออกกำลังกาย

สวมใส่เครื่องมือไว้ตลอดการทดสอบ โดยมีการเปลี่ยนวัสดุที่แนบกับผิวหน้าทุกครั้งที่เปลี่ยนผู้ทดลอง



เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

ภาคผนวก ช

เอกสารคัดกรองผู้มีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออก สำหรับเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารคัดกรองผู้มีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออก สำหรับเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ชื่อผู้ประสงค์เข้าร่วมวิจัย.....อายุ..... เพศ.....

วันที่.....

คุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออก	ใช่	ไม่ใช่
ท่านมีอาการดังต่อไป หรือไม่ 1. เป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้(โดยแพ้สารก่อภูมิแพ้ใดก็ได้) ชนิดที่มีอาการตลอดเวลา เพศชายและเพศหญิง โดยมีอาการคัดจมูก จาม คันจมูก และน้ำมูกไหล มากกว่า 4 วัน/สัปดาห์ และมีอาการเฉลี่ย มากกว่า 7 คะแนน		
2. ไม่มีอาการแทรกซ้อนอื่นๆ เช่น ไซนัสอักเสบ ท่อหูทำงานผิดปกติ และหอบหืด		
3. ไม่มีโรคทางระบบหายใจอื่นๆ ได้แก่ โรคหลอดลมอักเสบ โรคไอกรน โรคปอดบวม โรคปอดอักเสบ โรคเชื้อราในปอด วัณโรค โรคหอบหืด โรคมะเร็งปอด โรคถุงลมปอดโป่งพอง เป็นต้น		
4. ไม่มีอาการของโรคทางระบบกล้ามเนื้อและข้อต่อ เช่น อาการปวดหลังระดับล่าง อาการอักเสบของเส้นเอ็นกล้ามเนื้อ อาการปวดข้อและข้ออักเสบ		
5. ไม่ได้รับการฝึกออกกำลังกายครั้งละมากกว่า 20 นาที 3 วัน/สัปดาห์ขึ้นไป ในรอบ 6 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย		
6. ไม่ได้รับประทานอาหารเสริมที่เป็นวิตามิน และสมุนไพรเป็นประจำอย่างน้อย 3 วัน/สัปดาห์ ในรอบ 6 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย		
7. ไม่สูบบุหรี่		
8. ต้องสามารถหยุดยาต่อไปนี้ ก่อนและระหว่างการเข้าร่วมโครงการได้ - ยาแก้แพ้ อย่างน้อย 3 วัน - ยาสเตียรอยด์ที่ใช้รับประทาน และ ยาสเตียรอยด์ที่ใช้พ่นอย่างน้อย 2 สัปดาห์ - ยาต้านฮิวโคไตรอีน		
9. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย		

ชื่อผู้ประเมิน.....ตำแหน่ง.....

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

ภาคผนวก ซ

แบบบันทึกข้อมูลตัวแปรด้านต่างๆ

แบบบันทึกข้อมูล ตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ตัวแปรด้านระบบไหลเวียนโลหิต ตัวแปรด้านระบบหายใจ การไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก และผลการตรวจชีวเคมีในสารคัดหลั่งในจมูก

รหัสเข้าร่วมวิจัย..... น้ำหนัก.....kg ส่วนสูง.....cm

ระดับความหนักในการออกกำลังกาย 50-60% ของ HRR = ...

1. ตัวแปรทางสรีรวิทยา

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทอดลอง
Blood Pressure (mm. Hg)		
Heath Rate (bpm)		
BMI (kg/m.m)		

2. ตัวแปรด้านระบบหายใจ

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทอดลอง
FVC		
FEV1		
FVC/FEV1		
MW		
FEF25-75%		
MIP		
MEP		
SpO2		

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

3. ระดับไนตริออกไซด์

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทอดลอง
FeNO		

4. ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak nasal inspiratory flow; PNIF)

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
ครั้งที่ 1		
ครั้งที่ 2		

5. ปริมาตรการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก (Nasal Blood Flow) (วัดตลอดการทดลอง)

ค่าที่วัด	Pre-test		15 min		30 min		45 min		60 min		75 min		90 min	
	Peak	Mean	Peak	Mean	Peak	Mean	Peak	Mean	Peak	Mean	Peak	Mean	Peak	Mean
Flux														

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

ภาคผนวก ฌ

แบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

แบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

รหัสเข้าร่วมวิจัย..... อายุ.....ปี เพศ.....

ข้อที่	อาการในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา จนถึงปัจจุบัน	ความรุนแรงของอาการ			
		ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก
1	คัดจมูก				
2	คันจมูก				
3	จาม				
4	น้ำมูกไหล				

*หมายเหตุ สำหรับเกณฑ์การคัดเข้า มีการแปลระดับคะแนน ดังนี้ ไม่มี = 0 คะแนน เล็กน้อย = 1 คะแนน ปานกลาง = 2 คะแนน มาก = 3 คะแนน โดยการประเมินใช้ 4 อาการหลัก ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการน้ำมูกไหล และอาการจาม ซึ่งหากคะแนนประเมินจาก 4 อาการนี้รวมกันได้ 7 คะแนนขึ้นไป จะคัดเข้าร่วมโครงการวิจัย

ท่านคิดว่าอาการของท่านอยู่ที่ประมาณเลขใด

1. **คัดจมูก** มีอาการน้อยที่สุด — มีอาการมากที่สุด

2. **คันจมูก** มีอาการน้อยที่สุด — มีอาการมากที่สุด

3. **จาม** มีอาการน้อยที่สุด — มีอาการมากที่สุด

4. **น้ำมูกไหล** มีอาการน้อยที่สุด — มีอาการมากที่สุด

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

ภาคผนวก ญ

แผ่อนประชาสัมพันธ์โคร

เลขที่โครงการวิจัย 650074
วันที่รับรอง 12 ก.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 11 ก.ค. 2566

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวกันต์ภัสสร เกิดแก้ว
วัน เดือน ปี เกิด	5 กันยายน พ.ศ.2536
สถานที่เกิด	จังหวัดนนทบุรี
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ที่อยู่ปัจจุบัน	3399/158 คอนโด โอกะเฮ้าส์ ถนน พระรามที่ 4 แขวง คลองตัน เขต คลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY