

ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการใน
ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2566

Effects of high intensity interval training on respiratory function and rhinitis symptoms
in patients with allergic rhinitis



A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Sports and Exercise Science
Faculty Of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อ
การทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูก
อักเสบจากภูมิแพ้
โดย น.ส.เบญจ ป็องกันภัย
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ศาสตราจารย์ นายแพทย์เจตทะนง แก้วสังคราม
Professor Timothy D. Mickleborough

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต คณิงสุขเกษม)

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์เจตทะนง แก้วสังคราม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(Professor Timothy D. Mickleborough)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ดรอุณวรรณ สุขสม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสา ไค้งประเสริฐ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิฑิต มิตรานันท์)

เบญจ ป้องกันภัย : ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้. (Effects of high intensity interval training on respiratory function and rhinitis symptoms in patients with allergic rhinitis) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.วรรณพร ทองตะโก, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ. นพ.เจตพจนง แก้วสงคราม, Prof. Timothy D. Mickleborough

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบากับการฝึกการออกกำลังกายที่ระดับปานกลางแบบต่อเนื่องต่อการทำงานของระบบหายใจ อาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ไฮโดรโคโรน และภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ จำนวน 36 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน ได้แก่ กลุ่มควบคุม (CON) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 (HIIT) และกลุ่มฝึกออกกำลังกายระดับปานกลางแบบต่อเนื่อง (MCT) ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ก่อนและหลังการทดลองทำการวัดตัวแปรด้านสรีรวิทยา สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ การไหลของเลือดในโพรงจมูก ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก ความสามารถทางแอโรบิก และคุณภาพชีวิต นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม และการทดสอบวิลคอกซันและครัสคาลล์-วัลลิส ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัยพบว่า หลังการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ กลุ่ม HIIT และกลุ่ม MCT มีค่าเฉลี่ยตัวแปรมาตรฐานสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและแรงดันการหายใจออกสูงสุด เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยคะแนนอาการทั้งหมดในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทูเพิ่มขึ้น และอินเตอร์ลิวคินซิกซ์ลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ กลุ่ม HIIT ที่พบว่า ค่าไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทู-อัลฟา อินเตอร์ลิวคินไฟฟ์และค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปผลได้ว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาสามารถช่วยเพิ่มความสามารถของสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ลดอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ อีกทั้งยังลดค่าเฉลี่ยไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทู-อัลฟา อินเตอร์ลิวคินไฟฟ์และค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก แสดงถึงการลดลงของการอักเสบของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้ ซึ่งส่งผลและช่วยลดอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
ปีการศึกษา 2566

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

6371010239 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE

KEYWORD: High intensity interval training, Allergic rhinitis, Nasal Blood flow, Peak nasal inspiratory flow, Nitric oxide

Ben Pongkanpai : Effects of high intensity interval training on respiratory function and rhinitis symptoms in patients with allergic rhinitis. Advisor: Asst. Prof. WANNAPORN TONGTAKO, Ph.D. Co-advisor: Prof. JETTANONG KLAEWSONGKRAM, M.D., Prof. Timothy D. Mickleborough, Ph.D.

The objective of this study was to compare the effects of training between high-intensity interval training and moderate continuous exercise training on the pulmonary function, respiratory muscle strength, symptoms of patients with allergic rhinitis, cytokines, and oxidative stress in patients with allergic rhinitis.

36 patients with allergic rhinitis were divided into 3 groups, 12 people per group: the control group (CON), the group with high-intensity interval training at a ratio of 1:2 (HIIT) and the group with moderate continuous training (MCT), 3 days per week, over a total period of 12 weeks. Before and after the experiment, lung function, respiratory muscle strength, allergic rhinitis symptoms, nasal blood flow rate, peak nasal inspiratory flow, nitric oxide levels, cytokines and quality of life were measured and used for statistical analysis.

After 12 weeks of HIIT and MCT was found FVC and MVV, MIP, and MEP difference from pre-test ($p < .05$). All symptoms of patients with allergic rhinitis decreased significantly different from before the pre-test ($p < .05$). IL-2 was increased significantly different from before the pre-test ($p < .05$) and IL-6 was decreased significantly different from before the pre-test ($p < .05$) However, only the HIIT group showed a significant difference in TNF-alpha, IL-5 and mean exhaled nitric oxide after the 12-week experiment compared to the pre-test.

In summary, this study shows that a HIIT can improve pulmonary function and respiratory muscle strength, reduce the symptoms of patients with allergic rhinitis, increase IL-2, reduce TNF-alpha, IL-5, IL-6 and exhaled nitric oxide, suggesting a reduction in inflammation in patients with allergic rhinitis.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Sports and Exercise Science

Academic Year: 2023

Student's Signature

Advisor's Signature

Co-advisor's Signature

Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่สละเวลาให้คำปรึกษา ตรวจสอบข้อมูลและแก้ไขข้อบกพร่อง พร้อมทั้งทุ่มเทเวลาในการสอนและแนะนำทางด้านการเรียน ผู้วิจัยตระหนักและรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศ.นพ.เจตทชนง แก้วสงคราม และ Professor Timothy D. Mickleborough อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ท่านได้สละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องและปัญหาต่างๆของการศึกษาวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์แขนงสรีรวิทยาการออกกำลังกายทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอนความรู้ต่างๆ ให้ความช่วยเหลือและแนะนำแนวทางการทำวิทยานิพนธ์ให้แก่ผู้วิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวดี ลีมีงส์สวัสดิ์ ที่อบรมสั่งสอนและให้ข้อคิดต่างๆ ในด้านการเรียน การทำงานและการดำเนินชีวิต

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่เมตตาสละเวลาช่วยเหลือและให้ข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์เกียรติคุณ แพทย์หญิงฉวีวรรณ บุณนาค ที่ท่านได้อนุญาตให้นำแบบสอบถามคุณภาพชีวิตผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เพื่อนำมาเป็นเครื่องมือหนึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จ และเพื่อนๆแขนงสรีรวิทยาการออกกำลังกายที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำต่าง ๆ และกำลังใจและที่สำคัญอย่างยิ่งขอขอบคุณผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกท่านที่สละเวลาเพื่อให้ความร่วมมือในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวผู้ที่อบรมสั่งสอน ชี้นำแนวทางการดำเนินชีวิตที่ดี สนับสนุนในทุกๆด้าน ให้คำปรึกษา ให้ความรักและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยจนประสบผลสำเร็จ

เบญจ์ ป้องกันภัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	11
สารบัญรูป.....	20
สารบัญแผนภูมิ.....	21
บทที่ 1 บทนำ.....	26
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	26
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	32
คำถามในการวิจัย.....	33
สมมุติฐานของการวิจัย.....	33
ขอบเขตของการวิจัย.....	34
คำจำกัดความของการวิจัย.....	37
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	39
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	40
1. โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้.....	41
1.1 โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และอุบัติการณ์.....	41
1.2 สาเหตุและพยาธิสรีรวิทยา.....	41
1.3 อาการทางคลินิก.....	45
1.4 การรักษา.....	47

1.5	ภาวะแทรกซ้อน.....	48
1.6	ไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับโรคภูมิแพ้.....	48
1.7	ระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกกับการของโรคภูมิแพ้.....	53
2.	ระบบหายใจ.....	54
2.1	โครงสร้างระบบหายใจ.....	54
2.2	กลไกการหายใจ.....	56
2.3	กล้ามเนื้อหายใจ.....	57
2.4	วิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ.....	58
2.5	ปริมาตรและความจุปอด.....	59
2.6	วิธีการตรวจสอบสมรรถภาพปอด.....	61
2.7	สรีรวิทยาการออกกำลังกายของระบบหายใจ.....	61
2.8	ระบบหายใจกับโรคภูมิแพ้.....	64
3.	การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา.....	65
3.1	ความหมายของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา.....	65
3.2	หลักการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา.....	65
3.3	ความหนักในการออกกำลังกาย.....	66
3.4	ประโยชน์ของ HIIT.....	67
3.5	การออกกำลังกายกับโรคภูมิแพ้.....	67
4.	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ.....	68
4.1	งานวิจัยในประเทศ.....	68
4.2	งานวิจัยในต่างประเทศ.....	71
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	74
	บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	76
	ขั้นเตรียมการทดลอง.....	76

ประชากร	76
กลุ่มตัวอย่าง	76
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	78
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	79
การเก็บรวบรวมข้อมูล	89
การวิเคราะห์ข้อมูล	89
ขั้นดำเนินการทดลอง	90
ประชากร	90
กลุ่มตัวอย่าง	90
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	93
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	95
การเก็บรวบรวมข้อมูล	104
การวิเคราะห์ข้อมูล	104
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	105
ผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและ	
อาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้	105
ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยา	107
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้าน	
สรีรวิทยา	108
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้าน	
สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ	117
ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของอาการของโรค	
จมูกอักเสบจากภูมิแพ้	124
ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านภาวะ	
เครียดจากออกซิเดชั่น	156

ผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและ	
อาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้	160
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้าน	
สรีรวิทยา	162
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้าน	
สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และความสามารถทางแอโรบิก171	
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้าน	
อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้.....	185
ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านไซโต	
ไคน์ และตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน.....	207
ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้าน	
คุณภาพชีวิต.....	226
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ	240
สรุปผลการวิจัย.....	243
อภิปรายผลการวิจัย.....	253
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	277
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	277
ข้อจำกัดในการวิจัย.....	278
บรรณานุกรม.....	279
ภาคผนวก.....	294
ภาคผนวก ก การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power)	295
ภาคผนวก ข แบบบันทึกข้อมูล ตัวแปรต่างๆทางสรีรวิทยา สำหรับการศึกษาผลฉับพลัน	297
ภาคผนวก ค แบบบันทึกข้อมูล ตัวแปรต่างๆทางสรีรวิทยา สำหรับการศึกษาผลของการฝึก ...	300
ภาคผนวก ง แบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้.....	303
ภาคผนวก จ โปรแกรมบรูซ (Bruce protocol)	304

ภาคผนวก ฉ แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิตโรคจมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้.....	305
ภาคผนวก ช แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย (PAR-Q+).....	307
ภาคผนวก ซ ใบรายการสรุปการเตรียมตัวก่อนเข้าร่วมการวิจัยสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัย	311
ภาคผนวก ฌ มาตรการการป้องกันโควิด-19	312
ภาคผนวก ญ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	313
ภาคผนวก ฎ ทำในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ.....	322
ภาคผนวก ฏ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา.....	328
ภาคผนวก ฅ การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย.....	330
ประวัติผู้เขียน	336



ตารางที่ 55 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	185
ตารางที่ 56 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคันจมูก ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	186
ตารางที่ 57 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการจาม ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	187
ตารางที่ 58 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหล ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	188
ตารางที่ 59 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการโดยรวม ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	189
ตารางที่ 60 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	190
ตารางที่ 61 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูก ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	191
ตารางที่ 62 ผลสรุปการเปรียบเทียบตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก.....	193
ตารางที่ 63 ผลสรุปการเปรียบเทียบตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีก	

ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางหลังการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก.....	195
ตารางที่ 64 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	207
ตารางที่ 65 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	209
ตารางที่ 66 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูและไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	210
ตารางที่ 67 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	212
ตารางที่ 68 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไซโตไคน์ทีเอ็นเอฟอัลฟา ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	213
ตารางที่ 69 ผลสรุปการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก.....	214
ตารางที่ 70 ผลสรุปการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางหลังการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก	216
ตารางที่ 71 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม	221
ตารางที่ 72 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา	221

สารบัญรูป

รูปที่ 1	พยาธิสรีรวิทยาของการเกิดกระบวนการอักเสบในโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้	42
รูปที่ 2	Th1 Th2 differentiation	53
รูปที่ 3	โครงสร้างระบบหายใจ	55
รูปที่ 4	กลไกการหายใจเข้า-ออก	57
รูปที่ 5	กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจเข้า-ออก	58
รูปที่ 6	ปริมาตรและความจุปอด	60
รูปที่ 7	การเปลี่ยนแปลงของการระบายอากาศ.....	62
รูปที่ 8	แนวทางการกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา	66
รูปที่ 9	ความหนักในการออกกำลังกาย	67
รูปที่ 10	กรอบแนวคิดการวิจัยของการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้	75
รูปที่ 11	กรอบแนวคิดการวิจัยของการศึกษาผลการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อ การทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้	75
รูปที่ 12	CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) ของการศึกษาที่ 1.....	77
รูปที่ 13	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยของการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนัก สลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้.....	88
รูปที่ 14	CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) ของผลของการฝึกการออก กำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบ จากภูมิแพ้	91
รูปที่ 15	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยของการศึกษาที่ 2	103
รูปที่ 16	โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1	328
รูปที่ 17	โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2	329

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2	111
แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2	115
แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2.....	128
แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2.....	133
แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการจามของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2.....	138
แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2.....	142
แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2.....	147
แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2.....	151
แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ย ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2.....	155
แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2	159
แผนภูมิที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยน้ำหนักก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	169

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Allergic rhinitis) เป็นโรคที่พบประมาณร้อยละ 10–25 ของจำนวนประชากรทั่วโลก (ปารยะ อาศนะเสน, 2560) และพบร้อยละ 42 ของประชากรประเทศไทย (Bunnag et al, 2009) โดยปริมาณความชุกของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้จะมีทั่วโลกจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต Savouré et al. (2020) เนื่องจากในปัจจุบันมีการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ เช่น คมนาคม เทคโนโลยี อุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นต้น ทำให้มีมลพิษทางอากาศเพิ่มมากขึ้น รวมถึงมลภาวะ ได้แก่ ควันจากรถยนต์ ควันจากอุตสาหกรรมและฝุ่น PM 2.5 ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณสารก่อภูมิแพ้มากขึ้น ทำให้ประชากรสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้และเกิดความระคายเคือง จึงส่งผลให้มีปริมาณผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น (Wang et al., 2016) อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ นั้น ส่งผลกระทบต่อ การดำเนินชีวิต อารมณ์ การนอนหลับ การทำกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน การทำงานหรือการเรียน อีกทั้งยังเพิ่มค่าใช้จ่ายในการซื้อยารักษาหรือระงับอาการ (Katel et al, 2021) โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เกิดจากการมีสารก่อภูมิแพ้ (Allergen) เข้าไปในจมูก สิ่งกระตุ้นเหล่านี้จะไปสะสมอยู่บนเซลล์เยื่อ (Epithelial cell) ของโพรงจมูกและจะถูกซึมผ่านเข้าไปในชั้นเยื่อโพรงจมูก และไปกระตุ้น (Sensitization) ให้ระบบของร่างกายตอบสนองโดยจะเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารก่อภูมิแพ้และอิมมูโนโกลบูลินชนิดอี (Immunoglobulin E; IgE) บนผิวของแมสเซลล์ (Mast cell) ที่เยื่อจมูก (Type I hypersensitivity) ทำให้แมสเซลล์หลั่งสารคัดหลั่ง (Mediator) ต่าง ๆ ได้แก่ ฮิสตามีน (Histamine) ลูโคไตรอีน (Leukotriene) โพรสตาแกรนดิน (Prostaglandin) เป็นต้น (ดิเรกฤทธิ์ เชี่ยวเชิงกล, 2562) ทำให้ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีอาการคัดจมูก (Nasal congestion) คันจมูก (Nasal itching) จาม (Sneezing) และน้ำมูกไหล (Rhinorrhea) โดยพบว่าส่วนมากผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้จะมีอาการคัดจมูกมากที่สุด (Nathan, 2003)

การแบ่งประเภทของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ สามารถแบ่งได้โดยอาศัยระยะเวลาที่ผู้ป่วยแสดงอาการ ได้แก่ ผู้ป่วยที่มีอาการในระยะเวลาหนึ่งหรือฤดูหนึ่งเท่านั้น (Seasonal allergic rhinitis) สารก่อภูมิแพ้มักเป็นสารก่อภูมิแพ้ที่อยู่ภายนอกบ้าน เช่น ละอองเกสรหญ้า วัชพืช หรือดอกไม้ และเชื้อรา เป็นต้น และผู้ป่วยที่มักจะมีอาการตลอดทั้งปี (Perennial allergic rhinitis) มักเป็นสารก่อภูมิแพ้ภายในบ้านที่อยู่อาศัยหรือสถานที่ทำงาน เช่น ไรฝุ่น แมลงสาบ ขนสัตว์ รังแคสัตว์ และ

เชื่อว่า นอกจากนี้ องค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ได้แบ่งชนิดของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ 1. ผู้ป่วยที่มีอาการเป็นช่วงๆ (Intermittent) โดยมีอาการน้อยกว่า 4 วัน ต่อสัปดาห์ หรือมีอาการติดต่อกันน้อยกว่า 4 สัปดาห์ และ 2. ผู้ป่วยที่มีอาการตลอดเวลา (Persistent) โดยมีอาการมากกว่า 4 วันต่อสัปดาห์ และมีอาการติดต่อกันมากกว่าหรือเท่ากับ 4 สัปดาห์ (Bousquet et al., 2001) ซึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้เกิดจากหลายสาเหตุ (Multifactorial disease) แบ่งได้ 3 ประการ ได้แก่ 1. ปัจจัยที่เป็นสาเหตุหลัก (Predisposing factor) เช่น ด้านกรรมพันธุ์ (Heredity) ผู้ป่วยที่เป็นโรคภูมิแพ้จะมีความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Immune response gene; IR-gene) ซึ่งการทำหน้าที่ผิดปกติ สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ 2. ปัจจัยที่เป็นสาเหตุโดยตรง (Primary or specific factor) ได้แก่ สิ่งที่ทำให้ผู้ป่วยแพ้หรือสารก่อภูมิแพ้ (Allergen) ชนิดที่ทำให้เกิดการแพ้ได้บ่อย คือ สารที่อยู่ในอากาศ (Aeroallergen) ฝุ่นบ้าน (House dust) ตัวไรฝุ่นบ้าน (House-dust mite) เกสรพืช (Pollen) ชิ้นส่วนหรือสิ่งขับถ่ายของแมลงที่อาศัยอยู่ในบ้าน เช่น แมลงสาบ ยุง แมลงวัน และมด เป็นต้น และ 3. ปัจจัยที่เป็นเหตุเสริมทำให้อาการแสดงออกมา หรือมีอาการมากขึ้นได้ (Secondary or precipitating factors) เช่น โรคติดเชื้อทางระบบหายใจต่าง ๆ การทำกิจกรรมทางกาย ความเครียด วิถีการดำรงชีวิต และความผิดปกติทางกายวิภาคในจมูก เป็นต้น เมื่อร่างกายได้รับสารก่อภูมิแพ้แล้วเกิดการอักเสบของเยื่อจมูกทำให้มีอาการคัน จาม น้ำมูกไหล และคัดจมูก อาจหายใจเองหรือหลังการรักษาซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชีวิตทั้งร่างกาย จิตใจ การนอน การทำงาน และการเข้าสังคม (ปารยะ อาศนะเสน, 2560)

ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ จะมีลักษณะทางคลินิก โดยเมื่อผู้ป่วยสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ เช่น ฝุ่นบ้าน ผู้ป่วยจะมีอาการคันจมูก อาจมีอาการจามติดๆ กันหลายครั้ง มีน้ำมูกใสๆ และอาการคัดจมูก อาการดังกล่าวมักเป็นอยู่เป็นนาทีหรือชั่วโมง หลังจากนั้นจะหายได้เอง โดยอาจมีอาการคันที่ตา คอ หูหรือที่เพดานปากด้วย นอกจากนี้ผู้ป่วยอาจมีอาการอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น อาการปวดศีรษะ เสียงเปลี่ยน (Hyponasality) จมูกไม่ได้กลิ่น (Anosmia) น้ำมูกไหลลงคอ (Postnasal drip) อาการคล้ายกับมีก้อน หรือมีอะไรติดในคอ (Sense of lump in the throat) หรืออาจมีอาการเจ็บคอเรื้อรัง (ปารยะ อาศนะเสน, 2560) เมื่อร่างกายได้รับสารก่อภูมิแพ้เข้าไป นอกจากจะปล่อยสารชักนำการอักเสบ (Inflammatory mediators) ออกมามากมาย เช่น ได้แก่ ฮิสตามีน ลูโคไตรอีน v โพรสตาแกรนดิน เป็นต้น ร่างกายจะมีการกระตุ้นการผลิตไซโตไคน์ที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ (Proinflammatory cytokines) ซึ่งมีหน้าที่ในการกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย ส่งผลให้เกิดการอักเสบที่เพิ่มมากขึ้น ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินวัน (Interleukin-1) อินเตอร์ลิวคินโฟร์ (Interleukin-4) อินเตอร์ลิวคิน

ไฟฟ์ (Interleulines-5) อินเตอร์ลิวคินซิกส์ (Interleulines-6) ทูเมอร์เนโครติคแฟคเตอร์แอลฟา (tumor necrotic factor ;TNF- α) เป็นต้น (ปกิต วิชาชนนธ์, 2543) โดยอินเตอร์ลิวคินไฟฟ์ถูกสร้างจากเซลล์ทีเฮลเปอร์ชนิดที่ 2 (T helper-2 cell) มีหน้าที่ในการกระตุ้นการเพิ่มจำนวนและการทำงานของอีโอซิโนฟิล (Eosinophil) โดยอีโอซิโนฟิล จะปล่อยสารต่างๆออกมาเพื่อต่อสู้กับเชื้อโรค ชักนำให้เกิดการอักเสบในร่างกาย (Terada et al., 1992) อินเตอร์ลิวคินซิกส์มีบทบาทสำคัญในการต่อสู้กับเชื้อโรคและก่อให้เกิดการอักเสบ มีส่วนชักนำในการเจริญเติบโตของทีลิมโฟไซด์ (T lymphocyte) ให้ไปเป็นเซลล์ทีเฮลเปอร์ชนิดที่ 2 ซึ่งมีส่วนสำคัญในการเกิดการอักเสบเรื้อรัง (Chronic inflammation) ในร่างกายที่เพิ่มมากขึ้น และพบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้จะมีปริมาณอินเตอร์ลิวคินซิกส์สูง (Reshaib et al., 2023) และทีเอ็นเอฟแอลฟา มีบทบาทสำคัญในการต่อสู้กับเชื้อโรคและก่อให้เกิดการอักเสบเช่นเดียวกับอินเตอร์ลิวคินซิกส์ กระตุ้นแมคโครฟาจ (Macrophage) ให้เกิดการสร้างและหลั่งอินเตอร์ลิวคินวัน อินเตอร์ลิวคินซิกส์ และทีเอ็นเอฟแอลฟามากขึ้นไปอีกขณะที่มีการอักเสบ แสดงให้เห็นว่า ทีเอ็นเอฟแอลฟา มีบทบาทสำคัญในการชักนำให้เกิดการอักเสบบริเวณโพรงจมูกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยพบว่าการลดลงของทีเอ็นเอฟแอลฟา สามารถยับยั้งการเกิดอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้ (Iwasaki et al., 2003) อย่างไรก็ตามร่างกายมีการผลิตไซโตไคน์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการอักเสบ (Anti-inflammatory cytokines) เช่น อินเตอร์ลิวคินทู (Interleukin-2) ในภาวะปกติ เมื่อมีการกระตุ้นการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันก็จะมีกลไกที่ยับยั้งการตอบสนองตามมาเพื่อไม่ให้เกิดการตอบสนองมากเกินไป โดย ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทู เป็นไซโตไคน์ที่มีความสำคัญมากในระบบภูมิคุ้มกัน มีหน้าที่ในการกระตุ้นการเพิ่มจำนวนและการทำงานของ ทีลิมโฟไซด์ บีลิมโฟไซด์ และ เนเชอรัลคิลเลอร์เซลล์ (Natural killer cells) ซึ่งมีบทบาทในการกำจัดเซลล์แปลกปลอมในร่างกาย (ดิเรกฤทธิ์ เชี่ยวเชิงกล, 2562) อีกทั้งยังพบว่าการลดลงของไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการเป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้ (Wang et al., 2019)

นอกจากนี้การศึกษาพบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าความดันขณะหายใจเข้าสูงสุด (Maximal inspiratory pressure; MIP) และค่าความดันขณะหายใจออกสูงสุด (Maximal expiratory pressure; MEP) มีค่าที่ต่ำกว่าคนสุขภาพดี แสดงถึงผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกที่ลดลง (Azab et al., 2016) นอกจากนี้พบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีการอุดกั้นของการระบายอากาศ (Obstructive pulmonary ventilation) การทำงานของหลอดลมขนาดเล็กผิดปกติ (Small airway

disfunction) และส่งผลให้แรงต้านทางเดินอากาศ (Airway resistance) เพิ่มขึ้น (Gulibositan et al., 2010) จากการศึกษาของ Sonawane et al. (2012) ได้ทำการทดสอบภาวะหลอดลมตีบที่ตอบสนองต่อยาขยายหลอดลม (Bronchodilator therapy) พบว่าร้อยละ 30 ของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้มีความผิดปกติของค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็ว และแรงเต็มที (Forced expiratory volume in one second; FEV1) และพบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่มีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดจะมีความสัมพันธ์กับอายุและปริมาณอีโอซิโนฟิลในเสมหะ (Sputum eosinophilia) ที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Saranz et al. (2016) ได้ศึกษาสมรรถภาพปอดในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้จำนวน 189 คน พบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ร้อยละ 22.2 จะมีความผิดปกติของสมรรถภาพปอด โดยผู้ป่วยประเภทมีอาการตลอดเวลา (Persistent rhinitis) มีโอกาสเกิดความผิดปกติมากกว่าผู้ป่วยที่มีอาการเป็นบางครั้ง (Intermittent) และพบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงความจรร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุด (Forced expiration flow rate at 25-75% of forced vital capacity) และค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็ว และแรงเต็มทีต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที (FEV1/FVC) ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jafari et al. (2016) พบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ชนิดที่มีอาการตลอดเวลา มีค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงความจรร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุด มีค่าลดลงตามระยะเวลาของการเป็นโรคที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงความจรร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุด เป็นการทดสอบความไวต่อการเปลี่ยนแปลงในหลอดลมขนาดเล็ก บ่งบอกถึงการอุดตันของทางเดินหายใจขนาดเล็กได้ จากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ก็มีความผิดปกติของทางเดินหายใจส่วนล่าง อาจเนื่องมาจากระบบทางเดินหายใจส่วนบนเชื่อมต่อกันกับทางเดินหายใจส่วนล่างคือ จมูกและปอด บ่งชี้ให้เห็นว่าเป็นโรคของระบบทางเดินหายใจเดียวกัน (One airway, one disease) ซึ่งอาจทำให้เกิดการพัฒนาของโรคไปเป็นโรคที่ติดได้ (Caimmi et al., 2012)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยพบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีระดับไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Exhaled nitric oxide) ที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับความรุนแรงของอาการและระยะเวลาของการเป็นโรคที่เพิ่มมากขึ้น การวัดระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจ ช่วยในการประเมินภาวะหลอดลมอักเสบ แสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยโรคนี้มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการอักเสบบริเวณทางเดินอากาศส่วนล่างได้ (Kim et al., 2016) จากการศึกษาของ Sequeira et al. (2012) พบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มี

ปริมาณสารอนุมูลอิสระ (Free radical หรือ Reactive Oxygen Species; ROS) และสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ที่ไม่สมดุลกัน จึงทำให้ร่างกายเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) ส่งผลให้ดีเอ็นเอ โปรตีน ไขมัน ถูกทำลายโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน และมีการเพิ่มขึ้นของสารอนุมูลอิสระ ซึ่งส่งผลต่อร่างกายโดยเกิดกระบวนการอักเสบ (Inflammation) และระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยผลกระทบของร่างกายและอาการที่เกิดจากโรคภูมิแพ้ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตทั้งทางด้านร่างกาย ด้านจิตใจ การนอน การทำงานหรือการเรียน และการเข้าสังคมที่แย่ง (Kalmarzi et al., 2016)

การออกกำลังกายส่งผลดีต่อร่างกายและจิตใจ โดยช่วยลดไขมันในเลือด โคเลสเตอรอล (Cholesterol) ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ซึ่งเป็นการลดปัจจัยเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจ (Coronary disease) ป้องกันและรักษาโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และโรคภูมิแพ้ (มณี สุวรรณศิริกุล, 2562) จากการศึกษาของ Tongtako et al. (2012) ที่ได้ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางในความหนักระดับปานกลาง (Moderate continuous exercise) ที่ความหนัก 65-70 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart Rate Reserve; HRR) ช่วยลดอาการของโรคภูมิแพ้จากภูมิแพ้และเพิ่มอัตราส่วนของไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูอินเตอร์ลิวคินโฟร์ (IL- 2/IL-4) และการศึกษาของ กันต์ภัสสร เกิดแก้ว (2562) ที่ทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก และอาการในผู้ป่วยโรคภูมิแพ้จากภูมิแพ้ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคภูมิแพ้จากภูมิแพ้ อายุ 18 - 35 ปี จำนวน 15 คน ได้รับการสุ่มในรูปแบบไขว้ในการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลาง 60 นาที ในอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่าการออกกำลังกายที่ 25 และ 34 องศาเซลเซียสสามารถช่วยลดอาการ ของโรคภูมิแพ้จากภูมิแพ้และส่งผลดีต่อระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจได้ นอกจากนี้มีการศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการเสริมวิตามินซีที่มีต่อไซโตไคน์และอาการของผู้ป่วยโรคภูมิแพ้จากภูมิแพ้ โดยมีการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ช่วยลดระดับไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินโฟร์ เพิ่มไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูและอัตราการไหลของอากาศหายใจเข้าสู่สูงสุดและลดอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูก (Tongtako, 2018) นอกจากนี้การออกกำลังกายแบบแอโรบิกยังช่วยลดระดับไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกอีกด้วย (Gonçalves et al., 2008) จากการศึกษาของ Chanta et al. (2022) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกโยคะที่มีต่ออาการและไซโตไคน์ในผู้ป่วยโรคภูมิแพ้จากภูมิแพ้ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มฝึกโยคะ โดยฝึกโยคะครั้งละ 60 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็น

ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า การฝึกโยคะ 8 สัปดาห์ช่วยให้ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลง และเพิ่มระดับไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval training) เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกรูปแบบหนึ่ง โดยเป็นการออกกำลังกายที่มีช่วงความหนักเป็นระยะเวลาสั้นๆ (ระยะเวลาตั้งแต่ 5 วินาทีถึง 8 นาที) ด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ 80% - 95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Maximal Heart Rate) สลับกับช่วงพัก (Recovery) ด้วยการออกกำลังกายแบบเบาที่ความหนัก 40% - 50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (American College of Sport Medicine; ACSM, 2014) การฝึกประเภทนี้จะใช้เวลาฝึกลดลงกว่าการฝึกแบบแอโรบิกโดยทั่วไป โดยช่วยเกี่ยวกับระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ ช่วยพัฒนาการทำงานของระบบหายใจ (Respiratory function) เพิ่มงานของการหายใจ (Work of breathing) เพิ่มอัตราการระบายอากาศ (Ventilation) มีการไหลเวียนเลือด (Blood flow) ไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจเพิ่มมากขึ้น (Dunham, 2010) จากการศึกษาของ Dumham and Harms (2012) พบว่าการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ระยะเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า นอกจากนี้พบว่า การฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาทำให้มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก (Bogdanis et al., 2013) และทำให้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยรวม (Total Antioxidant Capacity) เพิ่มขึ้นอีกด้วย (Konongbua et al., 2014) อีกทั้ง Zwetsloot et al. (2014) พบว่าการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาช่วยลดปริมาณไซโตไคน์ทูเมอร์เนโครซิสแฟกเตอร์แอลฟา (Tumor necrosis factor alpha; TNF- α) ซึ่งเป็นไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอักเสบของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เมื่อมีปริมาณไซโตไคน์ดังกล่าวลดลง จะช่วยทำให้ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีการอักเสบลดลงและมีอาการของโรคที่ลดลงด้วย

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ซึ่งยังไม่มีการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยดังกล่าวมาก่อน แต่มีการศึกษาในโรคหืด (Asthma) ซึ่งมีพยาธิสภาพและอาการของโรคที่คล้ายคลึงกับโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ จากการศึกษาของ O'Neill & Dogra (2020) ได้ทำการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคหืดด้วยวิธีการปั่นจักรยานในอัตราส่วน 1 : 1 โดยช่วงหนักเป็นระยะเวลา 10 วินาที ที่ความหนัก 90% ของกำลังสูงสุด (Peak Power Output; PPO) และช่วงเบาเป็นระยะเวลา 50 วินาที ที่ความหนัก 10% ของกำลังสูงสุด (PPO) ทำการฝึกครั้งละ 20 นาที

สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นระยะเวลา 2 เดือน ผลการวิจัยพบว่าความวิตกกังวลและความรู้สึกของร่างกายที่มีต่อการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาดีเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีการศึกษาของ Winn et al. (2019) ที่ได้ทำการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคหืดด้วยการทำกิจกรรมของโรงเรียน (School-based) ในอัตราส่วน 1 : 1 โดยช่วงหนักเป็น ระยะเวลา 10 - 30 วินาที ที่ความหนัก 90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximal Heart rate) และช่วงเบาเป็นระยะเวลา 10 - 30 วินาที ทำการฝึกครั้งละ 30 นาที สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน ผลการวิจัยพบว่าสมรรถภาพทางแอโรบิก (Aerobic fitness) ดีขึ้นและช่วยรักษาระดับของดัชนีมวลกาย (BMI)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาส่งผลดีต่อสมรรถภาพปอด กล้ามเนื้อหายใจ อาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และโรคหืดและช่วยลดไซโตไคน์ที่ชักนำให้เกิดการอักเสบ จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ว่าจะส่งผลดีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้หรือไม่ อย่างไร ผู้วิจัยคาดหวังว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาจะส่งผลดีต่อผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อศึกษาผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

วัตถุประสงค์รอง

1. เพื่อศึกษาผลฉับพลันการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลฉับพลันของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่อัตราส่วนหนักต่อเบา 1:1 และอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 ที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
3. เพื่อศึกษาผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อไซโตไคน์ และภาวะเครียดออกซิเดชัน ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

4. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบากับการฝึกการออกกำลังกายที่ระดับปานกลางแบบต่อเนื่องต่อการทำงานของระบบหายใจ อาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ไซโตไคน์ และภาวะเครียดออกซิเดชัน ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

คำถามในการวิจัย

1. การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาส่งผลต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้อย่างไร
2. การฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาส่งผลอย่างไรการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
3. การฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาส่งผลอย่างไรต่อไซโตไคน์ และภาวะเครียดออกซิเดชัน ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
4. การฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการฝึกการออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลางแบบต่อเนื่องส่งผลแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ต่อการทำงานของระบบหายใจ อาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ไซโตไคน์ และภาวะเครียดออกซิเดชัน ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

สมมุติฐานของการวิจัย

1. ผลลัพธ์ของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาส่งผลดีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
2. การฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาส่งผลดีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
3. การฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาส่งผลดีต่อไซโตไคน์ และภาวะเครียดออกซิเดชัน ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
4. การฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการฝึกการออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลางแบบต่อเนื่องส่งผลต่อการทำงานของระบบหายใจ อาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ไซโตไคน์ และภาวะเครียดออกซิเดชัน ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

1.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เป็นนิสิตและบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและผู้ป่วยที่มาใช้บริการ ณ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 12 คน

1.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตัวแปรต้น คือ การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval exercise)

ตัวแปรตาม คือ

1.2.1 ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด (Pulmonary function variables) ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็ว และแรงเต็มที่ (Forced expiratory volume in one second; FEV1) ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1/FVC) ค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25 -75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด (FEF 25 75%) ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า - ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (Maximum voluntary ventilation; MVV)

1.2.2 ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength variables) ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximal Inspiratory Pressure; MIP) ค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximal expiratory pressure; MEP)

1.2.3 ตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms variables) ได้แก่ อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms score) ปริมาตรการไหลของเลือดในโพรงจมูก (Nasal Blood Flow) ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า (Peak nasal inspiratory flow; PNIF)

1.2.4 ตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน (Oxidative stress variables) ได้แก่ ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Fraction exhaled nitric oxide; FeNO)

1.3 ขอบเขตด้านสถานที่

สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยและเก็บข้อมูลคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และห้องปฏิบัติทาง สรีรวิทยาการออกกำลังกาย ชั้น 10 อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

1.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประมาณ 2 เดือน

2. การศึกษาผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของ ระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

2.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เป็นนิสิตและบุคลากรจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัยและผู้ป่วยที่มาใช้บริการ ณ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 36 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน คือ

กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval training) 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์

กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกการออกกำลังกายที่ระดับปานกลางแบบต่อเนื่อง (Moderate continuous Training) 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์

กลุ่มที่ 3 ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ โดยไม่ได้รับการฝึกออกกำลังกายใดๆ เป็นเวลา 12 สัปดาห์

2.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตัวแปรต้น คือ การฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการฝึกการออกกำลังกายที่ระดับปานกลางแบบต่อเนื่อง

ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด (Pulmonary function variables) ได้แก่ ค่า ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ค่าปริมาตร ของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็ว และแรงเต็มที่ (Forced expiratory volume in one second; FEV1) ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการ

หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1/FVC) ค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25 -75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด (FEF 25 75%) ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า - ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (Maximum voluntary ventilation; MVV)

2.2.2 ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength variables) ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximal Inspiratory Pressure; MIP) ค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximal expiratory pressure; MEP)

2.2.3 ตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก (Aerobic capacity variables) ได้แก่ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$)

2.2.4 ตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms variables) ได้แก่ อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms score) ปริมาตรการไหลของเลือดในโพรงจมูก (Nasal Blood Flow) ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า (Peak nasal inspiratory flow; PNIF) และฮีสตามีน (Histamine)

2.2.5 ตัวแปรด้านไซโตไคน์ (Cytokines) ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินทู (IL-2) อินเตอร์ลิวคินไฟฟ (IL-5) อินเตอร์ลิวคินซิกซ์ (IL-6) และทีเอ็นเอฟอัลฟา (TNF- α)

2.2.6 ตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน (Oxidative stress variables) ได้แก่ ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Fraction exhaled nitric oxide; FeNO)

2.2.7 ตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต (Quality of life) ได้แก่ การประเมินคุณภาพชีวิตของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยใช้แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิตโรคจมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinoconjunctivitis quality of life questionnaire – 36; Rcq-36)

2.3 ขอบเขตด้านสถานที่

สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยและเก็บข้อมูลคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และห้องปฏิบัติทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ชั้น 10 อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประมาณ 4 เดือน

คำจำกัดความของการวิจัย

โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Allergic rhinitis) หมายถึง โรคที่เกิดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายชนิดหนึ่ง เกิดที่เนื้อเยื่อบุจมูก ผู้ป่วยจะมีอาการคัดจมูก น้ำมูกไหล คันจมูก จาม เป็นต้น โดยงานวิจัยนี้ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องเป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ชนิดที่มีอาการตลอดเวลา โดยมีอาการคัดจมูก จาม คันจมูก และน้ำมูกไหล มากกว่า 4 วัน/สัปดาห์ และมีอาการเฉลี่ย ตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไปในสัปดาห์ที่ผ่านมา โดยใช้แบบสอบถามประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

การฝึกแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval training) หมายถึง การออกกำลังกายที่มีช่วงความหนักเป็นระยะเวลาสั้นๆ ด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ 80% - 95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Maximal Heart Rate) สลับกับช่วงพักด้วยการออกกำลังกายแบบเบา โดยงานวิจัยนี้โปรแกรมการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบา จะให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยวิ่งที่ระดับความหนักระดับสูงที่ 85-95% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และสลับด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำ 50-60% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

การทำงานของระบบหายใจ (Respiratory function) หมายถึง ความสามารถในการทำงานของระบบหายใจ ประกอบด้วยสมรรถภาพปอดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และความสามารถทางแอโรบิก

สมรรถภาพปอด (Pulmonary function) หมายถึง การตรวจการทำงานของปอด โดยการวัดค่าต่างๆ จากเครื่องสไปโรเมตรี (Spirometry) ได้แก่

- ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (Forced Vital Capacity; FVC) คือ ค่าปริมาตรของอากาศที่เป่าออกอย่างรวดเร็วแรงจนหมดหลังจากหายใจเข้าอย่างเต็มที่ ผลการประเมินค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่แสดงถึงปริมาตรอากาศที่จู่อยู่ในปอดเกือบทั้งหมด

- ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (Forced Expiratory Volume in one second; FEV1) คือ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ในวินาทีที่ 1

- ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1/FVC) คือ

ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่เพื่อหาค่าร้อยละของปริมาตรของอากาศที่เป่าออกมาได้ในวินาทีที่ 1 ต่อปริมาตรของอากาศที่เป่าออกมาได้มากที่สุดอย่างรวดเร็วแรง

- ค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด (Forced Expiration Flow rate at 25-75% of forced vital capacity; FEF25-75%) คือ ค่าเฉลี่ยกลางของอัตราการไหลของลมหายใจออกในระหว่าง 25-75% ของปริมาตรอากาศที่จู่อยู่ในปอดเกือบทั้งหมด

- ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (Maximum Voluntary Ventilation; MVV) คือ อัตราการหายใจสูงสุด ที่ผู้เข้ารับการตรวจสามารถหายใจออกและเข้าอย่างลึกและเร็วที่สุด เท่าที่ทำได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด (โดยทั่วไปมักกำหนดไว้ที่ 12 วินาที)

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength) หมายถึง แรงดันอากาศที่เกิดขึ้นภายในทางเดินอากาศจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อหายใจ โดยเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

- ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximal Inspiratory Pressure; MIP) คือ ค่าที่วัดความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อที่ทำงานเมื่อหายใจเข้า จากแรงดันบรรยากาศ โดยการเป่าลมหายใจออกจนสุดหลังการหายใจ ออกเต็มที่แล้วให้ดูดลมหายใจเข้าทางปากเต็ม

- ค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximal expiratory pressure; MEP) คือ ค่าที่วัดความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อที่ทำงานเมื่อหายใจออก จากแรงดันบรรยากาศซึ่งสามารถมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อท้อง และกล้ามเนื้อยึดซี่โครง โดยการสูดลมหายใจเข้าเต็มที่ หลังจากการหายใจเข้าเต็มที่แล้วให้เป่าลมหายใจ ออกทางปากเต็มที่

ความสามารถทางแอโรบิก (Aerobic capacity) หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจน ซึ่งร่างกายต้องใช้เวลาในการปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาที่ใช้ ออกซิเจนอย่างน้อย 3-4 นาทีขึ้นไป โดยงานวิจัยนี้ทดสอบโดยการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum volume of oxygen consumption; $VO_2\max$)

ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า (Peak Nasal Inspiratory Flow; PNIF) หมายถึง การวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าจากจมูกโดยสามารถประเมินอาการคัดจมูก แน่นจมูก ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบ-จากภูมิแพ้

การไหลของเลือดในโพรงจมูก (Nasal blood flow) หมายถึง การตรวจวัดปริมาณการไหลของเลือดในโพรงจมูก ซึ่งเป็นการวัดโดยใช้เลเซอร์ในการวัดอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูก

ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผู้ป่วยมีอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มากขึ้น

อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms) หมายถึง อาการหลัก 4 อย่างของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้แก่ อาการคันจมูก คัดจมูก จาม และน้ำมูกไหล โดยใช้แบบสอบถามในการประเมินอาการผู้ป่วย

ไซโตไคน์ (Cytokines) หมายถึง โปรตีนหรือไกลโคโปรตีนที่มีขนาดเล็ก ทำหน้าที่ในการสื่อสาร ระหว่างเซลล์ สร้างจากเซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์ต่างๆเพื่อตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นโดยจะออกฤทธิ์ ต่อเซลล์เป้าหมายโดยจับกับตัวรับที่อยู่บนผิวของเซลล์นั้น แล้วกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์

ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Fraction exhaled nitric oxide; FeNO) หมายถึง ปริมาณไนตริกออกไซด์ในทางเดินหายใจแสดงถึงทางเดินหายใจเกิดการอักเสบ เมื่อทางเดินหายใจเกิดการอักเสบจะทำให้เซลล์เยื่อผิวของหลอดลมจะผลิตแก๊สไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide; NO) ในปริมาณสูงกว่าภาวะปกติจึงมีค่าเพิ่มขึ้น

แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิตโรคจมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinoconjunctivitis quality of life questionnaires) หมายถึง แบบสอบถามเพื่อสำรวจว่าอาการของโรคโรคจมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความเป็นอยู่อย่างไร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบผลฉบับพลันการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
2. ได้ทราบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
3. ได้ฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาเรื่องการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เพื่อต่อยอดในการศึกษาเชิงลึกต่อไป
4. ได้พัฒนาความรู้เกี่ยวกับการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้เพื่อเป็นทางเลือกในการออกกำลังกายแก่ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่างๆ จากหนังสือ วารสาร เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศที่ทันสมัยโดยนำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
 - 1.1 โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และอุบัติการณ์
 - 1.2 สาเหตุและพยาธิสรีรวิทยา
 - 1.3 อาการทางคลินิก
 - 1.4 การรักษา
 - 1.5 ภาวะแทรกซ้อน
 - 1.6 ไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
 - 1.7 ระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกกับอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
2. ระบบหายใจ
 - 2.1 โครงสร้างระบบหายใจ
 - 2.2 กลไกการหายใจ
 - 2.3 กล้ามเนื้อหายใจ
 - 2.4 วิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ
 - 2.5 ปริมาตรและความจุปอด
 - 2.6 วิธีการตรวจสอบสมรรถภาพปอด
 - 2.7 ระบบหายใจกับโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
3. การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา
 - 3.1 ความหมายของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา
 - 3.2 หลักการออกกำลังกายรูปแบบช่วงหนักสลับเบา
 - 3.3 ความหนักในการออกกำลังกาย
 - 3.4 ประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา
 - 3.5 การออกกำลังกายกับโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

1. โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

1.1 โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และอุบัติการณ์

โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Allergic rhinitis) และอุบัติการณ์ของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ พบได้ประมาณร้อยละ 10–25 ของจำนวนประชากรทั่วโลก เป็นโรคที่พบได้บ่อยในประเทศไทยและประเทศอื่นๆทั่วโลก เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน เมื่อร่างกายได้รับสารก่อภูมิแพ้ แล้วเกิดการอักเสบของเยื่อบุจมูกทำให้มีอาการคัน จาม น้ำมูกไหล และคัดจมูก อาจหายเองหรือหลังการรักษา ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชีวิตทั้งร่างกาย จิตใจ การนอน การทำงาน และการเข้าสังคม

การแบ่งประเภทผู้ป่วยตามระยะเวลาที่ผู้ป่วยแสดงอาการ (ปารยะ อาศนะเสน, 2560) ได้แก่

1. ผู้ป่วยที่มีอาการในระยะเวลาหนึ่งหรือฤดูหนึ่งเท่านั้น (Seasonal allergic rhinitis) สารก่อภูมิแพ้มักเป็นสารก่อภูมิแพ้ที่อยู่ภายนอกบ้าน เช่น ละอองเกสรหญ้า วัชพืช หรือดอกไม้ และเชื้อรา เป็นต้น
2. ผู้ป่วยที่มักจะมีอาการตลอดทั้งปี (Perennial allergic rhinitis) และสารก่อภูมิแพ้ที่เป็นสาเหตุมักเป็นสารก่อภูมิแพ้ภายในบ้านที่อยู่อาศัยหรือสถานที่ทำงาน เช่น ไรฝุ่น แมลงสาบ ขนสัตว์ รังแคสัตว์ และเชื้อรา

องค์การอนามัยโลก ได้เสนอการแบ่งชนิดโรคจมูกอักเสบ จากภูมิแพ้แบบใหม่ โดยแบ่งเป็น 2 ชนิด (ปารยะ อาศนะเสน, 2560) คือ

1. ผู้ป่วยมีอาการเป็นบางครั้ง (Intermittent) หมายถึง ผู้ป่วยมีอาการเป็นบางครั้งโดยมีอาการน้อยกว่า 4 วันต่อ 1 สัปดาห์ หรือมีอาการติดต่อกันน้อยกว่า 4 สัปดาห์
2. ผู้ป่วยมีอาการตลอดเวลา (Persistent) หมายถึง ผู้ป่วยมีอาการมากกว่า 4 วันต่อ 1 สัปดาห์หรือมีอาการติดต่อกันนานกว่า 4 สัปดาห์

1.2 สาเหตุและพยาธิสรีรวิทยา

สาเหตุ

โรคจมูกอักเสบภูมิแพ้เป็นโรคที่เกิดจากหลายสาเหตุ แบ่งสาเหตุหลักๆได้ 3 ประการ (ปารยะ อาศนะเสน, 2560) คือ

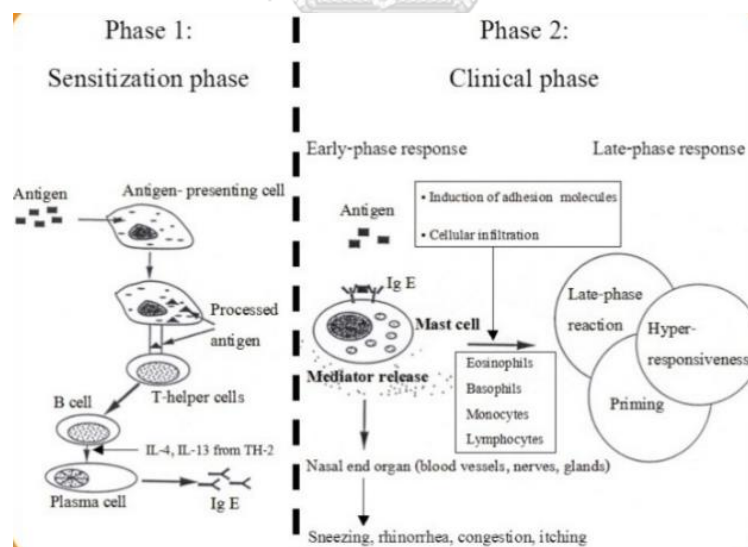
1. ปัจจัยที่เป็นสาเหตุหลัก (Predisposing factor) ได้แก่ เรื่องของพันธุกรรม (Heredity) โดยผู้ป่วยที่เป็นโรคภูมิแพ้ (Atopic disease) มีความผิดปกติของยีนส์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการสร้างภูมิคุ้มกัน (Immune Response gene: IR-gene) ซึ่งยีนส์ที่ผิดปกตินี้สามารถถ่ายทอดไปยังลูกและหลานได้

2. ปัจจัยที่เป็นสาเหตุโดยตรง (Primary or specific factor) ได้แก่ สิ่งที่ทำให้ผู้ป่วยแพ้หรือสารก่อภูมิแพ้ (Antigen, Allergen) ชนิดที่ทำให้เกิดอาการได้บ่อยคือสารที่อยู่ในอากาศและเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ เช่น ฝุ่นบ้าน (House dust) ตัวไรในฝุ่นบ้าน (House-dust mite) เกสรพืช (Pollen) ชิ้นส่วน หรือสิ่งขับถ่ายของแมลงที่อาศัยอยู่ในบ้าน เช่น แมลงสาบ ยุง แมลงวัน มด สารก่อภูมิแพ้ที่สำคัญที่สุดในฝุ่น คือ ตัวไรฝุ่น ซึ่งสารก่อภูมิแพ้นั้นมีอยู่ทั้งในตัวไรและในสิ่งขับถ่ายของมัน

3. ปัจจัยที่เป็นสาเหตุเสริม (Secondary or precipitating factors) ได้แก่ เหตุเสริมที่ทำให้มีอาการแสดงออกมา หรืออาการมากขึ้น เช่น โรคติดเชื้อ สารระคายเคืองต่าง ๆ (Direct irritants) เช่น กลิ่นฉุน คิว้นและฝุ่นละอองทุกประเภท ปัจจัยด้านกายภาพ เช่น การออกกำลังกาย การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ปัจจัยด้านจิตใจ เช่น เครียด วิตกกังวล ความผิดปกติทางกายวิภาคในจมูก เช่น ผนังกันช่องจมูกคด (Deviated nasal septum) กระดูกงอกที่ผนังกันช่องจมูก (Septal spur) เป็นต้น

พยาธิสรีรวิทยา

พยาธิสรีรวิทยาของการเกิดกระบวนการอักเสบในโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (ปารยะ อาศนะเสน, 2560) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 พยาธิสรีรวิทยาของการเกิดกระบวนการอักเสบในโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ที่มา: (ปารยะ อาศนะเสน, 2560)

ในระยะแรก (Phase 1) มีการสร้างอิมมูโนโกลบูลินชนิดอี หลังสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ เมื่อมีการสัมผัสสารก่อภูมิแพ้นั้นอีกในระยะที่สอง (Phase 2) ก็จะเกิดอาการโดยปฏิกิริยาการตอบสนองระยะแรก (Early-phase response) ประกอบด้วย การกระตุ้นแมสต์เซลล์และมีการหลั่งของสารคัดหลั่งต่างๆหลังจากนั้นจะมี cellular infiltration ทำให้เกิดปฏิกิริยาการตอบสนองระยะหลัง (Late-phase response) และความไวต่อสิ่งกระตุ้นผิดปกติ (Hyperresponsiveness) ต่อการกระตุ้นสารภูมิต้านทาน (Antigenic) และไม่กระตุ้นภูมิต้านทาน (Non-antigenic stimuli) ซึ่งผลของกระบวนการดังกล่าวอาจหายเองได้ หรือทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนตามมาได้ เริ่มจากระยะที่มีความไวต่อสิ่งกระตุ้น (Sensitization phase) แล้วตามด้วย ระยะทางคลินิก (Clinical phase) (รูปที่1) โดยผู้ป่วยที่มีลักษณะทางพันธุกรรม ที่มีแนวโน้มจะเป็นโรคภูมิแพ้ (Genetic predisposition for atopic disease) มีการสร้างอิมมูโนโกลบูลินชนิดอีต่อสารก่อภูมิแพ้เกิดขึ้น หลังจากสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ เรียกว่า การทำให้แพ้ (Sensitization) หลังจากนั้นเซลล์ที่มี antigen-presenting cells เช่น มาโครฟาจ (Macrophages) หรือเซลล์เดนไดรต์ (Dendritic cells) จะนำแอนติเจน นั้นไปเสนอต่อทีเฮลเปอร์บีเซลล์ (T-helper b cells) (TH:CD 4+) และบีเซลล์ (B cell) โดย อินเตอร์ลิวคินโฟร์ (Interleukin-4) และอินเตอร์ลิวคินเทอร์ทิน (IL-13) ทีเฮลเปอร์ทูลิมโฟไซต์ (TH-2 lymphocytes) จะกระตุ้นให้ บีเซลล์ สร้างอิมมูโนโกลบูลินชนิดอีขึ้นมา โดย allergen-specific IgE เหล่านี้จะจับกับ high affinity receptors บน แมสต์เซลล์ (Mast cells) และบาโซฟิล (Basophils) รวมทั้ง low affinity receptors บนเซลล์อื่นๆด้วย เช่น โมโนไซต์ (Monocytes) อีโอซิโนฟิล (Eosinophils) และเกล็ดเลือด (Platelet) หลังจากนั้นเมื่อผู้ป่วยสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้ อีก แอนติเจนจะทำให้เกิด cross-linking ของอิมมูโนโกลบูลินชนิดอี ที่อยู่ใกล้เคียงกัน กระตุ้นให้เกิดการสลายแกรนูล (Degranulation) ของ แมสต์เซลล์ปล่อยสารคัดหลั่งออกมา เช่น ฮีสตามีน (Histamine) ลิวโคไตรอิน (Leukotriene) โพรสตาแกลนดิน (Prostaglandin) เกิดปฏิกิริยาการตอบสนองระยะแรก สารคัดหลั่งที่หลั่งออกมานี้ จะไปกระตุ้นอวัยวะในเยื่อจมูก เช่น เส้นประสาทต่อมสร้างสารคัดหลั่งและต่อมสร้างมูก หลอดเลือด ทำให้เกิดอาการคัน จาม คัดจมูกและน้ำมูกไหล ซึ่งอาการเหล่านี้มักหายเอง แต่อาจกลับมาได้อีก หลังสัมผัสสารก่อภูมิแพ้แล้ว 3 ถึง 10 ชั่วโมง

การกลับมาของอาการทางจมูกเหล่านี้ คือ การเกิดปฏิกิริยาการตอบสนองระยะสุดท้าย พบได้ประมาณร้อยละ 50 ของผู้ป่วย ซึ่งอาการที่เด่นคือ อาการคัดจมูก ลักษณะสำคัญของเกิดปฏิกิริยาการตอบสนองระยะสุดท้าย คือ มีการไหล (Influx) ของเซลล์ต่างๆเข้ามาในเยื่อจมูกมากขึ้น เช่น อีโอซิโนฟิล บาโซฟิล โมโนนิวเคลียร์ (Mononuclear cells) และทีเซลล์ ซึ่งเซลล์หลักที่พบในสารคัดหลั่งในจมูก คืออีโอซิโนฟิล ในขณะที่ทีเฮลเปอร์ลิมโฟไซต์ (TH-lymphocytes) พบในชั้นใต้เนื้อเยื่อ

เมือก (Submucosa) แสดงถึงสารไซโตไคน์ ที่แตกต่างกันระหว่างส่วนของสารที่หลั่งในจมูก (Nasal secretions) และเยื่อเมือกในจมูก (Nasal mucosa) อีโอซิโนฟิลสามารถหลั่งสารคัดหลั่ง (Mediators) นิวโรท็อกซิน (Neurotoxins) และพีโรไซด์ (Peroxidases) ในปฏิกิริยาการตอบสนองระยะสุดท้าย มีหลักฐานว่าบาโซฟิล เป็นตัวการหลั่งฮิสตามีน ในปฏิกิริยาซึ่งการไหลของบาโซฟิล ที่เข้ามาในเยื่อจมูกนั้น ยิ่งทำให้มีโอกาสจะสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้ได้มากขึ้น เกิดการอักเสบจากภูมิแพ้ได้มากขึ้น นอกจากนี้ พบว่าไซโตไคน์ จากเซลล์ต่างๆได้ถูกหลั่งออกมาด้วย เพื่อควบคุมการอักเสบ เช่น อินเตอร์ลิวคินโพร์จากแมสเซลล์ อินเตอร์ลิวคินทรี อินเตอร์ลิวคินโพร์, อินเตอร์ลิวคินไฟว์ และจีเอ็ม-ซีเอสเอฟ (GM-CSF) จากทีเฮลเปอร์ทูมิโฟไซด์และ อินเตอร์ลิวคินซิกส์ จากเซลล์บุผิว (Epithelial cells) การตอบสนองของระบบประสาท (Neuronal reflex) เอง ก็มีบทบาทในการตอบสนองของโรคภูมิแพ้โดยช่วยควบคุมปฏิกิริยาตอบสนองต่อสารคัดหลั่งต่างๆ ในเยื่อจมูก และมีบทบาทในการกระตุ้นการไหลของทีเฮลเปอร์ทูมิโฟไซด์ของเซลล์ที่เพิ่มขึ้นในปฏิกิริยาการตอบสนองระยะสุดท้าย เกิดจากการแสดงออกมาของอาร์นิโมเลกุลบนเซลล์และเซลล์เยื่อหลอดเลือดซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของไซโตไคน์ชนิดต่างๆ

การเคลื่อนไหวของลิวโคไซด์ (Leukocytes) ในระบบไหลเวียนโลหิตมายังเยื่อจมูก มีแบบแผนและขั้นตอนที่แน่นอน โดยเริ่มจากการทำงานของลิวโคไซด์ (Leukocyte activation), ของการพนักโมเลกุลบน เซลล์เยื่อหลอดเลือดเกิดการเคลื่อนไหวและการกลิ้ง (Rolling) ของลิวโคไซด์ ไปตามผนังของหลอดเลือด การเคลื่อนย้าย ลิวโคไซด์ ผ่านเอนโดทีเลียม (Endothelium) ของหลอดเลือดไปยังเยื่อจมูก หรือตำแหน่งที่มีการอักเสบ และ การเคลื่อนย้ายของเซลล์ผ่านการหลั่งสารในทางจมูก

ที่ผ่านมาได้มีหลักฐานแสดงว่าเซลล์บุผิวมีบทบาทในปฏิกิริยาการอักเสบในภูมิแพ้ในระดับ เยื่อเมือกในจมูกด้วย นอกเหนือจากการเป็นด่านกั้น (Natural barrier) โดยสามารถสังเคราะห์สารคัดหลั่งได้มากมาย เช่น อินเตอร์ลิวคินวัน อินเตอร์ลิวคินวันเบต้า อินเตอร์ลิวคินซิกส์ อินเตอร์ลิวคินเอทีเอ็มซีเอสเอฟ และทีเอ็นเอฟแอลฟา นอกจากนี้พบว่าการพนักโมเลกุลที่เพิ่มขึ้นบนเซลล์เยื่อจมูก (Nasal epithelium) ระหว่างที่มีการอักเสบจากภูมิแพ้หลังสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ตามฤดูกาลหรือหลังการกระตุ้นด้วยสารก่อภูมิแพ้และยังพบว่าผู้ป่วยที่แพ้ไรฝุ่น แม้ขณะไม่มีอาการก็มีการแสดงออกปานกลางของไอแคมวัน (ICAM-1) ทั้งบนจมูกข้างในและเยื่อตา (Conjunctival epithelium) โดยพบร่วมกับการอักเสบของเซลล์ (Inflammatory cells) แสดงถึงการมีเกิดการอักเสบอยู่ตลอดเวลา แม้ในปริมาณที่น้อย (Minimal persistent inflammation)

นอกจากปฏิกิริยาการตอบสนองของระยะแรกและระยะสุดท้ายแล้วยังเกิดปรากฏการณ์ ที่เยื่อจมูกไวต่อสารก่อภูมิแพ้เป็นพิเศษ ซึ่งปรากฏการณ์นี้สามารถกลับคืนสู่ภาวะปกติได้เมื่อไม่มีการสัมผัสสารก่อภูมิแพ้อีกต่อไป กลไกของการเพิ่มความไวของเยื่อจมูกเกิดจาก การอักเสบและที่หลังมากขึ้น และการเพิ่มความไวต่อการตอบสนองของการอักเสบเซลล์ในร่างกายที่เข้ามาในเยื่อจมูกที่มีมากขึ้น จะทำให้สารก่อภูมิแพ้ ผ่านเข้าไปในเยื่อเมือกจมูกได้มากขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการซึมผ่าน (Permeability) และเป็นเป้าหมาย (Target) ของการสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้เพิ่มขึ้น มีการสร้างสารที่ทำให้เกิดการอักเสบมากขึ้น และไปเพิ่มการตอบสนองของ end organ นอกจากนั้นผู้ป่วยยังมีความไวต่อสารอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สารก่อภูมิแพ้ด้วย เช่น ฮิสตามีน (Histamine) อากาศเย็น เมตาโคลีน (Methacholine) เป็นต้น

โดยสรุปการอักเสบในโรคภูมิแพ้นั้น ประกอบด้วย ระยะที่ไวต่อสิ่งกระตุ้น ซึ่งมีการสร้างอิมมูโนโกลบูลินชนิดอี หลังจากสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้ ซึ่งช่วงนี้ยังไม่แบ่งออกเป็นปฏิกิริยาการตอบสนองระยะแรกซึ่งเกี่ยวข้องกับการสลายแกนของแมสต์เซลล์และปฏิกิริยาการตอบสนองระยะสุดท้ายซึ่งเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของการอักเสบในเซลล์ในเยื่อจมูก และการสร้างสารเคมีชักนำ (Chemoattractants) เพื่อดึงดูดเซลล์ต่างๆ เข้ามาในเยื่อจมูก ซึ่งมีผลต่อการตอบสนองของเยื่อจมูกต่อสารก่อภูมิแพ้และสิ่งกระตุ้นที่ไม่ใช่สารก่อภูมิแพ้ (ปารยะ อาศนะเสน, 2560)

1.3 อาการทางคลินิก

อาการทางคลินิกของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ มีดังนี้ (ปารยะ อาศนะเสน, 2560)

อาการ

เมื่อผู้ป่วยสัมผัสสารก่อภูมิแพ้เช่น ฝุ่นบ้าน ผู้ป่วยจะมีอาการคันจมูกและอาจมีอาการจามติดๆกันหลายครั้ง และมีน้ำมูกใสและมีอาการคัดจมูก อาการดังกล่าวมักเป็นอยู่เป็นนาทีหรือชั่วโมง หลังจากนั้นจะหายได้เอง โดยอาจมีอาการคันที่ตา คอ หู หรือที่เพดานปากด้วย นอกจากนี้ผู้ป่วยอาจมีอาการอื่นๆร่วมด้วย เช่น อาการปวดศีรษะ เสียงเปลี่ยน (Hyponasality) จมูกไม่ได้กลิ่น (Anosmia) น้ำมูกไหลลงคอ (Postnasal drip) ซึ่งจะใสต่างจากในโรคไซนัสอักเสบเรื้อรังซึ่งจะข้น มีสีเหลืองหรือเขียว อาจมีอาการหูอื้อ หรือมีเสียงดังในหู จากรูเปิดของท่อยูเตเซียน (Eustachian tube) บวม อาการคล้ายกับมีก้อนหรือมีอะไรติดในคอ (Sense of lump in the throat) หรืออาจมีอาการเจ็บคอเรื้อรัง จากการที่น้ำมูกไหลลงคอ (Postnasal drip) และการที่หายใจทางปากเป็นประจำ เนื่องจากคัดจมูก

อาการแสดง

ผู้ป่วยที่มีอาการตั้งแต่อายุน้อยและเป็นอยู่นาน ทำให้ต้องหายใจทางปากเสมอ อาจทำให้การเจริญเติบโตของการดูไบหน้าและฟันผิดปกติ คือไบหน้าส่วนล่างจะยาวกว่าปกติ (Long-face syndrome) เนื่องจากต้องอ้าปากหายใจตลอดเวลา เพดานปากจะแคบและโค้งสูง (Gothic arch) เวลายิ้มจะมองเห็นส่วนของเหงือกที่อยู่เหนือฟันบนได้มาก เรียกว่า Gummy smile อาจมีความผิดปกติในการสบฟันร่วมด้วย ในเด็กที่มีอาการคั่งจมูก เด็กมักยกมือขยี้หรือเสยที่ปลายจมูกบ่อยๆ ซึ่งการทำเช่นนี้นานๆ อาจทำให้เกิดมีรอยย่นที่สันจมูก รายที่มีอาการคั่งจมูกอยู่นานๆ อาจทำให้มีการคั่งของเลือดดำ (Venous blood) บริเวณใต้ขอบตาล่างเรียกว่า Allergic shiners

ขณะที่ผู้ป่วยกำลังมีอาการ ถ้าตรวจจมูกโดยวิธีการตรวจโพรงจมูกทางด้านหน้า (Anterior rhinoscopy) จะพบว่าเยื่อจมูกโดยเฉพาะ Inferior turbinate จะบวม อาจมีสีซีด (Pale) หรือมีสีคล้ำ (Bluish) มีน้ำมูกใสๆจำนวนมาก เยื่อจมูกอาจมีริดสีดวงจมูก (Polypoid change) ร่วมด้วยได้ การตรวจโพรงจมูกด้านหลัง (Posterior rhinoscopy) อาจพบว่าปลายด้านหลังของ Inferior turbinate บวมโตเห็นเป็นก้อนขรุขระ คล้ายน้อยหน่าอยู่บริเวณ Mulberry turbinate เยื่อในโพรงหลังจมูก (Nasopharynx) หรือรอบรูเปิดของท่อยูเตซิเยนอาจบวม ชีด และมีน้ำมูกใสๆ นอกจากนั้น อาจพบต่อมแอดีนอยด์ที่โพรงหลังจมูกโต (Adenoid hypertrophy) ได้

การตรวจคอหอยส่วนปาก (Oropharynx) อาจพบผนังคอเป็นตุ่มนูนแดงกระจายอยู่ทั่วไป ที่เรียกว่า แกรนูลาร์ฟาริงซ์ (Granular pharynx) ซึ่งเกิดจากการระคายเคืองเรื้อรังของผนังคอจากน้ำมูกไหลลงคอ (Postnasal drip) หรือจากการหายใจทางปาก (ปารยะ อาศนะเสน, 2560)

นอกจากนี้สามารถตรวจวัดอาการต่างๆ ของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้จากตัวแปรเชิงสรีรวิทยา ดังนี้

- การไหลของเลือดในโพรงจมูก (Nasal blood flow) เป็นการตรวจวัดปริมาณการไหลของเลือดในโพรงจมูก จากการศึกษาของ Tongtako และคณะ (Tongtako et al., 2012) พบว่าการไหลของเลือดในโพรงจมูกที่ลดลงสัมพันธ์กับอาการคั่งจมูกที่ลดลงของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
- การประเมินอาการคั่งจมูกของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยใช้แบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms score) (Tongtako et al., 2012)
- ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า (Peak nasal inspiratory flow) เป็นการทดสอบโดยให้ผู้ถูกทดสอบหายใจออกผ่านเครื่องให้เร็วและแรงที่สุด สามารถตรวจ

ความโล่งของโพรงจมูก พบว่าการวัดปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจ เข้ากับความรู้สึกคัดจมูกในผู้ใหญ่ที่มีอาการคัดจมูกมีความสัมพันธ์กัน (Fairley et al., 1993)

1.4 การรักษา

การรักษาโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ควรเริ่มตั้งแต่อธิบายเรื่องโรคให้ผู้ป่วยและคนในครอบครัวผู้ป่วยเข้าใจและแนะนำให้ผู้ป่วยดูแลตนเองให้เหมาะสม เช่น พยายามรักษาร่างกายให้แข็งแรงอยู่เสมอ ออกกำลังกายเป็นประจำ และรับประทานอาหารที่เป็นประโยชน์ให้ครบทั้ง 5 หมู่ นอนหลับพักผ่อนให้เพียงพอ และรักษาสุขภาพจิตให้สงบ เพราะถ้ามีอาการเครียด กังวลอาจทำให้อาการของโรคเป็นมากขึ้นถ้าผู้ป่วยมีอาการของโรคหอบหืด หรือโรคทางเดินหายใจส่วนล่าง ก็ควรให้การรักษาร่วมด้วย หลักการรักษามีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ (ปารยะ อาศนะเสน, 2560)

1. การหลีกเลี่ยงสารก่อภูมิแพ้และสารระคายเคือง และควบคุมสิ่งแวดล้อม (Allergenavoidance and environmental control) เป็นการรักษาที่สำคัญที่สุด โดยหลีกเลี่ยงสิ่งที่เป็นแพ้หรือกำจัดหรือลดปริมาณ ของสารก่อภูมิแพ้ที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมให้เหลือน้อยที่สุด โดยเฉพาะในห้องนอนผู้ป่วย ต้องใช้เวลาอยู่ในห้องนี้ 6-8 ชั่วโมงต่อวัน โดยดูดฝุ่น ทำความสะอาด อย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศในห้องนอนด้วย นำที่นอนและหมอนมาตากแดดทุกอาทิตย์ และซักทำความสะอาดผ้าปูที่นอน ปลอกหมอน ผ้าห่ม และผ้าคลุมเตียงอย่างน้อยเดือนละ 2 ครั้ง ในรายที่แพ้ขนสัตว์ก็ไม่ควรเลี้ยงสัตว์นั้น หรืออย่างน้อย ไม่ควรนำสัตว์นั้นเข้าไปในห้องนอน นอกจากนี้ ควรหลีกเลี่ยงสารระคายเคือง หรือปัจจัยชักนำต่างๆ ที่จะทำให้อาการของโรคมักขึ้นด้วย เช่น การอดนอน การดื่มสุรา สูบบุหรี่ การสัมผัสฝุ่น ควัน กลิ่นฉุน อากาศเย็นหรือร้อนจัดเกินไป จึงต้องแนะนำให้ผู้ป่วยสังเกตว่าสารหรือภาวะแวดล้อมอะไร ที่ทำให้อาการเป็นมากขึ้น เพื่อที่จะได้หลีกเลี่ยง อย่างไรก็ตาม บางครั้งการหลีกเลี่ยงเป็นสิ่งที่ปฏิบัติได้ยากในชีวิตประจำวัน

2. การรักษาด้วยยา (Pharmacological treatment) เช่น ยาต้านฮีสตามีน (Antihistamines) ยาหดหลอดเลือด (Decongestant) คอร์ติโคสเตียรอยด์ (Corticosteroids) สามารถให้ได้ในรูปการรับประทาน (Oral form) หรือการพ่น (Topical)

3. การฉีดวัคซีนภูมิแพ้ เป็นการรักษาโดยฉีดสารก่อภูมิแพ้ ที่คิดว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการ เข้าไปในร่างกายทีละน้อย แล้วค่อย ๆ เพิ่มจำนวนจนได้ขนาดสูงสุดที่ผู้ป่วยรับได้ เพื่อให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานต่อสิ่งที่แพ้ วิธีนี้จะใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีอาการมาก ไม่สามารถควบคุมอาการได้ด้วยยา หรือไม่สามารถทนผลข้างเคียงของยาได้ หรือผู้ที่มีโรคภูมิแพ้หลายชนิดร่วมด้วย ทั้งนี้ในการรักษาด้วยวัคซีน แพทย์จะต้องพิจารณาถึงค่าใช้จ่าย และความสม่ำเสมอในการมารับการรักษาด้วย

4. การรักษาโดยการผ่าตัด เป็นการผ่าตัดรักษาอาการบางอย่าง ซึ่งให้การรักษาโดยการ ใช้น้ำยาอย่างเต็มที่แล้วไม่ดีขึ้น เช่น การผ่าตัดเพื่อรักษาอาการคัดจมูก การผ่าตัดเพื่อรักษาอาการน้ำมูก ไหล นอกจากนี้ในรายที่มีภาวะแทรกซ้อนเกิดขึ้นก็อาจต้องทำผ่าตัดรักษาภาวะแทรกซ้อนนั้น ๆ เช่น ไชน์ส้ออักเสบที่ไม่ดีขึ้น

1.5 ภาวะแทรกซ้อน

ในรายที่มีอาการมากและไม่ได้รับการรักษา อาจเกิดโรคแทรกซ้อนตามมาได้ดังนี้ (ปารยะ อาศนะเสน, 2560)

1. การติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนบน (Upper respiratory tract infection) เช่น โรคไซน์ส้ออักเสบ, ต่อมทอนซิลอักเสบ (Tonsil) ผนังคออักเสบ บางรายการติดเชื้อ อาจลามไปถึงการ ติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนล่าง (Lower respiratory tract) ได้

2. หูชั้นกลางอักเสบ (Otitis media with effusion; OME) เนื่องจากเยื่อจมูก ติดต่อกับเยื่อของ nasopharynx และเยื่อรอบๆ รูเปิดของท่อยูสเตเชียนทิวบ์ (Eustachian tube) เมื่อมีการอักเสบและบวมของเยื่อจมูก อาจทำให้มีการบวม และอุดตันของรูเปิดท่อนี้ก่อนแล้วเกิดหูชั้น กลางอักเสบตามมา

3. โรคหอบหืด (Asthma) ผลของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ต่อโรคหอบหืด โดยองค์การอนามัยโลก (Allergic rhinitis and its Impact on Asthma; ARIA) พบว่า โรคหอบหืดเป็นโรคที่พบ ร่วมได้บ่อยในโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

4. การอักเสบเรื้อรังของเยื่อจมูก (Nasal polyposis) เป็นปัจจัยหนึ่งในการเกิดริดสีดวงจมูก

5. ภาวะเยื่อจมูกอักเสบจากยา (Rhinitis medicamentosa) เกิดจากการใช้ยาพ่นผิดวิธีในการรักษา อาการคัดจมูกที่เกิดจากโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ถ้าสามารถวินิจฉัยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และให้การรักษาที่ถูกต้องแต่เนิ่นๆ ก็จะสามารถป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนเหล่านี้ได้ (ปารยะ อาศนะเสน, 2560)

1.6 ไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ความหมายและหน้าที่ของไซโตไคน์

คำว่า ไซโตไคน์ มาจาก “cyto” แปลว่า เซลล์ (cell) และ “Kines” แปลว่า การเคลื่อนที่ (movement) เพราะฉะนั้น ไซโตไคน์จึงเป็นโมเลกุล ที่ถูกสร้างขึ้นและไปมีผลทำให้เซลล์เกิดการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงไป โดยไซโตไคน์จะเป็นโปรตีน โมเลกุลเล็ก (low molecular weight protein: 15 25 kDa) หรือ glycoprotein ที่ถูกสร้างและหลั่งออกมาจากเซลล์หลายชนิดหลังจากที่

เซลล์นั้นถูก กระตุ้นด้วยสิ่งกระตุ้น เช่น เชื้อโรค ที่เป็น pathogen associated molecular pattern (PAMP) หรือ damage associated molecular pattern (DAMP) เป็นต้น โดยไซโตไคน์ที่หลั่งออกมาเมื่อมีขนาดเล็กก็สามารถที่จะเคลื่อนที่ไปได้อย่างรวดเร็วในระบบ และจะไปจับกับตัวรับไซโตไคน์ (cytokine receptor) ที่อยู่บนผิวเซลล์ชนิดต่างๆ เพื่อจะทำหน้าที่ในการสื่อสาร กันระหว่างเซลล์ และควบคุมการทำงานของระบบ ภูมิคุ้มกันของร่างกายให้เป็นไปในทิศทางต่างๆ ซึ่ง ปัจจุบันพบว่ามียีน (gene) ไม่น้อยกว่า 180 ชนิด ที่ ทำหน้าที่ในการสร้างไซโตไคน์เหล่านี้โดยการจำแนกชนิดไซโตไคน์ในระยะแรกนั้น จะตั้งชื่อของไซโตไคน์ ตามหน้าที่ ที่ไซโตไคน์นั้นถูกค้นพบ เช่น tumor necrosis factor (TNF) มีผลทำลายก้อนเนื้องอก หรือ interleukin ซึ่งสร้างขึ้นจากเซลล์เม็ดเลือดขาว และไปมีผลกับเซลล์เม็ดเลือดขาวตัวอื่นๆ หรือ lymphokine ซึ่งถูกสร้างและหลั่งออกมาจากเซลล์ lymphocyte (โดยมากคือ T lymphocyte) และไป มีผลต่อเซลล์ต่างๆ เป็นต้น ซึ่งในเวลาต่อมาโมเลกุล เหล่านี้ถูกเรียกโดยรวมว่า “ไซโตไคน์ (cytokine)” (ดิเรกฤทธิ์ เชี่ยวเชิงชล, 2562)

โดยส่วนใหญ่ไซโตไคน์ที่ถูกสังเคราะห์ ขึ้นมาหลังจากที่เซลล์ถูกกระตุ้นจะอยู่ได้เพียงชั่วคราว (short half-life) เท่านั้น และไซโตไคน์ที่ถูก สร้างขึ้นนี้จะถูกปล่อยออกไปนอกเซลล์และไปออกฤทธิ์ทันที โดยจะไปจับกับตัวรับไซโตไคน์ได้อย่าง เหนียวแน่น (high affinity) ซึ่งฤทธิ์ของไซโตไคน์ อาจจะเป็นการไปกระตุ้น (activation) หรือ ไป ยับยั้ง (inhibition) การทำงานของเซลล์ในด้านต่างๆ ก็ได้ นอกจากนี้ฤทธิ์ของไซโตไคน์ตัวหนึ่ง อาจจะไป มีผลต่อเซลล์หลายๆ เซลล์ และออกฤทธิ์ต่อเซลล์ ในหลายๆ รูปแบบ (pleiotropism) หรือบางครั้ง ไซโตไคน์ที่ต่างชนิดกันก็สามารถออกฤทธิ์ได้เหมือนกัน (redundancy) หรือ ไซโตไคน์ที่ต่างชนิดกัน สามารถออกฤทธิ์ คือ ช่วยเสริมกันและกัน (synergy) หรือ ต้านฤทธิ์กันและกัน (antagonism) โดยผลของไซโตไคน์ต่อเซลล์อาจจะส่งผล ต่อเซลล์ตัวนั้นเอง (autocrine) หรือเซลล์ที่อยู่ข้าง เคียง (paracrine) หรือเข้าไปสู่กระแสเลือดแล้วไป มีผลต่อเซลล์ที่อยู่ไกลออกไป (endocrine) ได้ด้วย ได้แก่ (ดิเรกฤทธิ์ เชี่ยวเชิงชล, 2562)

1. ไซโตไคน์ที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ (Proinflammatory cytokines) เป็นกลไกที่นำไปสู่การชุมนุม ของเซลล์หรือสารต่างๆ ให้มาบริเวณที่ต้องการให้มีการกำจัดสิ่งแปลกปลอม ไซโตไคน์ที่มีฤทธิ์ในการกระตุ้นการอักเสบ (Proinflammatory cytokines) จะช่วยให้เกิดการเพิ่มการแสดงออกของการติดุดโมเลกุล (Adhesion molecules) ทำให้เกิด การเพิ่มการซึมผ่านผนังหลอดเลือด (Vascular permeability) และกระตุ้นการสร้างคีโมไคน์(Chemokines) จากเซลล์เยื่อภายใน (Endothelial cells) ช่วยให้มีการเดินทางของเซลล์มายังบริเวณที่มีการอักเสบ (Inflamed Site) ได้มากขึ้น เช่น อินเตอร์ลิวคินวัน (Interleukin-1) อินเตอร์ลิวคินโฟร์ (Interlukin-4) อินเตอร์

ลิวคินซิกส์ (Interleukines-6) ทูเมอร์เนโครติกแฟคเตอร์แอลฟา (tumor necrotic factor ;TNF- α) เป็นต้น (ปกิต วิชยานนท์, 2543)

2. ไซโตไคน์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการอักเสบ (Anti-inflammatory cytokines) เช่น อินเตอร์ลิวคินทู (Interleukin-2) ในภาวะปกติ เมื่อมีการกระตุ้นการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันก็จะมีกลไกที่ยับยั้งการตอบสนองตามมาเพื่อไม่ให้เกิดการตอบสนองมากเกินไป

ไซโตไคน์หลักที่มีผลต่อโรคภูมิคุ้มกันบกพร่องจากภูมิแพ้ (ดิเรกฤทธิ์ เชี่ยวเชิงชวล, 2562)

Interleukin-2 (IL-2) เป็นไซโตไคน์ที่มีความสำคัญมากในระบบภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นภายหลัง โดยสร้างมาจาก T lymphocyte โดยเฉพาะอย่างยิ่งจาก T helper cell เป็นไซโตไคน์ที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของ T lymphocyte หลังจากที่ T lymphocyte รับรู้แอนติเจน (proliferation ของ antigen-stimulated T lymphocyte) โดย IL-2 จะ ถูกสร้างขึ้นภายใน 2-3 ชั่วโมง แล้วจึงลดลงที่ 24 ชั่วโมง แต่เดิมเรียก IL-2 ว่าเป็น T cell growth factor ซึ่งจะไปมีผลต่อทั้งตัวเซลล์ที่สร้าง IL-2 เอง (autocrine) และเซลล์ที่อยู่ข้างเคียง (paracrine) หน้าที่สำคัญของ IL-2 คือ กระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว (Proliferation) และเกิดการเปลี่ยนแปลง (Differentiation) ของ antigen-activated T lymphocyte และทำให้ T lymphocyte หลัง IFN- γ และ IL-4 นอกจากนี้ IL-2 ยังมีหน้าที่ช่วยในการทำงาน และการคงอยู่ (Survival) ของ regulatory T cell

นอกจากนี้ IL-2 ยังทำงานร่วมกับ IL-4, IL-5, IL-6, IL-13, IFN- γ ทำหน้าที่สำคัญในการกระตุ้นให้ activated B lymphocyte และกระตุ้นการเจริญเติบโต (proliferation และ differentiation) ของเอ็นเค เซลล์ (NK cell)

Interleukin-4 (IL-4) เป็นไซโตไคน์ที่ถูกสร้างโดยเซลล์หลายๆ ชนิด เช่น mast cell, basophil และ eosinophil รวมทั้ง Th2 cell ด้วย โดย IL-4 มี หน้าที่สำคัญในการก่อให้เกิด Th2 cell development และทำให้ Th2 cell หลังไซโตไคน์ที่สำคัญ คือ IL-4, IL-5 และ IL-13 ตามมา ตัวอย่างที่ชัดเจนของการทำหน้าที่ของ IL-4 ได้แก่ การติดเชื้อพยาธิ, โรคภูมิไวเกินชนิด IgE (IgE-mediated hypersensitivity) และโรคภูมิแพ้ (Allergic disease) ซึ่ง IL-4 ร่วมกับ IL-13 จะทำให้ B lymphocyte เกิด isotype switching เป็น IgE มากขึ้น และกระตุ้นการเกิดการ recruitment ของ eosinophil ในบริเวณที่เกิดภูมิแพ้ หรือบริเวณที่มีการติดเชื้อปรสิต

นอกจากนี้ IL-4 ร่วมกับ IL-13 ยังมีความสำคัญต่อ macrophage คือทำให้เกิด alternative macrophage activation (M2 type) คือ ทำให้ macrophage หลัง IL-10, TGF และสารอื่นๆ ที่ช่วย ทำให้เกิด anti-inflammation, wound healing และ fibrosis อีกด้วย ตัวอย่างเช่น การเกิด

tissue remodeling และ fibrosis ในโรคติดเชื้อพยาธิเรื้อรัง หรือ โรคภูมิแพ้ซึ่งมีการอักเสบเรื้อรัง เป็นต้น

สำหรับระบบทางเดินหายใจและทางเดินอาหาร IL-4 ร่วมกับ IL-13 ยังมีผลให้เกิดการสร้างเมือก mucus และเพิ่ม peristalsis ในทางเดินอาหาร เพื่อช่วยในการกำจัดเชื้อออกไปจากร่างกายเช่นกัน

Interleukin-5 (IL-5) เป็นไซโตไคน์ที่เป็นตัวกระตุ้น eosinophil และเป็นตัวเชื่อม ระหว่าง T lymphocyte activation กับ eosinophilic inflammation โดยสร้างมาจาก Th2 cell และ mast cell โดย IL-5 จะมีหน้าที่สำคัญในการกระตุ้น eosinophil ให้เกิด growth และ differentiation เป็นหลัก และ ทำให้ eosinophil ปล่อยสารที่อยู่ใน granule ของ eosinophil เช่น major basic protein และ major cationic protein ออกมา เพื่อต่อสู้กับเชื้อ พยาธิ นอกจากนี้ IL-5 และ TGF- β ยังกระตุ้นให้เกิด การสร้าง IgA อีกด้วย

Interleukin-13 (IL-13) เป็นไซโตไคน์ที่มีลักษณะโครงสร้างและหน้าที่เหมือน IL-4 คือ ต่อสู้กับเชื้อพยาธิ และเกี่ยวข้องกับโรคภูมิแพ้ โดย IL-13 จะถูกสร้างจากเซลล์หลัก คือ Th2 cell และ เซลล์อีกหลายชนิด เช่น basophil, eosinophil และ NKT cell เป็นต้น IL-4 และ IL-13 จะทำงานร่วมกัน โดย IL-4 จับกับ IL-4RC chain ซึ่งเป็น subunit ของตัวรับ ไซโตไคน์ type 1 IL-4 receptor (ประกอบไปด้วย IL-4RC และ common γ chain) และ type 2 IL-4 receptor (ประกอบด้วย IL-4RC และ IL-13 Ru1) ส่วน IL-13 จับกับ IL-13 RM1 chain ซึ่งเป็น subunit ของ type 2 IL-4 receptor จะเห็นได้ว่า IL-4 และ IL-13 นั้นมีการใช้ type 2 IL-4 receptor ร่วมกัน และ IL-4Rd chain มีความสำคัญต่อการทำงานของ IL-4 และ IL-13 หากมีการขัดขวางการทำงานของ IL4 Ru chain (เช่นการให้ monoclonal antibody ต่อ IL-ARA) ก็จะทำให้ไปขัดขวางการส่งสัญญาณ จาก ทั้ง type 1 และ 2 ของ IL-4 receptor ส่งผลให้ เกิดการยับยั้งการทำงานของทั้ง IL-4 และ IL-13 ได้ นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการควบคุมการสร้าง immunoglobulin E (IgE)

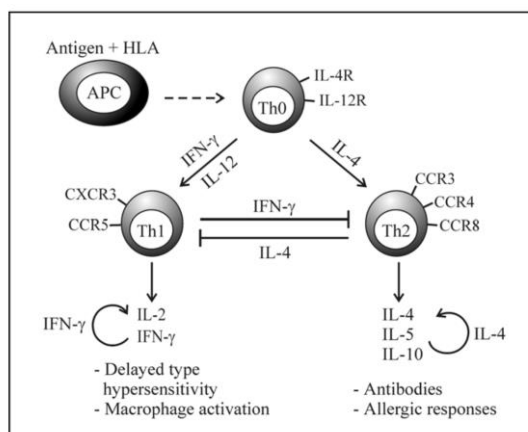
Tumor necrosis factor - alpha (TNF- α) เป็นไซโตไคน์ที่มีบทบาทสำคัญในการต่อสู้กับเชื้อโรค โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งชื่อของ TNF นั้นได้มาจาก การที่พบว่ามี factor ในเลือดที่ทำให้เกิด necrosis ของเนื้องอก แต่ต่อมาในระยะหลังพบว่า TNF มีบทบาทอื่น ๆ ที่สำคัญอีกมาก โดยเฉพาะการอักเสบ และ ชนิดของ TNF ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดการอักเสบ คือ TNF- α โดยผลของ TNF- α จะทำให้เกิด cell activation และ cell proliferation ที่จะเข้าไปจัดการกับเชื้อโรค และ กระตุ้น macrophage ให้เกิดการสร้างและหลั่ง IL-1, IL-6 และ TNF- α มากขึ้นไปอีกในขณะที่

มีการอักเสบ ซึ่งในที่สุดเมื่อการอักเสบนั้นเสร็จสิ้นลง TNF- α ก็จะก่อให้เกิด cell apoptosis ตามมา นอกจากนี้ TNF- α ยังมีผลต่อ hypothalamus กระตุ้นให้เกิดไข้ และกระตุ้นตับให้สร้าง acute phase protein ชนิดต่างๆ

Interferon gamma (IFN- γ) เป็นไซโตไคน์ที่ถูกสร้างโดย macrophage, Th1 cell, T lymphocyte และ NK cell ซึ่ง IFN- γ ทำหน้าที่สำคัญในการต่อสู้กับเชื้อโรคที่อยู่ภายในเซลล์ (Intracellular microbe) โดยบทบาทของ IFN- γ นั้น จะไปมีผลต่อ CD4+ T lymphocyte หรือ Th cell ทำให้เกิด Th1 differentiation และ คอยยับยั้งการ differentiation ของ Th2 และ Th17 cell เพื่อให้เกิดการตอบสนองของ T helper cell ไปในทิศทางเดียวกัน

ไซโตไคน์ที่ก่อให้เกิด development และ differentiation ของ Th subset (คือ Th1, Th2 และ Th17 cell) นั้น จะเป็นการ ทำงานของไซโตไคน์ไปในทิศทางเดียว หรือเพียงกลุ่มหนึ่งกลุ่มเดียว (polarization) และไซโตไคน์ในกลุ่มนี้ก็จะไปยับยั้งไม่ให้เกิด development และ differentiation ของ Th subset และไซโตไคน์ของ กลุ่ม Th subset ที่เหลือ เพื่อไม่ให้ Th subset ของ กลุ่มที่เหลือทำงาน กล่าวคือ เมื่อมีการสร้าง IFN- γ จาก Th1 cell ไซโตไคน์ตัวนี้ก็จะไปยับยั้ง การเกิด Th2 และ Th17 differentiation หรือเมื่อมีการสร้าง IL-4 จาก Th2 cell ตัวไซโตไคน์นี้ ก็ จะไปยับยั้ง development ของ Th1 และ Th17 ลักษณะและชนิดของไซโตไคน์ที่สำคัญใน แต่ละ subset ของ Th cell ซึ่งใน บางครั้งจะเรียกไซโตไคน์ในกลุ่มของ Th subset ว่า เป็น type I cytokine (ซึ่งมาจาก Th1 cytokine ได้แก่ IFN- γ , IL-2 และ IL-18) หรือ type II cytokine (ซึ่งมาจาก Th2 cytokine ได้แก่ IL-4, IL-5 และ IL-13) เป็นต้น (ดิเรกฤทธิ์ เชี่ยวเชิงชล, 2562)

นอกจากนี้พบว่ากระบวนการอักเสบยังสัมพันธ์กับความสมดุลในการทำงานของ T helper cell type1 (Th1 cell) และ Th2 cell โดย Th1 cell จะหลั่ง cytokines เช่น IL-2, IFN- γ , TNF- α ในขณะที่ Th2 cell จะหลั่งสารที่มีฤทธิ์กระตุ้นการอักเสบ เช่น IL-4, IL-10, IL-13 เป็นต้น Th1 cell จะหลั่ง สารที่ทำให้การอักเสบลดลงเมื่อ Th2 cell หลั่งสารดังกล่าวออกมาต้าน ดังนั้นการตอบสนอง ของ Th1 cell และ Th2 cell ที่สมดุลกันจะทำให้สภาวะการอักเสบหายเป็นปกติ แต่ถ้าเกิดความไม่ สมดุลก็จะเกิดการอักเสบแบบเรื้อรัง (เพ็ญพรรณ เวชวิทยาคลัง, 2555)



รูปที่ 2 Th1 Th2 differentiation

ที่มา: (Westerholm-Ormio, 2004)

1.7 ระดับไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกกับการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide) เกี่ยวข้องกับการเกิดการอักเสบของระบบทางเดินหายใจ ปริมาณไนตริกออกไซด์ในทางเดินหายใจแสดงถึงทางเดินหายใจเกิดการอักเสบ เมื่อทางเดินหายใจ การอักเสบจะมีการกระตุ้นการหลั่งสารซึ่งทำให้เกิดการอักเสบ (Pre-inflammatory mediators) เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้บริเวณเซลล์เยื่อผิวของผนังหลอดลมมีการผลิตเอนไซม์ inducible nitric oxide synthase (iNOS) ซึ่งมีหน้าที่ในการจะผลิตก๊าซไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide; NO) ใน ปริมาณสูงกว่าภาวะปกติ (Evjenth et al., 2015) ผลของการเพิ่มขึ้นของระดับไนตริกออกไซด์ในลม หายใจออก (Fractional Exhaled Nitric Oxide; FeNO) จะเกิดเมื่อหลอดลมมีการอักเสบบางภาวะ เช่น โรคหืดจากภูมิแพ้ (Allergic asthma) โรคหืดชนิดอีโอสิโนฟิล (Eosinophilic asthma) จึงส่งผล โดยตรงกับอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Dweik et al., 2011)

นอกจากนี้พบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Fraction exhaled nitric oxide; FeNO) สูงกว่าคนที่สุขภาพดี และค่าไนตริกออกไซด์ขณะหายใจ ออกที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับความรุนแรงของอาการและระยะเวลาของการเป็นโรคที่เพิ่มมากขึ้น (Kim et al., 2016) ทางกรมแพทย์นิยมตรวจค่าไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก เพื่อช่วยประเมินภาวะการ อักเสบของทางเดินหายใจ

2. ระบบหายใจ

การหายใจ (Respiratory) คือ กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำ ออกซิเจนเข้าไปในร่างกายและการนำคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นถูกขับออกจากร่างกาย การแลกเปลี่ยนแก๊สเกิดขึ้นในร่างกายเนื่องจากออกซิเจนมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์พลังงานของเซลล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในเซลล์ ร่างกายจำเป็นต้องกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์โดยการหายใจออก นอกจากนี้การหายใจยังต้องอาศัยการทำงานของระบบกล้ามเนื้อเพื่อช่วยในการระบายอากาศเข้าและออกจากปอดผ่านระบบไหลเวียนเลือดเพื่อช่วยขนส่งออกซิเจนจากปอดไปยังเซลล์และคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ไปยังปอด ทั้งนี้ระบบหายใจจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของร่างกายในสภาวะต่าง ๆ กันได้ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, 2555)

2.1 โครงสร้างระบบหายใจ

ระบบหายใจแบ่งโครงสร้างเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เป็นช่องทางเดินอากาศและส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส ดังแสดงในรูปที่ 5 (วรรณพร ทองตะโก, 2558)

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

- จมูก ช่องจมูกมีเยื่อบุผิว 2 ชนิด ได้แก่ เรสพิราทอรีมิวโคซา (Respiratory mucosa) ทำหน้าที่สร้างมูกเพื่อให้ผิวชื้นและมีขนทำหน้าที่ดักฝุ่นหรือผงเล็กๆ และโอลแฟคทอรีอีพิทีเลียม (Olfactory epithelium) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับกลิ่นโพรงจมูก

- คอหอย แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ คอหอยหลังโพรงจมูก (Nasopharynx) มีหน้าที่ทำความสะอาด อากาศที่หายใจเข้าไป คอหอยหลังช่องปาก (Oropharynx) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการกลืน และคอหอยหลังกล่องเสียง (Laryngopharynx) จะต่อกับหลอดอาหาร โดยมีฝาปิดกล่องเสียงคอยปิดไม่ให้อาหารตกลงไปในกล่องเสียง

- กล่องเสียง เป็นทางเดินของอากาศเข้าสู่ปอดและเป็นส่วนที่ทำหน้าที่แปลงเสียง

- หลอดลมใหญ่ จะต่อมาจากกล่องเสียงที่อยู่ด้านบนและแยกออกเป็นหลอดลมเล็กส่วนต้น 2 ด้านซ้ายและด้านขวาเข้าไปสู่ปอดทั้งสองข้าง

- หลอดลมเล็ก เป็นท่อแตกแขนงของหลอดลมใหญ่ เป็นหลอดลมเล็กส่วนต้นซ้ายและขวาซึ่งอยู่ภายนอกเยื่อปอด และเมื่อแทงเข้าเยื่อปอดแต่ละข้างจะแตกแขนงออกเป็นท่อที่มีขนาดเล็กลงเป็นหลอดลมเล็กส่วนที่สอง

- หลอดลมฝอย เป็นแขนงย่อยที่แตกออกมาจากหลอดลมเล็กส่วนที่สาม

- หลอดลมฝอยส่วนปลาย เป็นจุดสิ้นสุดของส่วนที่เป็นท่อทางเดินอากาศ จะพบเซลล์คลารา (Clara cell) ทำหน้าที่หลั่งโปรตีนเพื่อปกป้องเยื่อจากสารพิษ และเกี่ยวข้องกับการขนส่งคลอไรด์ไอออน

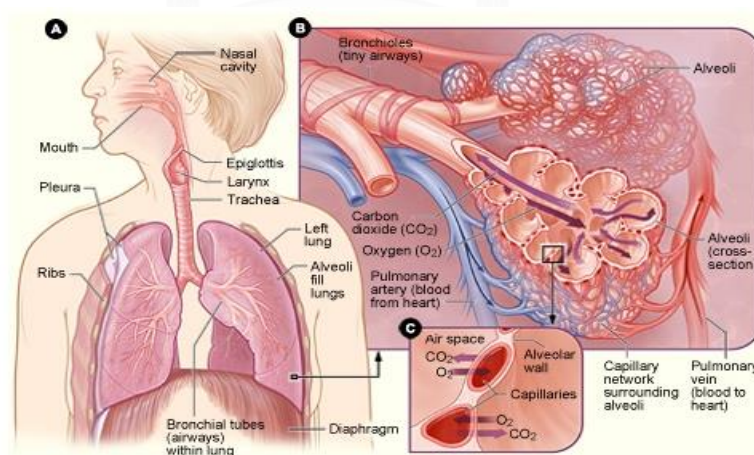
2. ส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส (Respiratory division) ประกอบด้วยหลอดหายใจฝอย (Respiratory Bronchioles) ท่อถุงลม (Alveolar duct) ถุงลมใหญ่ (Alveolar Sac) และถุงลมเล็ก (Alveoli)

- หลอดหายใจฝอย เป็นจุดเริ่มต้นของส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส มีถุงลมมาเปิดเข้าที่ท่อ

- ท่อถุงลม เกิดจากการที่หลอดหายใจฝอยแตกแขนงออกอีก 2-3 ครั้ง ส่วนนี้เป็นท่อที่มีถุงลมหลายๆ อันมาเปิดเข้าด้วยกัน

- ถุงลมใหญ่ ต่อมาจากท่อถุงลม ลักษณะคล้ายกับพวงอุ้งน้ทั้งพวง

- ถุงลมเล็ก จะแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เซลล์ถุงลมชนิดที่ 1 (Alveolar cell Type I) ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และเซลล์ถุงลมชนิดที่ 2 (Alveolar cell type II) ทำหน้าที่สร้างสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) ของถุงลม



รูปที่ 3 โครงสร้างระบบหายใจ

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

2.2 กลไกการหายใจ

กลไกการหายใจเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งแสดงในรูปที่ 6 ภาพแสดงกลไกการหายใจเข้าและการหายใจออก ในขณะที่พักกล้ามเนื้อกระบังลมจะอยู่บริเวณช่องอก การหายใจเข้าซี่โครงและกระดูกหน้าอก เคลื่อนที่ด้วยกล้ามเนื้อซี่โครงส่วนนอกเมื่อหายใจเข้าซี่โครงจะขยายและยกขึ้นกระดูกหน้าอกยกและขยายไปทางด้านหน้า ในเวลาเดียวกันกล้ามเนื้อกระบังลมหดตัวแบนลงไปที่ช่องท้องเกิดการขยายตัวสามด้านของช่องอกเพิ่มปริมาตรด้านในปอดเมื่อปอดขยายจะมีปริมาตรปอดมากขึ้นและอากาศด้านในจะมีพื้นที่มากขึ้นเพื่อให้อากาศเต็มเข้ามา ตามกฎของ Boyle เมื่อความดันในปอดลดลงความดันในปอดจะน้อยกว่าความดันอากาศด้านนอกร่างกายเพราะทางเดินหายใจคือการเปิดทางจากด้านนอกอากาศจะไหลเข้าปอดเพื่อลดความต่างของความดัน ในขณะที่ออกกำลังกายอย่างหนัก การหายใจเข้าจึงมีกล้ามเนื้ออื่นมาช่วยเช่น Scalene Sternocleidomastoid และ Pectorals กล้ามเนื้อเหล่านี้ ช่วยยกซี่โครงมากกว่าตอนหายใจปกติ (Kenney et al., 2012)

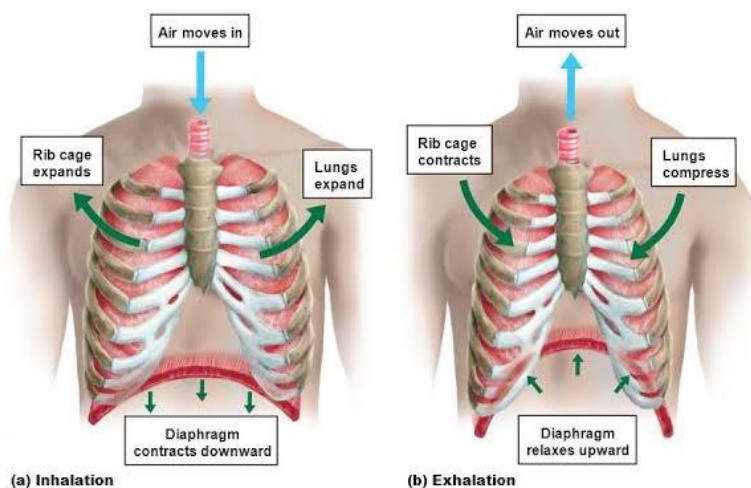
ระบบการควบคุมการหายใจ มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (รัชฎา แก่นสาร, 2552)

1. ตัวรับรู้ (Sensor) ที่สำคัญ มี 2 ชนิด ได้แก่ ตัวรับรู้ทางเคมี (Chemoreceptor) และตัวรับรู้เชิงกล (Mechanoreceptor) มีหน้าที่รับข้อมูลและส่งสัญญาณเข้าไปยังศูนย์ควบคุมการหายใจ
2. ศูนย์ควบคุมการหายใจ (Central controller) อยู่ในสมองส่วนเมดัลลา (Medulla) และพอนส์ (Pons) นำเข้าข้อมูลจากตัวรับรู้และถูกปรับแต่งให้มีการตอบสนองอย่างเหมาะสมก่อนส่งสัญญาณออกไปยังหน่วยแสดงผล
3. หน่วยแสดงผล (Effector) จะอยู่ที่กล้ามเนื้อหายใจ รับสัญญาณที่ส่งออกมาจากศูนย์ควบคุม ทำให้มีการระบายอากาศเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพื่อให้เกิดความสมดุลของร่างกายในขณะนั้น

การควบคุมการหายใจโดยระบบประสาท แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ (รัชฎา แก่นสาร, 2552)

1. การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic control) ได้แก่การหายใจที่เกิดขึ้นโดยการควบคุมจาก ศูนย์หายใจ (Respiratory center) ในเมดัลลา (Medulla) และพอนส์ (Pons) ซึ่งโดยปกติจะหายใจเข้าและหายใจออกโดยอัตโนมัติแม้ขณะหลับ

2. การควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary control) ได้แก่การควบคุมจากสมองส่วนบน คือ เปลือกสมอง (Cerebral cortex) และทาลามัส (Thalamus) ควบคุมเปลี่ยนแปลงการหายใจในระยะสั้น ๆ เช่น การกลั้นหายใจ (Breath-holding) การหายใจเร็วและแรง (Voluntary hyperventilation)



รูปที่ 4 กลไกการหายใจเข้า-ออก

ที่มา: <http://yancao.info/yancao-images.html>

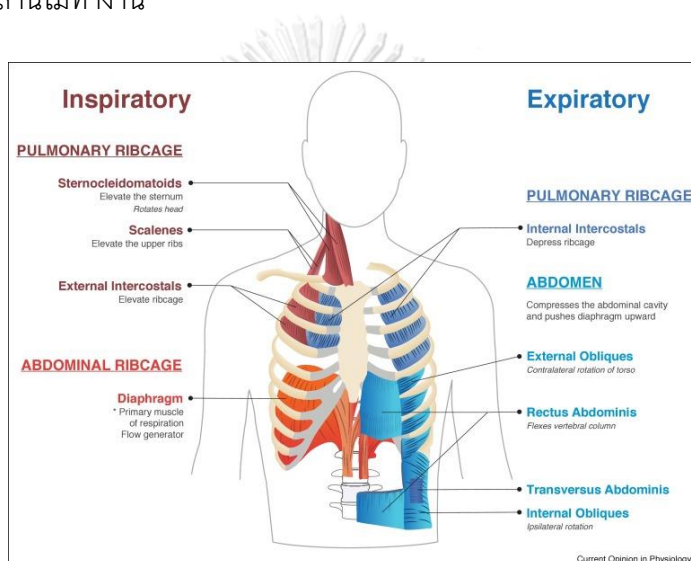
2.3 กล้ามเนื้อหายใจ

กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจ ดังแสดงในรูปที่ 7 แบ่งออกเป็น (กิตติศักดิ์ ธาณีทรัพย์, 2560)

1. กลุ่มกล้ามเนื้อหายใจเข้า (Inspiratory Muscles) ได้แก่
 - กล้ามเนื้อกะบังลม (Diaphragm) ช่วยในการเพิ่มปริมาตรอากาศในทิศทางขณะ ที่กล้ามเนื้อหดตัว
 - กล้ามเนื้อ External intercostal ช่วยยกซี่โครงขยับไปข้างหน้าร่วมกับขึ้นด้านบน เพื่อเพิ่มปริมาตรอากาศ
 - กล้ามเนื้อ Sternocleidomastoid ช่วยในการยกกระดูกอกขึ้น
 - กล้ามเนื้อ Scalene ช่วยในการยกซี่โครง 2 คู่แรก
 - กล้ามเนื้อ Serratus anterior ช่วยยกซี่โครงทางด้านข้างและด้านหน้า
2. กลุ่มกล้ามเนื้อหายใจออก (Expiratory Muscle) ได้แก่
 - กล้ามเนื้อ Internal intercostal ช่วยดึงซี่โครงไปข้างหลังและลงด้านล่าง

- กล้ามเนื้อ Rectus abdominis ช่วยกดอวัยวะในช่องท้องขึ้นไปเพื่อเพิ่มแรงดันภายในช่องท้อง

โดยปกติการหายใจเข้าและการหายใจออกร่างกายจะใช้กล้ามเนื้อหายใจเข้าเป็นหลักเพียงอย่างเดียวในส่วนของขั้นตอนการหายใจออกเป็นการคลายของกล้ามเนื้อเหล่านั้นส่วนกล้ามเนื้อหายใจออกข้างต้นจะใช้ ในกรณีที่เรามีการไอหรือหายใจออกแรงๆ เท่านั้น ส่วนกล้ามเนื้ออีกกลุ่มที่เรียกว่า Accessory Muscle ได้แก่ กล้ามเนื้อ Sternocleidomastoid และกล้ามเนื้อ Scalene จะใช้ในการหายใจเข้ามากกว่าปกติหรือการพยายาม หายใจเข้าเพิ่มขึ้น เป็นการหายใจที่ผิดปกติซึ่งโดยปกติกล้ามเนื้อเหล่านี้ไม่ทำงาน



รูปที่ 5 กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจเข้า-ออก

ที่มา: (Welch et al., 2019)

2.4 วิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจนั้นสามารถวัดได้จากแรงดันที่เกิดขึ้นภายในทางเดินอากาศจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งมีวิธีการที่ได้รับความนิยม 3 วิธี ดังต่อไปนี้

1. Transdiaphragmatic pressure (Pdi) เป็นวิธีการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกระบังลมโดยตรง (Invasive method) ด้วยการสอดท่อวัดแรงดันอากาศเข้าไปในร่างกายบริเวณหลอดอาหารและกระเพาะอาหารแล้ววัดแรงดันที่เกิดขึ้นขณะหายใจเข้าในช่วงที่มีการกระตุ้นเส้นประสาทฟรินิก (Phrenic nerve) และเส้นประสาทกระดูกสันหลังส่วนอก (Thoracic nerve) ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อยึดซี่โครงทำงานและทำให้เกิดแรงดันขึ้นภายในช่องอก โดยค่า Transdiaphragmatic pressure (Pdi) เป็นผลต่างของแรงดันระหว่างแรงดันในหลอดอาหาร (Esophagus pressure: Pes) กับแรงดันในกระเพาะอาหาร (Gastric pressure: Pga) การวัดด้วยวิธี

นี้จะมีความซับซ้อนและต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆเพื่อเพิ่มความแม่นยำของค่าที่วัดได้จึงทำให้วิธีนี้ไม่ค่อยได้รับความนิยม (Romer & Polkey, 2008)

2. Mouth pressure เป็นวิธีการวัดแรงดันอากาศสูงสุดทางปากในขณะที่หายใจเข้า และหายใจออกจึงจัดเป็นการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจทางอ้อม (Non-invasive method) วิธีวัดนี้เป็นที่นิยมเพราะทำได้ง่ายและให้ผลการทดสอบที่รวดเร็ว มีหน่วยการวัดเป็นเซนติเมตรน้ำ (cmH₂O) (Enright et al., 2004, as cited in Enright et al., 2007)

- ค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า (Maximal Inspiratory Pressure; MIP) หมายถึงแรงดันลบที่เกิดจากการสูดหายใจเข้าเต็มที่จากปอดที่มีปริมาตรคงค้าง (Residual volume: RV) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า การแปลผลค่า MIP < 70 - 80 cmH₂O แสดงถึงกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความอ่อนแรง

- ค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก (Maximal Expiratory Pressure; MEP) หมายถึงแรงดันบวกสูงสุดที่เกิดจากการเป่าลมออกเต็มที่จากปอดที่ความจุปอดรวม (Total lung capacity: TLC) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก การแปลผลค่า MEP < 80 cmH₂O แสดงว่ากล้ามเนื้อหายใจออก มีความอ่อนแรง

3. การวัดแรงดันลบภายในโพรงจมูก (Sniff Nasal Inspiratory Pressure; SNIP) หมายถึงในขณะที่หายใจเข้าเต็มที่จากตำแหน่งการหายใจออกปกติ (Functional Residual Capacity; FRC) โดยการใช้จุกวัดแรงดันอากาศในโพรงจมูกเพียงข้างเดียวในขณะที่อีกข้างไม่ได้ใส่จุกวัดแรงดันเอาไว้ทำการวัดแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้าจำนวน 5-10 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยแสดงค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า ความเที่ยงตรง (Validity) ของการวัดอาจลดลงได้ หากผู้เข้ารับการทดสอบมีอาการคัดจมูก (Heritier et al., 1994)

2.5 ปริมาตรและความจุปอด

(คณาจารย์ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2552)

ปริมาตรปอด

การวัดปริมาตรของอากาศที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเข้าออก และความจุปอดสามารถวัดได้จากการใช้เครื่องวัดปริมาตรการหายใจ (Spirometer) ปริมาตรอากาศจากการหายใจลักษณะต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 8

- ปริมาตรหายใจปกติ (Tidal volume; TV หรือ VT) คือ ปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าหรือออกจากปอด ในการหายใจปกติ 1 ครั้ง ค่าเฉลี่ยปกติประมาณ 500 มิลลิลิตร

- ปริมาตรหายใจเข้าสำรอง (Inspiratory reserve volume; IRV) คือ ปริมาตรอากาศที่เกินจากปริมาตรหายใจเข้าปกติ (TV) ในการหายใจเข้าเต็มที่ 1 ครั้ง ค่าเฉลี่ยปกติประมาณ 3,000 มิลลิลิตร

- ปริมาตรหายใจออกสำรอง (Expiratory reserve volume; ERV) คือ ปริมาตรอากาศที่เกินจากปริมาตรหายใจออกปกติ (TV) ในการหายใจเข้าเต็มที่ 1 ครั้ง ค่าเฉลี่ยปกติประมาณ 1,300 มิลลิลิตร

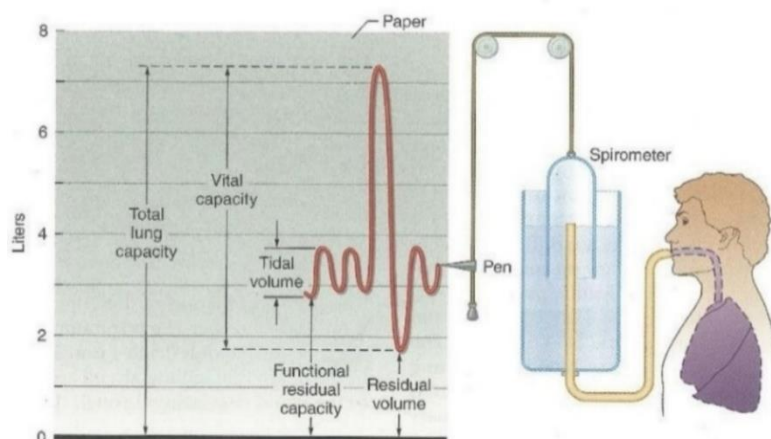
- ปริมาตรตกค้าง (Residual volume; RV) คือ ปริมาตรอากาศที่ยังเหลือตกค้างอยู่ในปอดหลังจากหายใจออกเต็มที่แล้ว ค่าเฉลี่ยปกติประมาณ 1,200 มิลลิลิตร

ความจุปอด

- ความจุหายใจเข้า (Inspiratory capacity; IC) คือ ปริมาตรอากาศจากการหายใจเข้าลึกที่สุดหลังจากการหายใจออกปกติ ซึ่งมีค่าเป็นผลรวมของปริมาตรหายใจปกติและปริมาตรหายใจเข้าสำรอง ความจุปอดปกติ (Vital capacity; VC) คือ ปริมาตรหายใจออกเต็มที่หลังจากหายใจเข้าลึกที่สุด 1 ครั้ง ซึ่งมีค่าเป็นผลรวมของปริมาตรหายใจปกติ ปริมาตรหายใจเข้าสำรอง และปริมาตรหายใจออกสำรอง

- ความจุปอดตกค้าง (Functional residual capacity; FRC) คือ ปริมาตรอากาศที่เหลืออยู่ในปอด หลังจากการหายใจออกปกติเป็นผลรวมของปริมาตรหายใจออกสำรองกับปริมาตรตกค้าง

- ความจุปอดรวม (Total lung capacity; TLC) คือ ปริมาตรอากาศทั้งหมดที่ปอดจุได้ เป็นผลรวมของความจุปอดปกติและปริมาตรตกค้าง



รูปที่ 6 ปริมาตรและความจุปอด

ที่มา: (Kenney et al., 2012)

2.6 วิธีการตรวจสอบสมรรถภาพปอด

สมรรถภาพปอด เป็นการบอกถึงประสิทธิภาพในการทำงานของปอดซึ่งสามารถวัดได้จาก ปริมาตรของ อากาศที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเข้าออกและความจุปอด โดยใช้วิธีสไปโรเมตรี (Spirometry) เป็นการตรวจวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าและออกจากปอดโดยใช้เครื่องมือที่ เรียกว่า Spirometer วิธีการนี้เป็นการทดสอบสมรรถภาพปอดที่เป็นที่นิยม เพราะทำได้ง่ายให้ข้อมูลที่ มีประโยชน์เชื่อถือได้ดีและใช้เครื่องมือที่ไม่ซับซ้อนกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและ เวลาเรียกว่า สไปโรแกรม (Spirogram) เนื่องจากการตรวจวัดที่ได้จากการทำวิธีสไปโรเมตรีมีหลาย ค่าด้วยกัน ซึ่งค่าที่ตรวจวัดได้และมีความสำคัญหลักๆ ต่อการประเมินสมรรถภาพของปอดนั้นมี รายละเอียดดังนี้

1. ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (Forced Vital Capacity; FVC) คือ ปริมาตรของอากาศที่เป่าออกอย่างรวดเร็วแรง จนหมด หลังจากหายใจเข้าอย่าง เต็มที่ ผลการประเมินค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่แสดงถึง ปริมาตรอากาศที่จู่อยู่ในปอดเกือบทั้งหมด ค่านี้จะลดต่ำลงเมื่อเนื้อเยื่อปอดมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็น พังผืด หรือปอดขยายตัวได้ไม่เต็มที่ ค่าปกติ มากกว่า 80%

2. ปริมาตรของอากาศที่เป่าออกอย่างรวดเร็วแรงในวินาทีที่ 1 (Forced Expiratory Volume in one second; FEV 1) เป็นข้อมูลที่ใช้บ่อยที่สุดในการตรวจสอบสมรรถภาพปอด ผลการ ประเมินค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ในวินาทีที่ 1 นี้ ใช้คำนวณ ร่วมกันกับค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่เพื่อหาค่าร้อยละของ ปริมาตรของอากาศที่เป่าออกมาได้ในวินาทีที่ 1 ต่อปริมาตรของอากาศที่เป่าออกมาได้มากที่สุดอย่าง เร็วแรง (FEV 1 / FVC %) ค่าปกติ มากกว่า 80 %

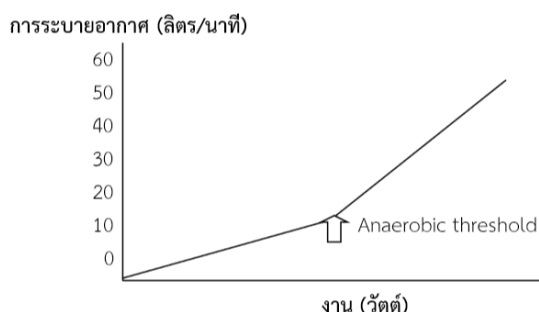
3. ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (maximum Voluntary ventilation; MVV) เป็นองค์ประกอบของการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของทางเดิน หายใจซึ่งสามารถใช้ได้หลายอย่าง เช่น ดูหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจเข้า ซึ่ง มีค่าปกติประมาณ 125 – 170 ลิตร / นาที (นารีรัตน์ จันบำรุง, 2560)

2.7 สรีรวิทยาการออกกำลังกายของระบบหายใจ

ระบบหายใจมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อตอบสนองต่อการเผาผลาญพลังงานที่สูงขึ้น อัตราการใช้ ออกซิเจนสูงขึ้นและอัตราการขับคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของระบบหายใจ เกิด ขึ้นกับทุก กระบวนการของการหายใจคือ มีการเพิ่มความลึกและอัตราการหายใจ (เพิ่มการ ระบาย อากาศ) เพิ่มเลือดที่ไหลไปสู่ปอด (เพิ่มการกำซาบ) และเพิ่มอัตราการแพร่ของแก๊สระหว่าง ถูกลมและ

หลอดเลือดฝอย (เพิ่มสมรรถนะการแพร่) รายละเอียดดังต่อไปนี้ (European Respiratory Society, 2014)

1. การระบายอากาศระหว่างการออกกำลังกาย การระบายอากาศ (Ventilation) ปกติ ปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าออกประมาณ 5-6 ลิตร/นาที เมื่อออกกำลังกาย ปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าออกจะเพิ่มได้มากถึง 100-150 ลิตร/นาที ทั้งนี้เกิดจากการหายใจที่ลึกและเร็วขึ้น พบว่าปริมาตรอากาศต่อการหายใจ 1 ครั้ง (Ventilation capacity) เพิ่มขึ้นได้ถึง 6 เท่าของปกติ และอัตราการหายใจต่อ 1 นาทีอาจเพิ่มขึ้นได้ 6 เท่า ของปกติ ถ้าออกกำลังกายระดับเบาหรือปานกลางจะหายใจเข้าออกลึก นักกีฬาจะหายใจแรงแต่ไม่ค่อยเร็วมากนัก แต่ถ้าต้องออกกำลังกายหนักขึ้น ความลึกของการหายใจเข้าและหายใจออกจะเพิ่มขึ้นได้อีก แต่มีข้อจำกัดจากปริมาตรปอดของแต่ละคน การเพิ่มอัตราการระบายอากาศจึงต้องเพิ่มที่อัตราการหายใจแทน ทำให้นักกีฬาหายใจหอบสั้นและเร็ว โดยปกติการเพิ่มขึ้นของอัตราการระบายอากาศจะเพิ่มอย่างเป็นสัดส่วนกับความต้องการของการเผาผลาญพลังงาน แต่จะเพิ่มขึ้นเร็วมากเมื่อความต้องการพลังงานนั้นเข้าสู่ขีดเริ่มเปลี่ยนแอนแอโรบิก (Anaerobic threshold) นั่นคือ อัตราการระบายอากาศจะมากกว่าอัตราการใช้ออกซิเจนต่อนาที การเปลี่ยนแปลงของการระบายอากาศยังขึ้นอยู่กับชนิดและความหนักเบาของการออกกำลังกาย โดย การเปลี่ยนแปลงของการระบายอากาศในการออกกำลังกายที่หนักเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (Progressive exercise) การเพิ่มอัตราการระบายอากาศจะเป็นสัดส่วนกับความต้องการทางเมแทบอลิซึม (อัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์) จนกระทั่งถึงจุดที่ร่างกายเปลี่ยนมาใช้เมแทบอลิซึมแบบแอนแอโรบิกเป็นแหล่งพลังงานหลัก นั่นคือเมื่อออกกำลังกายหนักเกือบเต็มที่จะมีการเพิ่ม อัตราการระบายอากาศมากกว่าอัตราการใช้ออกซิเจนต่อนาที เพราะร่างกายเปลี่ยนไปใช้เมแทบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจนแล้ว จุดนี้เรียกว่าขีดเริ่มเปลี่ยนแอนแอโรบิก ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของการระบายอากาศ

(ที่มา : รัตนวดี ฌ นคร, มปป.)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของการระบายอากาศในการออกกำลังกายที่หนักเท่ากันตลอด (Steady state exercise) อัตราการระบายอากาศจะมีการเปลี่ยนแปลงคือระยะก่อนเริ่มการออกกำลังกาย อัตราการระบายอากาศจะเพิ่มขึ้นเร็วเนื่องจากการกระตุ้นของสมองส่วนซีรีบรัมคอร์เท็กซ์ (Cerebral cortex) ระหว่างการออกกำลังกายใน 2-3 วินาทีแรกจะมีการเพิ่มการระบายอากาศอย่างรวดเร็วมาก ต่อมาจะเพิ่มช้าลงถึงระดับคงที่ (ในกรณีออกกำลังกายระดับต่ำกว่าระดับเต็มที่) หรือเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการออกกำลังกาย (ในกรณีออกกำลังกายเต็มที่) ในระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายสิ้นสุด ระยะแรกการระบายอากาศจะลดลงรวดเร็วและต่อมาจะลดช้าลงเข้าสู่ระดับพัก

การควบคุมการระบายอากาศระหว่างการออกกำลังกาย เกิดได้จากหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน แบ่งได้เป็น

1. ปัจจัยทางประสาท ซึ่งได้แก่ พลังประสาทจากศูนย์ชั้นสูงในสมองที่เกี่ยวข้องกับ แรงจูงใจ ความตั้งใจและความคิด และพลังประสาทจากตัวรับในกล้ามเนื้อและข้อต่อ ไปมีผลต่อศูนย์ หายใจ ทำให้มีการเพิ่มการระบายอากาศ อย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเริ่มต้นออกกำลังกาย ปัจจัยทางเคมี ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน ไฮโดรเจนไอออน และ อุณหภูมิ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการระบายอากาศอย่างช้าๆ เนื่องจากเป็นที่น่าประหลาดใจว่าระดับออกซิเจนและ คาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงจะไม่มีเปลี่ยนแปลงมากนักในระหว่างการออกกำลังกาย นักวิจัย จึงเชื่อว่าภาวะทางเคมีในศูนย์หายใจของสมอง อาจแตกต่างไปจากในระบบไหลเวียนเลือดทั่วไป โดย ศูนย์หายใจจะมีความไวเพิ่มขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยของความดันย่อย คาร์บอนไดออกไซด์ (P_{CO_2}) เมื่อหยุดออกกำลังกายแล้วการระบายอากาศจะต้องเพิ่มกว่าระดับปกติ ต่อไปอีกระยะหนึ่ง เพื่อให้ได้ออกซิเจนไปใช้หนี้ ระยะนี้การระบายอากาศจะถูกกระตุ้นโดยทำให้ค่า ความเป็นกรดสูงขึ้นในเลือดเนื่องจากการคั่งของกรดแล็กติก

2. การกำซาบ (Perfusion) หรือปริมาตรเลือดที่ไปสู่ปอดเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊สจะเพิ่มขึ้น และ หลอดเลือดมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น

3. สมรรถนะการแพร่ (Diffusion capacity) หมายถึง ปริมาณของแก๊ส (มิลลิลิตร) ที่ แพร่ ข้ามเยื่อหุ้มถุงลมสู่หลอดเลือดฝอยในแต่ละนาทีต่อความดันแตกต่างระหว่างถุงลมกับหลอดเลือดฝอย 1 มม.ปรอท และนับเป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพของระบบทั่วไปในการแลกเปลี่ยนแก๊สในการ หายใจ สมรรถนะการแพร่ของออกซิเจนและคาร์บอนไดร็อกไซด์จะเพิ่มขึ้นในระหว่างการออกกำลังกาย สำหรับของออกซิเจนนั้นจะเพิ่มจากค่าโดยเฉลี่ยขณะพัก 23 มล./นาที ไปเป็น 80 มล./ นาที เมื่อออกกำลังกายเต็มที่ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกมาอย่างดีสมรรถนะการแพร่ในปอดที่เพิ่มขึ้น ส่วน

ใหญ่จะเป็นผลจากการเพิ่มอัตราไหลของเลือดไปสู่ปอดทำให้เลือดไปสู่หลอดเลือดปอดได้มากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

4. การขนส่งแก๊สในเลือด (Gas transportation) กล้ามเนื้อที่กำลังจะมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และการสร้างไฮโดรเจนไอออนออกมามากขึ้นร่วมกับอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ร่างกาย ปล่อยออกซิเจนจากเม็ดเลือดแดงเข้าสู่เนื้อเยื่อนั้นมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะความสามารถจับออกซิเจน ของเฮโมโกลบินจะมีค่าลดลงโดยการเปลี่ยนแปลงของระบบหายใจกับการออกกำลังกายที่ 1

2.8 ระบบหายใจกับโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เป็นโรคที่มีความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยแสดงอาการทางทางเดินหายใจส่วนบน (Upper airway) ซึ่งทำให้เกิดอาการคัดจมูก คันจมูก น้ำมูกไหล และจาม อย่างไรก็ตามมีการศึกษาพบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีความดันขณะหายใจเข้าสูงสุด (Maximal inspiratory pressure; MIP) และค่าความดันขณะหายใจออกสูงสุด (Maximal expiratory pressure; MEP) มีค่าที่ต่ำกว่าคนสุขภาพดี แสดงถึงผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกที่ลดลง (Azab et al., 2016) นอกจากนี้พบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีการอุดกั้นของทางเดินหายใจขนาดเล็ก (Small airway obstruction) โดยมีค่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเป่าในช่วงความจู่ร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุด (Forced expiration flow rate at 25-75% of forced vital capacity) ลดลง (Mishra et al., 2014) สอดคล้องกับการศึกษาของ Jafari และคณะ (Jafari, 2016) พบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ชนิดที่มีอาการตลอดเวลา (Persistent allergic rhinitis) มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเป่าในช่วงความจู่ร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุด มีค่าลดลงตามระยะเวลาของการเป็นโรคที่เพิ่มมากขึ้น โดยการวัดค่าเฉลี่ยของอัตราการเป่าในช่วงความจู่ร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุด เป็นการทดสอบความไวต่อการเปลี่ยนแปลงในหลอดลมขนาดเล็ก บ่งบอกถึงการอุดกั้นของทางเดินหายใจขนาดเล็กได้

จากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ก็น่ามีความผิดปกติของทางเดินหายใจส่วนล่าง อาจเนื่องมาจากระบบทางเดินหายใจส่วนบนเชื่อมต่อกันกับทางเดินหายใจส่วนล่างคือ จมูกและปอด โดยลักษณะของเยื่อหูในทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่างเป็นชนิดเดียวกัน จึงทำให้เกิดแนวความคิดว่าจมูกและปอดจะมีการทำงานสัมพันธ์กัน โดยพบว่าผู้ป่วยที่เป็นโรคหืดส่วนใหญ่มีอาการจมูกอักเสบร่วมด้วย บ่งชี้ให้เห็นว่าเป็นโรคของระบบทางเดินหายใจเดียวกัน

(One airway, one disease) และมักพบว่าการเกิดโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดอาการหอบหืดขึ้นได้ กล่าวคือโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้สามารถชักนำและพัฒนาให้เกิดโรคหืดได้

3. การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา

3.1 ความหมายของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา

American College of Sports Medicine (ACSM, 2014) ให้ความหมายของการออกกำลังกายรูปแบบหนักสลับเบาไว้ว่า เป็นการออกกำลังกายโดยมีช่วงความหนักเป็นระยะเวลาสั้นๆ (อาจอยู่ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 5 วินาทีถึง 8 นาที) ด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ 80% - 95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Maximal Heart Rate) สลับกับช่วงพักด้วยการออกกำลังกายแบบเบาที่ความหนัก 40% - 50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดหรืออาจหยุดพักโดยสมบูรณ์ (Complete Resting)

3.2 หลักการออกกำลังกายรูปแบบช่วงหนักสลับเบา

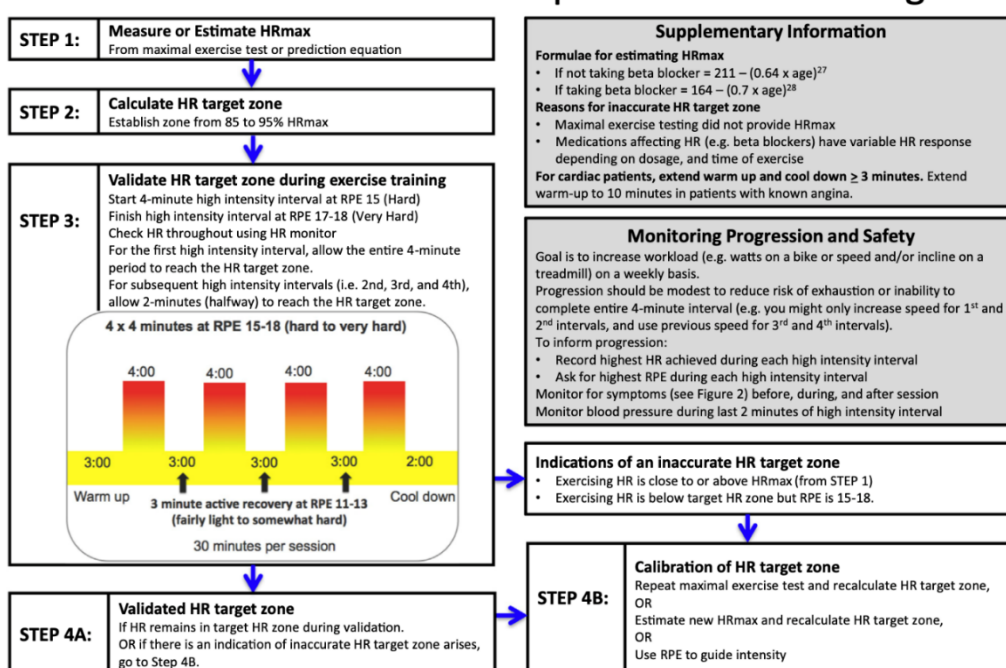
ในการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable diseases) American College of Sports Medicine แนะนำให้สะสมเวลาการออกกำลังกายให้ครบ 150 นาทีต่อสัปดาห์สำหรับการออกกำลังกายที่ความหนักปานกลาง หรือ 75 นาทีต่อสัปดาห์สำหรับการออกกำลังกายที่ความหนักระดับมาก ซึ่งการออกกำลังกายในรูปแบบสลับเบา นั้นประหยัดเวลาและมีประสิทธิภาพมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลาง ในระดับปานกลาง โดยการปฏิบัติอาจใช้เวลาตั้งแต่ 20 - 60 นาที ซึ่งมีการกำหนดระยะเวลาของการฝึกเป็นอัตราส่วนของช่วงหนักและช่วงเบา เช่น 1 :1 หมายถึง ออกกำลังกายช่วงหนักและช่วงเบาเป็นระยะเวลาที่เท่ากัน ดังนั้นถ้ากำหนดช่วงหนักเป็น ระยะเวลา 1 นาที ช่วงของการออกกำลังกายแบบเบาจะมีระยะเวลา 1 นาที เช่นเดียวกัน หรือ 1:2 หมายถึง ออกกำลังกายช่วงเบาเป็นระยะเวลาสองเท่าของช่วงหนัก ดังนั้นถ้ากำหนดช่วงหนักเป็น ระยะเวลา 1 นาที ช่วงของการออกกำลังกายแบบเบาจะมีระยะเวลา 2 นาที สามารถทำซ้ำเดิม ต่อเนื่องกัน 3 - 5 เซต ต่อการออกกำลังกายในแต่ละครั้งโดยปฏิบัติ 3 วันต่อสัปดาห์ (ACSM, 2014)

นอกจากนี้ สิ่งสำคัญคือความเหมาะสมในการกำหนดความเข้มข้นของการออกกำลังกาย ดังนั้นจึงใช้การวัดความสามารถสูงสุด (Maximal) และความสามารถเกือบสูงสุด (Submaximal) เช่น Maximal oxygen uptake ($VO_2\max$), Peak oxygen uptake ($VO_2\text{peak}$) Maximal heart rate (HRmax), Maximal work rate (power W_{\max} or velocity V_{\max}) (Fountaine, 2021)

ปัจจุบันมีการแบ่งประเภทของหลักการออกกำลังกายรูปแบบหนักสลับเบาออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (Taylor et al., 2019)

1. การออกกำลังกายรูปแบบหนักสลับเบาปริมาณสูง (High volume high intensity interval training) สามารถคิดได้จากระยะเวลารวมในการออกกำลังกายด้วยความหนักระดับสูง (High intensity) มากกว่าหรือเท่ากับ 15 นาที
2. การออกกำลังกายรูปแบบหนักสลับเบาปริมาณต่ำ (Low volume High intensity interval training) สามารถคิดได้จากระยะเวลารวมในการออกกำลังกายด้วยความหนักระดับสูง (High intensity) น้อยกว่า 15 นาที

Guidelines for HIIT Prescription and Monitoring



Abbreviations: High intensity interval training (HIIT); Heart rate (HR), maximal heart rate (HRmax); Rating of perceived exertion on 6-20 BORG scale (RPE)

²⁷ Nes, B.M., et al., Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT fitness study. *Scandinavian J Med Sci Sports*. 2013;23(6): 697-704

²⁸ Brawner CA, et al. Predicting maximum heart rate among patients with coronary heart disease receiving beta-adrenergic blockade therapy. *Am Heart J*. 2004;148(5): 910-4

รูปที่ 8 แนวทางการกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา

ที่มา: Taylor et al., 2019

3.3 ความหนักในการออกกำลังกาย

ความหนักในการออกกำลังกาย เป็นความหนักที่ใช้ในการออกกำลังกาย ทำให้สามารถออกกำลังกายได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ สามารถแบ่งได้ ดังรูปที่ 9

TABLE 1.2. CLASSIFICATION OF PHYSICAL ACTIVITY INTENSITY

INTENSITY	RELATIVE INTENSITY		ABSOLUTE INTENSITY RANGES (METs) ACROSS FITNESS LEVELS			
	VO ₂ R (%)	MAXIMAL	12 MET	10 MET	8 MET	6 MET
	HRR (%)	HR (%)	VO _{2max}	VO _{2max}	VO _{2max}	VO _{2max}
Very light	<20	<50	<3.2	<2.8	<2.4	<2.0
Light	20–39	50–63	3.2–5.3	2.8–4.5	2.4–3.7	2.0–3.0
Moderate	40–59	64–76	5.4–7.5	4.6–6.3	3.8–5.1	3.1–4.0
Hard (vigorous)	60–84	77–93	7.6–10.2	6.4–8.6	5.2–6.9	4.1–5.2
Very hard	≥85	≥94	≥10.3	≥8.7	≥7.0	≥5.3
Maximal	100	100	12	10	8	6

METs, metabolic equivalent units (1 MET = 3.5 mL · kg⁻¹ · min⁻¹); VO₂R, oxygen uptake reserve; HRR, heart rate reserve; HR, heart rate.

Adapted from U.S. Department of Health and Human Services. *Physical activity and health: a Report of the Surgeon General*. Washington (DC): Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 1996. American College of Sports Medicine. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:975–91. Howley ET. Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:S364–9.

รูปที่ 9 ความหนักในการออกกำลังกาย

ที่มา: (ACSM, 2010)

3.4 ประโยชน์ของ HIIT

(ACSM, 2014; Ito, 2019)

1. ช่วยลดความดันโลหิต (Blood pressure)
2. พัฒนาระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular system)
3. เพิ่มภาวะความไวต่ออินซูลิน (Insulin sensitivity)
4. ลดไขมันในเลือด (Cholesterol profiles)
5. ลดไขมันในช่องท้อง (Abdominal fat) และ ลดหรือรักษาน้ำหนักตัว (Body weight)
6. พัฒนาการใช้ออกซิเจน (Oxygen consumption)
7. พัฒนาการทำงานของระบบหายใจ (Respiratory function)
8. เพิ่มการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)
9. ลดการเกิดการอักเสบ (Inflammation)
10. เพิ่มการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolic)
11. เพิ่มคุณภาพชีวิต (Quality of life)

3.5 การออกกำลังกายกับโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

การออกกำลังกายแบบฉับพลัน โดยออกกำลังกายแบบวิ่งด้วยลู่วิ่ง เป็นเวลา 30 นาที ที่ระดับความหนัก 60-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ช่วยเพิ่มปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า (Peak nasal inspiratory Flow) และอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms score) (ณัฐรัตน์ย เจริญสุขวิมล และคณะ, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ วรรณพร ทองตะโก และคณะ (2554) พบว่า หลังจากออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางที่ระดับความหนัก 65-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง เป็นเวลา 30 นาที พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนของอินเตอร์ลิวคิน 2 ต่อ อินเตอร์ลิวคิน 4 (Interleukin-2 and Interleukin-4; IL- 2/IL-4) โดยอินเตอร์ลิวคิน 2 นั้นเป็นไซโตไคน์ที่ยับยั้งการอักเสบในร่างกาย แสดงว่าร่างกายมีการอักเสบที่ลดลง และยังพบว่าหลังออกกำลังกายมีอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลงอีกด้วย

จากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาในงานวิจัยนี้ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยต่างๆ พบว่า การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา นั้นช่วยส่งเสริมตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เช่น สมรรถภาพปอด กล้ามเนื้อหายใจ ไซโตไคน์ สารต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความคาดหวังว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาจะช่วยพัฒนาการทำงานของระบบหายใจ ลดอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ว รวมถึงการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน และเป็นแนวทางในการออกกำลังกายสำหรับผู้ป่วยโรคนี้ต่อไป

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ

4.1 งานวิจัยในประเทศ

กันต์ภัสสร เกิดแก้ว และคณะ (2562) ที่ทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่อุณหภูมิต่างกันต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบ จากภูมิแพ้ อายุ 18 - 35 ปี จำนวน 15 คน ได้รับการสุ่มในรูปแบบไขว้ในการออกกำลัง กายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลาง 60 นาที ในอุณหภูมิตั้งที่ 25 องศาเซลเซียส และ 34 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่าการออกกำลังกายที่ 25 และ 34 องศาเซลเซียสสามารถช่วยลดอาการ ของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และส่งผลดีต่อระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจได้

ณัฐรัตน์ เจริญสุขวิมล, และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายฉับพลันที่มีต่อผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยกลุ่มผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ อายุ 18-45 ปี จำนวน 13 คน และกลุ่มผู้มีสุขภาพดีจำนวน 14 คน มาออกกำลังกาย 2 รูปแบบคือ การวิ่งบนลู่วิ่ง เพื่อการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีของบรูซจน เหนื่อยหมดแรงและวิ่งด้วยลู่วิ่ง เป็นเวลา 30 นาที (60-70%HRR) ระยะเวลาห่างกัน 2 สัปดาห์ พบว่า ส่งผลดีทำให้จมูกโล่งขึ้น โดยเพิ่มปริมาตรการไหลผ่าน

ของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า (Peak nasal inspiratory Flow) และอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms score)

บุลิน จิระพงษ์ธร และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกพิลาทิสที่มีต่อสมรรถภาพปอดและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ อายุระหว่าง 18 - 45 ปี จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ไม่ได้รับการฝึกใด ๆ จำนวน 9 คน และกลุ่มทดลอง ได้รับการฝึกพิลาทิส 60 นาที/ครั้ง 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ จำนวน 11 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 10 สัปดาห์ กลุ่มฝึกพิลาทิสมีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า - ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาทีเพิ่มขึ้นแตกต่างกันก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล อาการโดยรวม และการไหลของเลือดในโพรงจมูกลดลงแตกต่างกันก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีปริมาตรการไหลของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกเพิ่มขึ้น แตกต่างกับก่อนการทดลอง

ปริยาลักษณ์ โคหนองบัว, และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลาง และความหนัก สูงต่อระดับของสารต้านอนุมูลอิสระในรูป TAC กลุ่มตัวอย่าง เป็นนิสิตหญิงจำนวน 30 คน สุขภาพแข็งแรงและไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำมาก่อน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน คือ กลุ่มควบคุม ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโปรแกรมออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโปรแกรมออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง ทั้งนี้กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มทำการ ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ จากนั้นทำการทดสอบหาระดับสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 มีระดับสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นและกลุ่มทดลองที่ 1 มีแนวโน้มของระดับสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม แสดงว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ สามารถกระตุ้นให้มีการเพิ่มขึ้นของระดับสารต้านอนุมูลอิสระในเลือด ช่วยลดการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน

สรวิศ ลาภธนชัย และวรรณพร ทองตะโก (2565) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบหนัก สลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้มีภาวะอ้วน วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างคือผู้มีภาวะอ้วนที่เป็นนิสิตหรือบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชายและหญิง อายุ 18 - 45 ปี จำนวน 31 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง

จำนวน 15 คน ได้รับการฝึกแบบหนักสลับเบา 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุม จำนวน 16 คน ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าหลังฝึก 12 สัปดาห์กลุ่มฝึกหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่ปราศจากไขมัน มวลกล้ามเนื้อ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุดเพิ่มขึ้น แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบา มีน้ำหนักตัว อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก เปอร์เซ็นต์ไขมัน ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด แรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และแรงดันการหายใจออกสูงสุด เพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณพร ทองตะโก, และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ร่วมกับ การเสริมวิตามินซีที่มีต่อไซโตไคน์และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ จำนวน 19 คน อายุ 18-45 ปี แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มควบคุม จำนวน 6 คน กลุ่มออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว จำนวน 6 คน และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินซี 2000 mg จำนวน 7 คน โดยออกกำลังกายด้วยการเดินด้วยลู่วิ่งที่ความหนัก (65-70%HRR) ครั้งละ 30 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวและกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการเสริมด้วย วิตามินซี มีอัตราการไหลของอากาศหายใจเข้าสูงสุดเพิ่มขึ้น ส่วนอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูก (Nasal blood flow) และอาการของโรคจมูกอักเสบ จากภูมิแพ้ลดลง เนื่องจากมีการลดลงของไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินโฟร์ ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินเทอร์ที่ มาลอนไดตีไฮน์ และอิมมูโนโกลบูลินอี

อนันต์ จันทา, และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกโยคะที่มีต่ออาการและไซโตไคน์ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ อายุระหว่าง 18-45 ปี จำนวน 27 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มประกอบด้วยกลุ่มควบคุม จำนวน 14 คน และกลุ่มทดลอง จำนวน 13 คน ทำการฝึกโยคะครั้งละ 60 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าส่ง ผลดีต่ออาการและไซโตไคน์ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยเพิ่มสัดส่วนของปริมาตรของ อากาศที่สามารถเป่าออกมาได้ในวินาทีที่ 1 ต่อปริมาตรของอากาศที่เป่าออกมาได้มากที่สุดอย่างรวดเร็วแรง ค่าเฉลี่ยของอัตราการเป่าในช่วงความจรร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศที่เป่าออกได้มากที่สุดอย่างรวดเร็ว ปริมาตรอากาศที่เป่าออกเร็วแรงในวินาทีที่ 1 อัตราการไหลของอากาศหายใจเข้าสูงสุด ทำให้ อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูกลดลง เนื่องจากมีการ เพิ่มขึ้นของระดับไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทู

4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Ahmad และคณะ (Azad et al., 2011) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแอโรบิกที่มีต่อสมรรถภาพปอดในนักเรียนที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คนที่มีภาวะอ้วนหรือน้ำหนักเกิน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองได้รับการฝึกด้วยการวิ่งบนลู่วิ่ง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมดำเนินกิจกรรมประจำวันตามปกติ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีสมรรถภาพปอดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนและหลังการฝึก นอกจากนี้พบว่า การเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพ ค่าสมรรถภาพปอดยังสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที

Bogdanis et al. (2013) ได้ทำการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงของความเครียดออกซิเดชันและระดับของสารต้านอนุมูลอิสระที่เกิดจากระบบการฝึกแบบหนักสลับเบา (HIIT) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายที่มีสุขภาพดีจำนวน 8 คน ทำการฝึก 3 ครั้ง/สัปดาห์ พบว่าหลังการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา ค่าโปรตีนคาร์บอนิลสูง (PC) สารทำปฏิกิริยากลด thiobarbituric (TBARS) ลูตาไรโอนเปอร์ออกซิเดส (GPX) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระทั้งหมด (TAC) และครีเอทีนไคเนส (CK) เพิ่มขึ้น และพบว่าหลังการฝึกทำให้มีระดับสารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น (TAC) เพิ่มขึ้น $38.4 \pm 7.2\%$, CAT $26.2 \pm 10.1\%$, GPX $3.0 \pm 0.6\%$, $p < 0.01$) มากกว่าก่อนการทดลอง

Dunham & Harms (2012) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval training; HIIT) ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจและอัตราการไหลของการหายใจมากกว่าการฝึกแบบต่อเนื่อง (Endurance training; ET) โดยสุ่มเลือกอาสาสมัครที่ออกกำลังกายและมีสุขภาพดี 15 คน (ไม่ได้รับการฝึกฝน) ให้กับกลุ่ม ET ($n = 7$) หรือกลุ่ม HIIT ($n = 8$) โดยทำการทดสอบความสามารถทางแอโรบิก (VO_2max) ความดันในการหายใจสูงสุด (PI_{max}) และความดันการหายใจออกสูงสุด (PE_{max}) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก พบว่าหลังการฝึกกลุ่ม HIIT มีค่าความดันในการหายใจสูงสุด (PI_{max}) เพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่ม ET อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งให้เห็นว่าทั้งการฝึกออกกำลังกายทั้งตัวและ HIIT มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการหายใจด้วย HIIT ซึ่งเป็นทางเลือกที่ประหยัดเวลาแทน ET ในการปรับปรุงความสามารถและประสิทธิภาพแอโรบิก

Gonçalves et al. (2008) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีต่อคุณภาพชีวิต อาการของผู้ป่วยโรคหืด และไนตริกออกไซด์ในทางเดินหายใจออกในผู้ป่วยโรคหืดที่มีอาการระดับปานกลางหรือรุนแรงจำนวน 20 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมได้รับการให้

ความรู้และการฝึกหายใจ และกลุ่มทดลองได้รับการฝึกการวิ่งบนลู่วิ่งด้วยความหนัก 60-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 30 นาที ร่วมกับการฝึกหายใจ 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าผู้ป่วยโรคหืดในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ในทางเดินหายใจออกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ป่วยโรคหืดในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยอาการซึมเศร้า ความเครียด และอาการในผู้ป่วยโรคหืดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเพิ่มคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

O'Neill & Dogra (2020) ได้ทำการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคหืดด้วยวิธีการปั่นจักรยานในอัตราส่วน 1 : 1 โดยช่วงหนักเป็น ระยะเวลา 10 วินาที ที่ความหนัก 90% ของกำลังสูงสุด (Peak Power Output; PPO) และช่วงเบาเป็นระยะเวลา 50 วินาที ที่ความหนัก 10% ของกำลังสูงสุด (PPO) ทำการฝึกครั้งละ 20 นาที สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นระยะเวลา 2 เดือน ผลการวิจัยพบว่า ความวิตกกังวลและความรู้สึกของร่างกายที่มีต่อการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาดีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Sloan et al. (2007) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อการผลิตของ TNF (Tumor Necrosis Factor) ในเลือด กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดีและไม่ได้ออกกำลังกาย อายุ 20-45 ปี จำนวน 61 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มออกกำลังกายระดับปานกลาง และกลุ่มออกกำลังกายระดับสูงที่ 65-75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดที่ 55-60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด โดยออกกำลังกาย 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายความหนักระดับสูงได้ทำให้ค่าเฉลี่ย TNF เกิดการลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ < 0.001 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายความหนักระดับสูงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ TNF

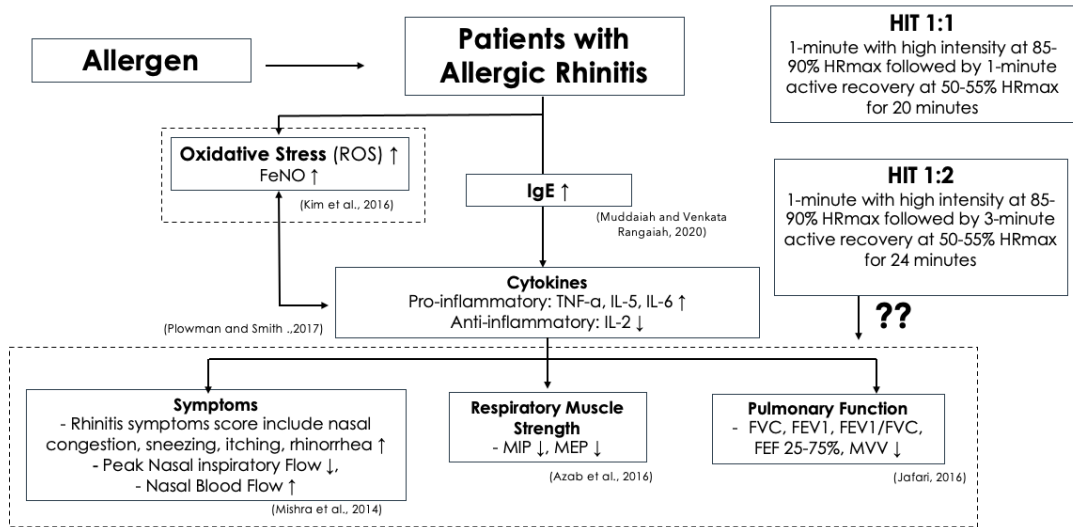
Winn et al. (2019) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกแบบหนักสลับเบาระยะเวลา 6 เดือนในวัยรุ่นที่เป็นโรคหอบหืด มีกลุ่มตัวอย่าง 221 คน เป็นเด็กชายสุขภาพดี 116 คน และเป็นโรคหอบหืด 47 คน โดยแบ่งเข้ากลุ่มควบคุม ให้ดำเนินชีวิตตามปกติ และกลุ่มทดลองจะได้รับการเข้าร่วมโปรแกรม HIIT ในโรงเรียนเป็นเวลา 6 เดือน 30 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ มีการวัดค่าดัชนีมวลกาย (BMI) การทำงานของปอด คุณภาพชีวิตเด็ก แบบสอบถามคุณภาพชีวิตโรคหอบหืดในเด็ก และแบบสอบถามควบคุมโรคหืดก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ผู้เข้าร่วมที่เป็นโรคหอบหืดไม่แตกต่างจากคนรอบข้างในพารามิเตอร์ใด ๆ ของสมรรถภาพแอโรบิก กลุ่มตัวอย่างที่อยู่กลุ่มทดลองจะคงค่าดัชนีมวลกายได้คงที่ ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าดัชนีมวลกายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มควบคุมตลอดระยะเวลา 6 เดือน

Zwetsloot et al. (2014) ได้ทำการศึกษาผลฉับพลันของการฝึกแบบช่วงเวลาที่มีความเข้มข้นสูง (HIIT) เพิ่มไซโตไคน์และคีโมไคน์ที่มีต่อการอักเสบ และการฝึก HIIT 2 สัปดาห์ต่อการตอบสนองต่อการอักเสบ กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายจำนวน 8 คน ได้รับการฝึก HIIT พบว่าผลฉับพลันหลังการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญใน interleukin (IL)-6, IL-8, IL-10, tumor necrosis factor- α และ monocyte chemotactic protein-1 เมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง นอกจากนี้ผลของการฝึก 2 สัปดาห์ ฝึก 3 ครั้ง/สัปดาห์ พบว่าหลังการออกกำลังกายมีการลดลงของค่า tumor necrosis factor- α ซึ่งแสดงถึงการอักเสบที่ลดลง

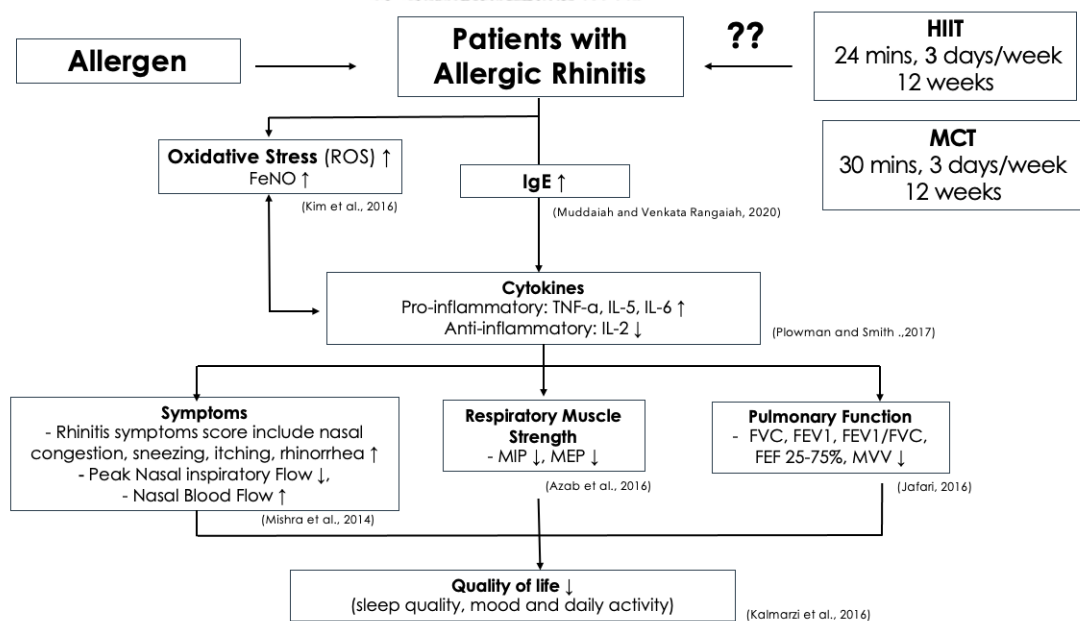


กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้เป็นผู้ที่มีอาการแพ้สารต่างๆ เมื่อผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้รับสารก่อภูมิแพ้ จะทำให้ร่างกายสร้างอิมมูโนโกลบูลินอีชนิดที่จำเพาะต่อสารก่อภูมิแพ้แต่ละชนิดโดยตรง (Specific IgE) เพิ่มมากขึ้น เมื่อได้รับสารก่อภูมิแพ้เป็นครั้งที่ 2 จะทำให้สารก่อภูมิแพ้จับกับอิมมูโนโกลบูลินชนิดอีที่อยู่บนแมสเซลล์ทำให้มีการหลั่งสารคัดหลั่งต่างๆ เช่น ฮีสตามีน พอสตาแกรนดิน ลิพิดโครโทอิน ทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ คัดจมูก น้ำมูกไหล คันจมูก และจาม นอกจากนี้ร่างกายจะมีการหลั่งไซโตไคน์ที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบเพิ่มมากขึ้น ร่างกายเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน ซึ่งชักนำให้ร่างกายเกิดการอักเสบที่มากขึ้น เมื่อผู้ป่วยมีอาการของโรคที่รุนแรงมากขึ้นจะส่งผลทำให้ร่างกายมีสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจที่ลดลง ซึ่งอาการและการทำงานของระบบหายใจที่ลดลงนั้นส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 ที่มีผลต่อการทำงานของระบบหายใจ อาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และภาวะเครียดออกซิเดชัน (ดังรูปที่ 10) และผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบากับการฝึกออกกำลังกายระดับปานกลางแบบต่อเนื่องที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจ อาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ไซโตไคน์ ภาวะเครียดออกซิเดชัน และความสามารถทางแอโรบิกในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบากับการฝึกออกกำลังกายระดับปานกลางแบบต่อเนื่อง 3 วัน/สัปดาห์ รวมเวลาทั้งหมด 12 สัปดาห์ (ดังรูปที่ 11)



รูปที่ 10 กรอบแนวคิดการวิจัยของการศึกษาผลสัมพัทธ์ของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้



รูปที่ 11 กรอบแนวคิดการวิจัยของการศึกษาผลการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ COA No. 180/65 รับรองเมื่อวันที่ 9 กันยายน 2566 และการศึกษาผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ COA No. 243/65 รับรองเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2566 โดยมีระเบียบวิธีวิจัย ดังนี้

ขั้นเตรียมการทดลอง

การศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

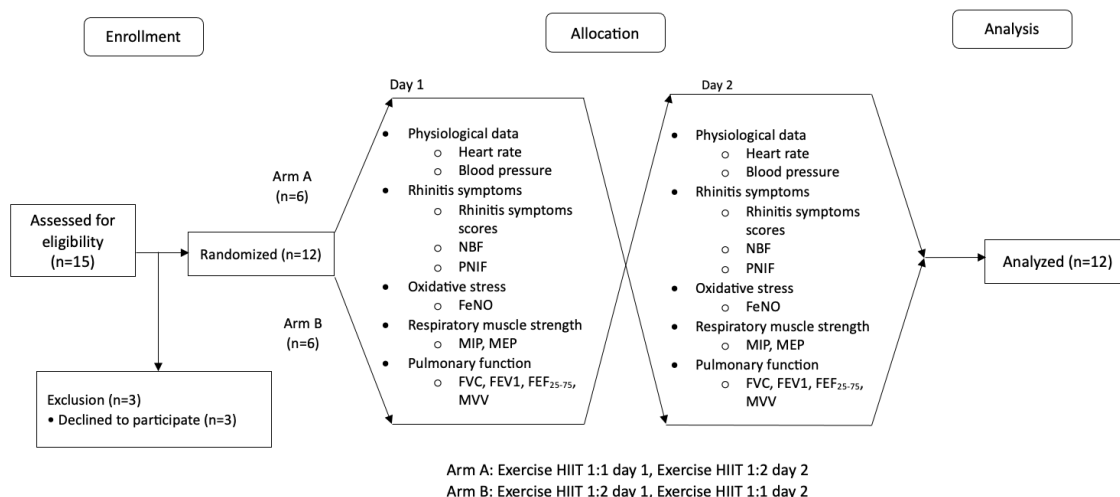
ประชากร

ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เป็นนิสิตและบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เข้ามารักษา ณ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อายุระหว่าง 18-35 ปี คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) (ภาคผนวก ก) โดยใช้ข้อมูลของ Winn et al. (2021) กำหนดอำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ 0.8 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Probable Error; α) ที่ 0.05 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size; d) ที่ 0.44 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 11 คน ผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 20 เพื่อป้องกันการสูญหาย (Drop out) ของกลุ่มตัวอย่าง ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 15 คน ทั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่างขอยกออกจากงานวิจัยจำนวน 3 คน จึงมีกลุ่มตัวอย่าง

ทั้งสิ้น 12 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกาย 2 รูปแบบ ได้แก่ การออกกำลังกายแบบช่วงหนัก สลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:1 และอัตราส่วน 1:2 ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) ของการศึกษาที่ 1

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เป็นนิสิตและบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เข้ามารักษา ณ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อายุระหว่าง 18-35 ปี

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria)

1. เป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่ผ่านการทดสอบภูมิแพ้ทางผิวหนัง (Skin prick test) ว่าแพ้ไรฝุ่น โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม (ศ.นพ.เจตชนง แก้วสงคราม) ณ คลินิกโรคภูมิแพ้ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคลินิกโรคภูมิแพ้ทั่วไป แผนกอายุรกรรม ตึกภปร ชั้น 3 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และได้ผลเป็นบวก
2. เป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ชนิดที่มีอาการตลอดเวลา (Persistent allergic rhinitis) เพศชายและเพศหญิง โดยมีอาการคัดจมูกจาม คันจมูก และน้ำมูกไหล มากกว่า 4 วัน/สัปดาห์ และมีอาการเฉื่อย ตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไปในสัปดาห์ที่ผ่านมา โดยใช้แบบสอบถามประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (ภาคผนวก ง)
3. ต้องไม่มีโรคทางระบบหายใจอื่นๆ ได้แก่ โรคหลอดลมอักเสบ (BronchITis) โรคไอกรน (Pertussis) โรคปอดบวม (Pneumonia) โรคปอดอักเสบ (Pneumonitis) โรคเชื้อราในปอด

(Aspergilloma) วัณโรค (Tuberculosis) โรคหอบหืด (Asthma) โรคมะเร็งปอด (Lung cancer) และโรคถุงลมปอดโป่งพอง (Emphysema) เป็นต้น

4. มีดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) อยู่ระหว่าง 18.5 - 24.9 kg/m²

5. สามารถหยุดยาก่อนและระหว่างร่วมโครงการวิจัยได้ ได้แก่ Antihistamine อย่างน้อย 3 วัน, Oral steroid และ Nasal steroid อย่างน้อย 2 สัปดาห์, Leukotriene receptor antagonist อย่างน้อย 1 สัปดาห์ และผู้ป่วยยังสามารถรับประทานยาแก้อาการคัดจมูก (Pseudo ephedrine) ได้ โดย ศ.นพ.เจตชนะง แก้วสงคราม เป็นผู้ประเมิน

6. ไม่รับประทานอาหารเสริม

7. ไม่สูบบุหรี่

8. ผ่านการทำแบบประเมินความพร้อมในการมีกิจกรรมทางกาย (PAR-Q+) โดยต้องตอบว่าไม่ทุกข้อ

9. ไม่ได้รับการฟีกออกกำลังกายครั้งละมากกว่า 20 นาที 3 วัน/สัปดาห์ขึ้นไป ในรอบ 6 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย

10. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมวิจัย และยินดียินยอมในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยออกจากกรวิจัย (Exclusion criteria)

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ เช่น มีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องกลับไปทานยาประจำก่อนจบการวิจัย

3. ผู้เข้าร่วมการวิจัยออกกำลังกายไม่ครบ 2 ครั้ง หรือไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการ

วิจัยต่อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรด้านสรีรวิทยา

1. เครื่องวัดความดันโลหิต (Digital blood pressure) ยี่ห้อ Omron ประเทศญี่ปุ่น

2. เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อโพลาร์ (Polar) ประเทศฟินแลนด์

3. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) ยี่ห้อจาวอน (JAWON) รุ่น ioi 353 ประเทศเกาหลีใต้

เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

1. เครื่องวัดการไหลของเลือดด้วยเลเซอร์ (Laser doppler flowmetry) ยี่ห้อเพอริเมต (Perimed) รุ่น PeriFlux System 5000 ประเทศสวีเดน

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

3. แบบประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms score) (ภาคผนวก ง)

เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชั่น

เครื่องวัดระดับไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Exhaled Nitric Oxide) ยี่ห้อ NOBreather

เครื่องมือสำหรับวัดตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory Pressure Meter) ยี่ห้อ ไมโครเมดิคอล (Micromedical) ประเทศอังกฤษ

เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด

เครื่องวัดความจุปอด (Spirometry) สไปโรแบงก์ จี (Spirobank G) ประเทศสหรัฐอเมริกา

เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

1. แบบบันทึกข้อมูล ตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การไหลของเลือดในโพรงจมูก ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า และไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (ภาคผนวก ข)

2. แบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis Symptom Score) (ภาคผนวก ง)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างโปรแกรมการออกกำลังกายสำหรับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าโปรแกรมการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval training) ส่งผลดีต่อร่างกายโดยช่วยเพิ่มสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในบุคคลที่สุขภาพดี จากการศึกษาของ Dunham & Harms (2012) โดยผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาต่อสมรรถภาพปอดและอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ซึ่งยังไม่มีการศึกษามาก่อนในกลุ่มผู้ป่วยดังกล่าวมาก่อน แต่มีการศึกษาในโรคหืด (Allergic Asthma) ซึ่งมีพยาธิสภาพและอาการของโรคที่คล้ายคลึงกับโรคจมูก

อีกเสบจากภูมิแพ้ จากการศึกษาของ O'Neill & Dogra (2020) ได้ทำการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบา ในผู้ป่วยโรคหืดด้วยวิธีการปั่นจักรยานในอัตราส่วน 1 : 1 โดยช่วงหนักเป็น ระยะเวลา 10 วินาที ที่ ความหนัก 90% ของกำลังสูงสุด (Peak Power Output; PPO) และช่วงเบาเป็นระยะเวลา 50 วินาที ที่ความหนัก 10% ของกำลังสูงสุด (PPO) ทำการฝึกครั้งละ 20 นาที สัปดาห์ละ 3 วัน เป็น ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าความวิตกกังวลลดลง ช่วยเพิ่มการควบคุมอาการในโรคหืด และลดความรู้สึกเหนื่อยเร็วกว่าปกติขณะออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ McNarry และคณะ (2020) ได้ทำการฝึกแบบหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคหืดในอัตราส่วน 1 : 1 โดยช่วงหนักเป็น ระยะเวลา 10 - 30 วินาที ที่ความหนัก 90% ของอัตราการเต้นของหัวใจ สูงสุด (Maximal Heart rate) และช่วงเบาเป็นระยะเวลา 10 - 30 วินาที ทำการฝึกครั้งละ 30 นาที สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน ผลการวิจัยพบว่ามี การเพิ่มขึ้นของความสามารถในการใช้ ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\text{peak}$) และมี การศึกษาของ Winn et al. (2019) ที่ได้ทำการฝึกแบบหนักสลับ เบาในผู้ป่วยโรคหืดด้วยการทำกิจกรรมของโรงเรียน (School-based) ในอัตราส่วน 1 : 1 โดยช่วง หนักเป็น ระยะเวลา 10 - 30 วินาที ที่ความหนัก 90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximal Heart rate) และช่วงเบาเป็นระยะเวลา 10 - 30 วินาที ทำการฝึกครั้งละ 30 นาที สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน ผลการวิจัยพบว่าสมรรถภาพทางแอโรบิก (Aerobic fitness) ดีขึ้นและช่วย รักษา ระดับของดัชนีมวลกาย (BMI) ของผู้ป่วยโรคหืด

นอกจากนี้มีการศึกษาของ Coppoolse และคณะ (1999) ได้ทำการฝึกแบบช่วง หนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease; COP D) ในอัตราส่วน 1:2 โดยช่วงระดับหนักสูงเป็นระยะเวลา 1 นาที ที่ความหนัก 90% ของอัตราการทำงาน สูงสุด (Peak work rate) สลับกับช่วงระดับความหนักเบา เป็นระยะเวลา 2 นาที ที่ความหนัก 45% ของอัตราการทำงานสูงสุด ทั้งหมด 9 รอบ ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการฝึกผู้ป่วยมีอัตราการทำงานสูงสุดและค่าความดันสูงสุดขณะหายใจเข้า ทางปากเพิ่มขึ้นและมีการล้าของขาตลลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาของ Arnardóttir และคณะ (2017) ได้ทำการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในอัตราส่วน 1:2 เช่นเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่าภายหลังจากการฝึกมีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\text{peak}$) เพิ่มขึ้นและปริมาณของอากาศที่เข้าสู่ปอด (Minute Ventilation) ลดลง

จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยจึงเลือกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนัก สลับเบาในอัตราส่วน 1:1 และอัตราส่วน 1:2 เนื่องจากมีผลการวิจัยส่งผลดีต่อความสามารถทางแอโร

บิกและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถของหัวใจและปอด (Cardiorespiratory fitness) รวมถึงได้ศึกษาในผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ผู้วิจัยจึงจะนำโปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาทั้ง 2 รูปแบบนี้มาพัฒนาโดยทำการศึกษาที่ 1 ศึกษาผลฉับพลันของโปรแกรมการฝึกเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของโปรแกรมทั้ง 2 รูปแบบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร ส่งผลต่อตัวแปรทางระบบหายใจอย่างไร จากนั้นเมื่อได้ผลการทดสอบจากการศึกษาที่ 1 ผลฉับพลันของโปรแกรมการฝึก จะทำการเลือกโปรแกรมที่ส่งผลดีที่สุดแก่ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ นำโปรแกรมที่ได้ไปใช้ในการทำการศึกษาที่ 2 โดยศึกษาการเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกการออกกำลังกายระหว่างการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา การออกกำลังกายระดับปานกลางแบบต่อเนื่อง และกลุ่มควบคุมต่อไป

3. นำรูปแบบโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval training) และการออกกำลังกายระดับปานกลางแบบต่อเนื่อง (Moderate continuous training) และไปวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา 4 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ 1 ท่าน เพื่อพิจารณาและตรวจสอบความถูกต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย (Item Objective Congruence; IOC) โดยได้ค่า 0.97

4. ดำเนินการติดต่อคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อทำหนังสือสำหรับขอยืมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5. ผู้วิจัยได้ติดต่อ อธิบายคุณสมบัติเกณฑ์การคัดเลือกเข้าของกลุ่มตัวอย่างและประสานงานขอคนไข้เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ศ.นพ.เจตทะนง แก้วสงคราม อาจารย์ประจำสาขาวิชาโรคภูมิแพ้และภูมิคุ้มกันทางคลินิก ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดย ศ.นพ.เจตทะนง แก้วสงคราม จะเป็นผู้คัดกรองผู้ป่วยเบื้องต้น ได้แก่ การคัดกรองผลการทดสอบผิวหนังว่าแพ้ไรฝุ่น และประเมินอาการทางโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่สามารถหยุดการทานยาที่ท่านประจำได้ ในกรณีที่ผู้ป่วยเก่าที่กำลังทานยาอยู่และสนใจเข้าร่วมการวิจัย จะให้ รศ.นพ.เจตทะนง แก้วสงคราม คัดกรองว่าผู้ป่วยสามารถหยุดการทานยาได้ และผู้วิจัยจะประชาสัมพันธ์การวิจัยเพื่อหาอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย และผ่านสื่อโซเชียลมีเดีย หากผู้ป่วยสนใจเข้าร่วมการวิจัย จะทำการคัดกรองเบื้องต้นและแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย การเตรียมตัวก่อนทดสอบ ข้อปฏิบัติตัวในการทดสอบและเก็บข้อมูลให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ ให้ผู้

ประสงค์เข้าร่วมโครงการวิจัยทำแบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้แบบสอบถาม PAR-Q+

6. ดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ลงทะเบียนเข้าร่วมการวิจัยตามเกณฑ์การคัดเลือกที่ได้กำหนดไว้ ลงทะเบียนโดยลงชื่อและเบอร์โทรศัพท์ จากนั้นผู้วิจัยจะทำการโทรศัพท์ติดต่อกลุ่มตัวอย่างเพื่อนัดหมาย ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการวิจัย การเตรียมตัวก่อนเข้ามารับการทดสอบทางสรีรวิทยา มาตรการการป้องกันโควิด-19 และขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแก่กลุ่มตัวอย่าง

6.1 ขั้นตอนการเตรียมตัวก่อนเข้าร่วมการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1.1 หยุดยา ก่อนและระหว่างร่วมโครงการวิจัยได้ ได้แก่

- Antihistamine อย่างน้อย 3 วัน
- Oral steroid และ Nasal steroid อย่างน้อย 2 สัปดาห์
- Leukotriene receptor antagonist อย่างน้อย 1 สัปดาห์

6.1.2 งดดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ก่อนเข้าร่วมการทดสอบ 24 ชม. งดทานอาหารที่มีส่วนประกอบของไนเตรท (Nitrate) ได้แก่ ผักหรือคื่นช่าย ผักโขม ผักกาดหอม หัวไชเท้าฝรั่ง ปืทรูท ผักกาดหอมจีน ผักกาด กะหล่ำปลี ถั่วเขียว กระเทียม ต้นหอม แดงกวา แครอท มันฝรั่ง และพริกหยวก ก่อนเข้าร่วมการทดสอบ 12 ชม. และงดทานอาหาร เครื่องดื่มทุกชนิด การออกกำลังกาย ก่อนเข้าร่วมการทดสอบ 1 ชม.

6.1.3 สวมชุดกึ่งฟ้าและรองเท้ายกฟ้า

6.2 มาตรการการป้องกันโควิด-19

ผู้วิจัยขอความร่วมมือให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยให้ทดสอบแอนติเจน (Antigen Rapid test) โดยมีผลเป็นลบ (Negative) ภายใน 24 ชั่วโมงก่อนวันที่เข้ามารับทดสอบทั้งในวันที่ 1 และวันที่ 2 โดยผู้วิจัยเป็นจะมอบชุดตรวจแอนติเจน เทสต์ คิท (Antigen Test Kit; ATK) แก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจะสวมหน้ากากอนามัย เว้นระยะห่างอย่างน้อย 1 เมตร ตลอดจนการทดลองและจัดเตรียมเจลแอลกอฮอล์สำหรับล้างมือให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจะมีการทำความสะอาดทุกครั้งและเช็ดแอลกอฮอล์เพื่อฆ่าเชื้อโรค รวมถึงการทดสอบสมรรถภาพปอด การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และการวัดค่าไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก จะมีการเพิ่มอุปกรณ์หลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) เพื่อนำไปเชื่อมต่อกับเครื่องมือ เพื่อป้องกันเชื้อโรคให้แก่ผู้เข้าร่วมการวิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดเตรียมสถานที่ในการทดสอบที่ใช้วัดตัวแปรทางระบบหายใจ โดยอยู่ในห้องที่เปิดหน้าต่าง มีอากาศถ่ายเทและ

หมุนเวียน รวมถึงบริเวณโต๊ะที่มีการทดสอบจะมีฉากกั้นระหว่างผู้เข้าร่วมการวิจัยและผู้วิจัย เพื่อความปลอดภัยแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยและผู้วิจัย

7. ผู้วิจัยแจ้งและนัดหมายกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการคัดกรองแล้วให้มาเข้าร่วมการวิจัย การทดลองจะทำเป็นรายบุคคล ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ที่อุณหภูมิตั้งที่ 25 องศาเซลเซียส โดยจะทำการทดสอบและเก็บข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยหลังการทดลองจะทดสอบหลังจากการออกกำลังกายทันที 15 นาที 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที หลังจากการออกกำลังกาย โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 2 คน ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดสอบและอธิบายวิธีการทดสอบค่าตัวแปรต่างๆ รวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจนเพื่อให้การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยแบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 วัน รายละเอียดดังนี้

7.1 วันที่ 1 ผู้วิจัยนัดหมายกลุ่มตัวอย่างมาทำการทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยจะขอตรวจผลแอนติเจนโดยต้องมีผลเป็นลบและขอให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยล้างมือด้วยเจลแอลกอฮอล์ก่อนเข้าบริเวณที่ทำการทดสอบ ทำการปฐมนิเทศ โดยผู้วิจัยจะแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย ข้อปฏิบัติตัวในการทดสอบและเก็บข้อมูลให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ ชี้แจงให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยว่าหากมีข้อสงสัยสามารถสอบถามผู้วิจัยได้ทุกเมื่อ จากนั้นจะเริ่มการทดสอบ ร่างกายและบันทึกข้อมูลตัวแปรต่างๆ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

7.1.1 วัดตัวแปรด้านสรีรวิทยา (General physiological data) ได้แก่

- อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Heart rate resting) โดยใช้หน่วย ครั้ง/นาที (Beat/min; bpm) และความดันโลหิตโดยใช้หน่วยมิลลิเมตรปรอท (Millimeters of mercury; mmHg) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำการวัดโดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิทัล ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

- วิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) โดยใช้เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) ยี่ห้อจาวอน (JAWON) รุ่น ioi 353 ประเทศเกาหลีใต้ ใช้เวลาประมาณ 3 นาที

7.1.2 ตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms variables) ได้แก่

- การประเมินอาการคัดจมูกของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยใช้แบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms score) (ภาคผนวก ค) แสดงระดับอาการแสดงค่าเป็นไม่มี น้อย ปานกลางและมาก (0-3 คะแนน) ใช้เวลาประมาณ 1 นาที

- การไหลของเลือดในโพรงจมูก (Nasal blood flow) มีหน่วยเป็นยูนิต (Unit) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอยู่ในท่านั่งและให้โพรบ (Probe) ใส่เข้าไปในช่องจมูกประมาณ 10 วินาที โดยใช้เครื่องวัดการไหลของเลือดด้วยเลเซอร์ (Laser Doppler flowmeter) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

- ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดโนโพรงจมูกขณะหายใจเข้า (Peak nasal inspiratory flow) หน่วยเป็นลิตร/วินาที (Liters/sec) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหายใจออกผ่านเครื่องให้เร็วและแรงที่สุด โดยใช้เครื่องวัดการไหลผ่านของอากาศสูงสุดโนโพรงจมูก (Peak nasal inspiratory flow meter) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

7.1.3 ตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน (Oxidative stress)

- ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Fraction exhaled nitric oxide; FeNO) มีหน่วยเป็นหน่วยส่วนในพันล้านส่วน (Part per billion; ppb) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมหลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) ที่ติดอยู่กับเครื่อง จากนั้นให้หายใจออกผ่านหลอดผ่านเข้าไปในเครื่องโดยเลี้ยงให้ลูกเหล็กที่อยู่ด้านในก้านเป่าอยู่ในช่วงสีขาวที่ได้กำหนดไว้ เป็นเวลา 6 วินาที ใช้เวลาประมาณ 1 นาที

7.1.4 ทดสอบตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength variables) ได้แก่

- ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) มีหน่วยเป็น เซนติเมตรน้ำ (Centimeters of water; cmH₂O) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมหลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) ซึ่งต่อกับเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ใส่คลิปหนีบจมูก จากนั้นหายใจออกจนสุด แล้วสูดลมเข้าทางปากเต็มที่ ค้างไว้ 1 วินาที พัก 1 นาที โดยวัด 2 ครั้ง เลือกค่าที่ดีที่สุด ใช้เวลาประมาณ 1 นาที

- ค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) มีหน่วยเป็น เซนติเมตรน้ำ (Centimeters of water; cmH₂O) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมหลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) ซึ่งต่อกับเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ใส่คลิปหนีบจมูก จากนั้นหายใจเข้าจนสุด แล้วเป่าลมออกทางปากเต็มที่ ค้างไว้ 1 วินาที พัก 1 นาที โดยวัด 2 ครั้ง เลือกค่าที่ดีที่สุด ใช้เวลาประมาณ 1 นาที

7.1.5 ทดสอบตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด (Pulmonary function variables) ได้แก่

- ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) (ลิตร) และค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory volume in one second; FEV1) หน่วยเป็นลิตร (Liters) ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1/FVC) หน่วยเป็นร้อยละ (%) และค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด (Forced expiratory flow at 25-75%; FEF25-75%) หน่วยเป็นลิตรต่อนาที (Liters/min) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมหลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) ซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอด จากนั้นหายใจเข้าออกปกติจำนวน 2 – 3 ครั้ง และหลังจากนั้นทำการหายใจเข้าเต็มที่แล้วเป่าออกมาอย่างแรงและเร็วจนลมออกหมด วัด 2 ครั้ง และเลือกค่าที่ดีที่สุด ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

- ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (Maximum voluntary ventilation; MV) หน่วยเป็นลิตรต่อนาที (Liters/min) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมหลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) ซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอด จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหายใจออกและเข้าอย่างลึกและเร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ ภายในระยะเวลา 15 – 20 วินาที วัด 2 ครั้ง และเลือกค่าที่ดีที่สุด ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

7.2 ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval exercise) โดยการเดิน/วิ่งบนลู่วิ่ง (Treadmill) ใช้เวลาประมาณ 40 นาที ซึ่งขณะออกกำลังกายจะให้กลุ่มตัวอย่างสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) เพื่อให้ตรวจสอบว่าขณะออกกำลังกายมีอัตราการเต้นของหัวใจเป็นไปตามอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย ในการทดสอบจะใช้เวลา 2 วัน วันละประมาณ 3 ชั่วโมง ผู้วิจัยจะจัดน้ำดื่มให้ท่านท่านละ 1 ขวด ทั้งนี้โดยความดูแลของ ผศ. ดร.วรรณพร ทองตะโก อาจารย์ปริญญาวิทยานิพนธ์หลัก และได้รับคำปรึกษาจาก ศ.นพ.เจตทะนง แก้วสงคราม อาจารย์ปริญญาวิทยานิพนธ์ร่วม โดยผู้วิจัยจะทำการจับฉลากเพื่อเลือกรูปแบบการออกกำลังกายให้แก่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับการออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบ ซึ่งใช้ปริมาณพลังงาน (Energy expenditure) ที่เท่ากัน ดังนี้

รูปแบบการออกกำลังกายที่ 1 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 โดยมีรายละเอียดโปรแกรมดังนี้

1. ช่วงอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Warm up and stretching) เป็นเวลา 10 นาที ให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายด้วยการเดินหรือวิ่งบนลู่วิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำที่ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

2. โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนักระดับสูงที่ 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นจะสลับด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 1 นาที ต่อเนื่องกันทันที โดยไม่มีการพักระหว่างช่วง โดยนับเป็น 1 รอบ ทำทั้งหมด 10 รอบต่อเนื่องกัน รวมเวลาทั้งหมด 20 นาที

3. ช่วงคลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Cooldown and stretching) เป็นเวลา 10 นาที ให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายด้วยการเดินหรือวิ่งบนลู่วิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำที่ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

รูปแบบการออกกำลังกายที่ 2 การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 โดยมีรายละเอียดโปรแกรมดังนี้

1. ช่วงอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Warm up and stretching) เป็นเวลา 10 นาที ให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายด้วยการเดินหรือวิ่งบนลู่วิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำที่ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

2. โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนักระดับสูงที่ 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นจะสลับด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 2 นาที ต่อเนื่องกันทันที โดยไม่มีการพักระหว่างช่วง โดยนับเป็น 1 รอบ ทำทั้งหมด 8 รอบต่อเนื่องกัน รวมเวลาทั้งหมด 24 นาที

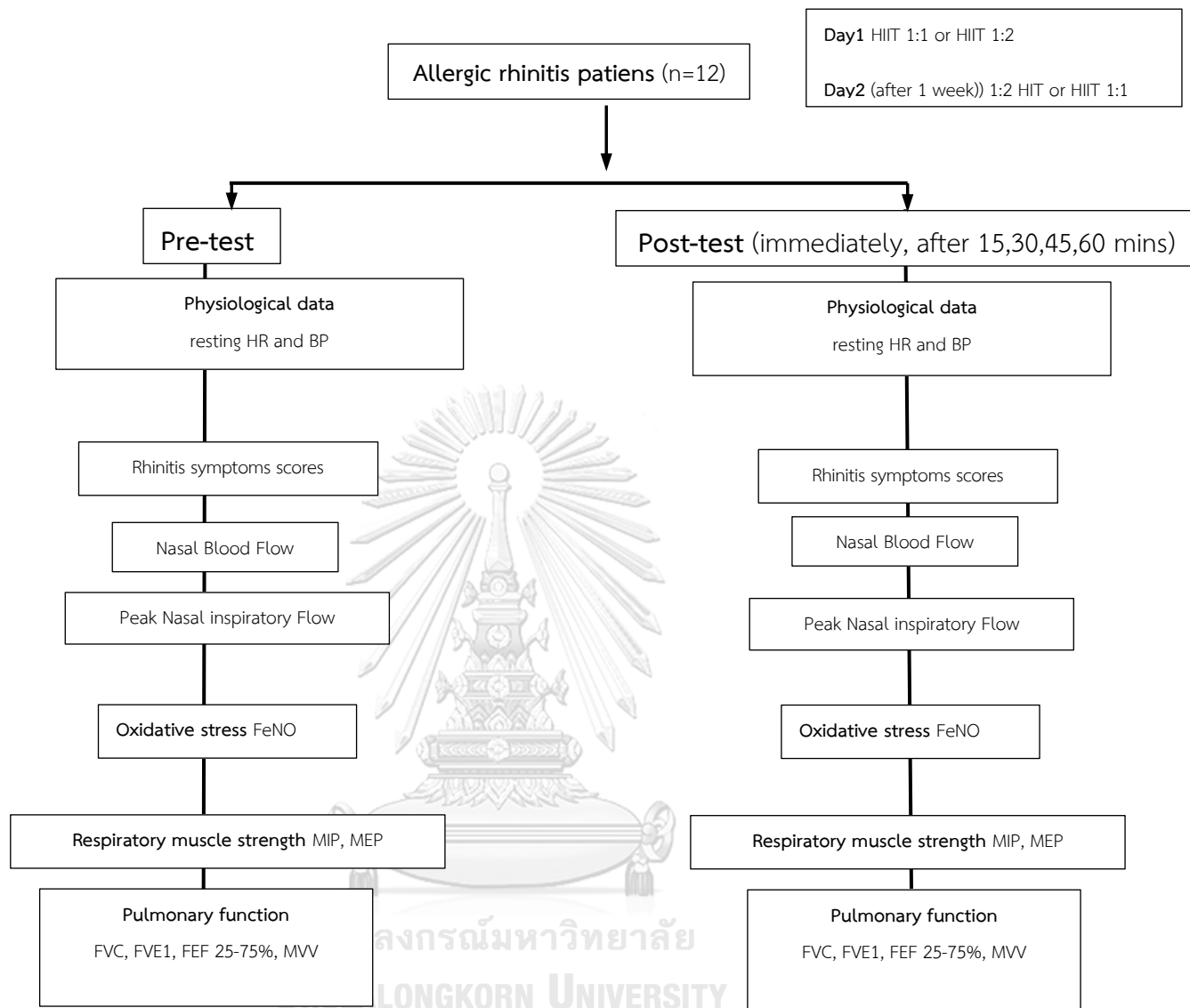
3. ช่วงคลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Cooldown and stretching) เป็นเวลา 10 นาที ให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายด้วยการเดินหรือวิ่งบนลู่วิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำที่ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

เมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกายจะให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบตัวแปรหลังจากการทดลอง (Post-test) ซึ่งเป็นตัวแปรเช่นเดิมในการทดสอบก่อนการทดลอง ในข้อ 7.1.2 – 7.1.5 โดยทำการทดสอบหลังจากการออกกำลังกายทันที, 15 นาที, 30 นาที, 45 นาที และ 60 นาทีหลังการออกกำลังกาย เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผล จากนั้นทำการนัดวันและเวลากลุ่มตัวอย่างในการออกกำลังกายครั้งต่อไปห่างจากวันแรก 1 สัปดาห์ (ห่างกันไม่เกิน 1 เดือน) โดยผู้วิจัยจะแจ้งการ

ปฏิบัติตนระหว่างรอการออกกำลังกายครั้งที่ 2 จะให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยงดการทานยาที่กำหนดในเกณฑ์คัดเข้า งดการรับประทานอาหารเสริมทุกชนิด และงดการออกกำลังกาย รวมถึงเตรียมตัวก่อนเข้าร่วมการวิจัยเช่นเดียวกันกับก่อนการทดลองครั้งที่ 1

7.3 วันที่ 2 ผู้วิจัยจะขอตรวจแอนติเจนโดยต้องมีผลเป็นลบและขอให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยล้างมือด้วยเจลแอลกอฮอล์ก่อนเข้าบริเวณที่ทำการทดสอบ ให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายอีกรูปแบบหนึ่งที่จับฉลากได้ในวันที่ 2 และเมื่อสิ้นสุดการออกกำลังกายจะให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบตัวแปรหลังจากการทดลอง (Post-test) ในข้อ 7.1.2 – 7.1.5 หลังจากการออกกำลังกายทันที 15 นาที 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที หลังจากการออกกำลังกาย และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลต่อไป





รูปที่ 13 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยของการศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

สถานที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ ห้องปฏิบัติทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ชั้น 10 อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตระดับปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 2 คน ทำหน้าที่ช่วยดูแลความเรียบร้อยขณะทำการทดสอบ การเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดสอบและอบรมวิธีการทดสอบค่าตัวแปรต่างๆ รวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจนเพื่อให้การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทดสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) ของข้อมูลด้วยวิธี Shapiro-Wilk Test
2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error of Mean) ของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ตัวแปรด้านอาการ (ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกและค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า) และตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (Two way repeated ANOVA) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5 หากพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยวิธีแอลเอสดี (LSD)
4. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านอาการ (อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม และอาการน้ำมูกไหล) ภายในกลุ่มโดยการทดสอบของฟริดแมน (Friedman test) และการทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบวิลคอกซัน (Wilcoxon signed-rank test)

จากผลการทดลองในขั้นเตรียมการทดลอง ผู้วิจัยจะนำโปรแกรมที่ส่งผลที่ดีที่สุดต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ไปใช้ในการทดลองในขั้นดำเนินการทดลองต่อไป

ขั้นตอนการทดลอง

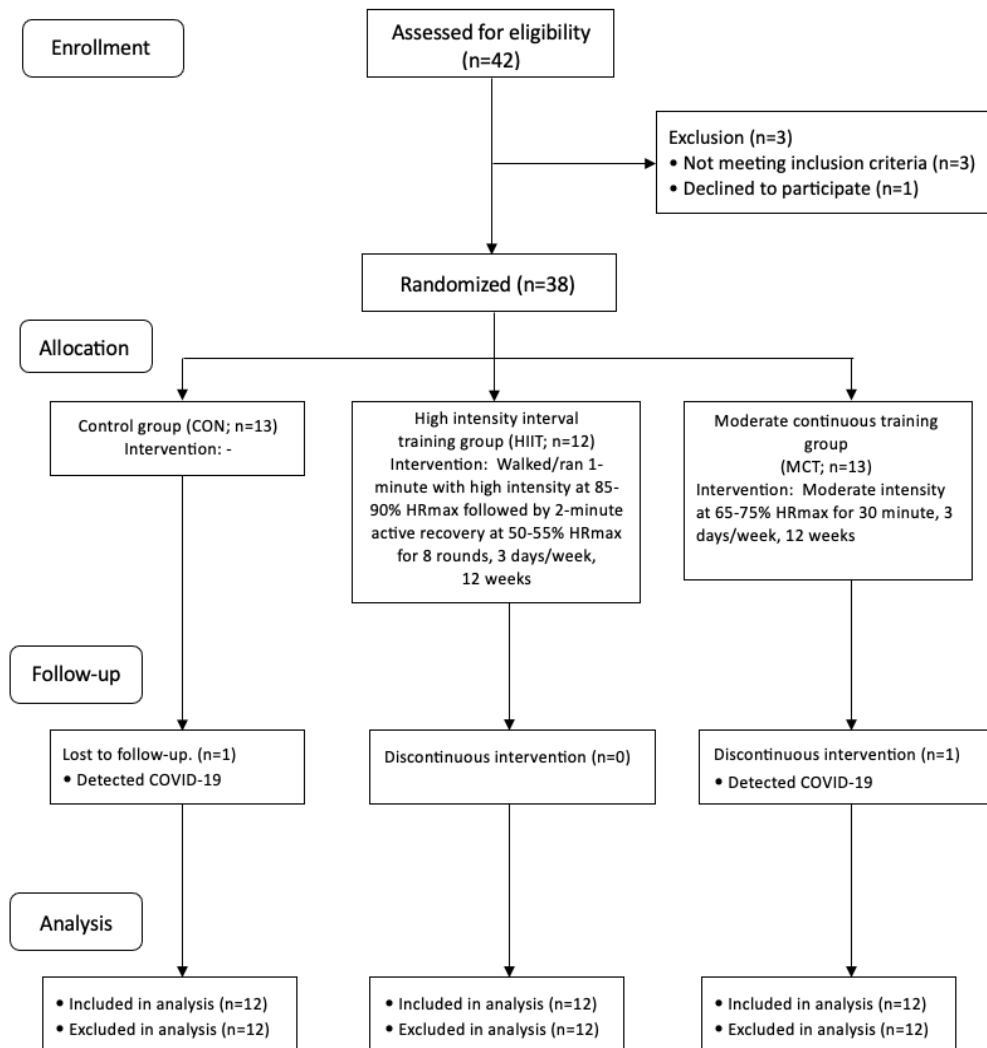
ผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ประชากร

ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เป็นนิสิตและบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มาใช้บริการ ณ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อายุระหว่าง 18-35 ปี (ซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับการศึกษาที่ 1) คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) (ภาคผนวก ก) โดยใช้ข้อมูลของ Tongtako et al. (2018) กำหนดอำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ 0.8 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Probable Error; α) ที่ 0.05 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size; d) ที่ 0.66 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 11 คน รวมทั้งหมด 33 คน ผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 20 เพื่อป้องกันการสูญหาย (Drop out) ของกลุ่มตัวอย่าง ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 38 คน ทั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่างขอลออกจากงานวิจัยจำนวน 2 คน เนื่องจากติดเชื้อโควิด-19 จึงมีกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 36 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบา กลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบต่อเนื่อง และกลุ่มที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ โดยไม่ได้รับการฝึกออกกำลังกายใดๆ กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 12 คน ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) ของผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม

ผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม (Random assignment) ด้วยวิธีการจับคู่ (Match-paired) เพศ อายุ และคะแนนจากแบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ดังนี้

1. เพศ แบ่งเป็นเพศชายและเพศหญิง
2. อายุ แบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่ อายุระหว่าง 18-26 ปี และอายุระหว่าง 27-35 ปี

3. คະแนนจากแบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ แบ่งเป็นระดับปานกลาง 1 (7-9 คະแนน) และระดับรุนแรง (10-12 คະแนน) มีกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน รวมทั้งหมด 36 คน แบ่งออกเป็น

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ได้รับการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการฝึกการออกกำลังกายระดับปานกลางแบบต่อเนื่อง

กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ โดยไม่ได้รับการฝึกออกกำลังกายใดๆ

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria)

1. เป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่ผ่านการทดสอบภูมิแพ้ทางผิวหนัง (Skin prick test) ว่าแพ้ไรฝุ่น โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม (ศ.นพ.เจตชนะง แก้วสงคราม) ณ คลินิกโรคภูมิแพ้ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคลินิกโรคภูมิแพ้ทั่วไป แผนกอายุรกรรม ตึกกปร ชั้น 3 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และได้ผลเป็นบวก

2. เป็นผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ชนิดที่มีอาการตลอดเวลา (Persistent allergic rhinitis) เพศชายและเพศหญิง โดยมีอาการคัดจมูกจาม คันจมูก และน้ำมูกไหล มากกว่า 4 วัน/สัปดาห์ และมีอาการเฉลี่ย ตั้งแต่ 7 คະแนนขึ้นไปในสัปดาห์ที่ผ่านมา โดยใช้แบบสอบถามประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (ภาคผนวก ง)

3. ต้องไม่มีโรคทางระบบหายใจอื่นๆ ได้แก่ โรคหลอดลมอักเสบ (Bronchitis) โรคไอกรน (Pertussis) โรคปอดบวม (Pneumonia) โรคปอดอักเสบ (Pneumonitis) โรคเชื้อราในปอด (Aspergilloma) วัณโรค (Tuberculosis) โรคหอบหืด (Asthma) โรคมะเร็งปอด (Lung cancer) และโรคถุงลมปอดโป่งพอง (Emphysema) เป็นต้น

4. มีดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) อยู่ระหว่าง 18.5 - 24.9 kg/m²

5. สามารถหยุดยาก่อนและระหว่างร่วมโครงการวิจัยได้ ได้แก่ Antihistamine อย่างน้อย 3 วัน, Oral steroid และ Nasal steroid อย่างน้อย 2 สัปดาห์, Leukotriene receptor antagonist อย่างน้อย 1 สัปดาห์ และผู้ป่วยยังสามารถรับประทานยาแก้อาการคัดจมูก (Pseudoephedrine) ได้ โดย ศ.นพ.เจตชนะง แก้วสงคราม เป็นผู้ประเมิน

6. ไม่รับประทานอาหารเสริม

7. ไม่สูบบุหรี่

8. ผ่านการทำแบบประเมินความพร้อมในการมีกิจกรรมทางกาย (PAR-Q+) โดยต้องตอบว่าไม่ทุกข้อ

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

10. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมวิจัย และยินยติลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยออกจากกรวิจัย (Exclusion criteria)

1. เกิดเหตุสุติวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ เช่น มีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยกลับไปทานยาประจำก่อนจบการวิจัย
3. เข้าร่วมการวิจัยไม่ถึง 80% ของการวิจัย (ต้องเข้าร่วม 29 ครั้ง จาก 36 ครั้ง)
4. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัยต่อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรด้านสรีรวิทยา

1. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Dual-energy x-ray absorptiometry) ประเทศสหรัฐอเมริกา
2. เครื่องวัดความดันโลหิตขณะพัก (Digital blood pressure) (Digital blood pressure ยี่ห้อ Omron รุ่น SEM-1 model) ประเทศญี่ปุ่น
3. เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อโพลาร์ (Polar) ประเทศฟินแลนด์
4. เครื่องวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Gas Analyzer) ยี่ห้อวีแมค (Vmax) ประเทศสหรัฐอเมริกา

เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

1. เครื่องวัดปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า (Peak nasal inspiratory flow meter) ยี่ห้อ อินเชค (In-check nasal inspiratory flow meter) ประเทศอังกฤษ
2. เครื่องวัดการไหลของเลือดด้วยเลเซอร์ (Laser Doppler flowmeter) ยี่ห้อมัวร์ (Moor instrument) รุ่นดีอาร์ทีโฟร์ (DRT4) ประเทศอังกฤษ
3. แบบประเมินอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms score) (ภาคผนวก ค)

เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด

เครื่องวัดความจุปอด (Spirometry) ยี่ห้อสไปโรแบงก์ (Spirobank) ประเทศสหรัฐอเมริกา

เครื่องมือสำหรับวัดตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (MicroRPM®) ยี่ห้อไมโครเมดติคอลล (Micromedical) ประเทศอังกฤษ

เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก

เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Breath by breath cardiopulmonary gas exchange system) ยี่ห้อวีแม็กซ์ (Vmax) รุ่นเอนเคอร์ 29 (Encore 29) ประเทศสหรัฐอเมริกา (Stationary gas analyzer: Vmax Encore 29 system, Yorba Linda, CA, USA)

เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน

เครื่องวัดระดับไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Exhaled Nitric Oxide) ยี่ห้อ NObreath

เครื่องมือตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต

การประเมินคุณภาพชีวิตของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยใช้แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิตโรคจมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinoconjunctivitis quality of life questionnaire – 36; Rcq-36)

สำหรับการวัดตัวแปรด้านสารชีวเคมีในสารคัดหลั่งในจมูก

1. เครื่องปั่นแรงเหวี่ยงสูง (Centrifugator)
2. ตู้เย็นแช่แข็ง -80°C (Freezer)
3. ชุดตรวจอีไลซ่า (Enzyme-linked immunosorbent assay; ELISA) ยี่ห้อควอนติไคน์ (Quantikine) ประเทศสหรัฐอเมริกา เก็บตัวอย่างโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย วิเคราะห์ผลโดยนักเทคนิคการแพทย์

เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

1. แบบบันทึกข้อมูล ตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การไหลของเลือดในโพรงจมูก ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดไหลในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า และผลการตรวจสารชีวเคมีในสารคัดหลั่งในจมูก (ภาคผนวก ค)

2. แบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis Symptom Score) (ภาคผนวก ง)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง
 2. สร้างโปรแกรมการออกกำลังกายสำหรับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
 3. นำรูปแบบโปรแกรมการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval training) และการฝึกการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลาง (Moderate continuous training) และนำไปวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา 4 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ 1 ท่าน เพื่อพิจารณาและตรวจสอบความถูกต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย (Item objective congruence; IOC) โดยได้ค่า 0.97

4. ดำเนินการติดต่อคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อทำหนังสือสำหรับขอยืมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5. ผู้วิจัยได้ติดต่อ อธิบายคุณสมบัติเกณฑ์การคัดเลือกเข้าของกลุ่มตัวอย่างและประสานงานขอคนไข้เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ศ.นพ.เจตชนง แก้วสงคราม อาจารย์ประจำสาขาวิชาโรคภูมิแพ้และภูมิคุ้มกันทางคลินิก ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดย ศ.นพ.เจตชนง แก้วสงคราม จะเป็นผู้คัดกรองผู้ป่วยเบื้องต้น ได้แก่ การคัดกรองผลการทดสอบผิวหนังว่าแพ้ไรฝุ่น และประเมินอาการทางโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ว่าสามารถหยุดการทานยาที่ท่านประจำได้ ในกรณีที่เป็นผู้ป่วยเก่าที่กำลังทานยาอยู่และสนใจเข้าร่วมการวิจัย จะให้ ศ.นพ.เจตชนง แก้วสงคราม คัดกรองว่าผู้ป่วยสามารถหยุดการทานยาได้ และผู้วิจัยจะประชาสัมพันธ์การวิจัยเพื่อหาอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย และผ่านสื่อโซเชียลมีเดีย หากผู้ป่วยสนใจเข้าร่วมการวิจัย จะทำการคัดกรองเบื้องต้นและแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย การเตรียมตัวก่อนทดสอบ ข้อปฏิบัติตัวในการทดสอบและเก็บข้อมูลให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ ให้ผู้ประสงค์เข้าร่วมโครงการวิจัยทำแบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้แบบสอบถาม PAR-Q+ ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมการวิจัยในการศึกษาที่ 1 สามารถเข้าร่วมการการศึกษาที่ 2 ได้

6. ดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ลงทะเบียนเข้าร่วมการวิจัยตามเกณฑ์การคัดเลือกที่ได้กำหนดไว้ ลงทะเบียนโดยลงชื่อและเบอร์โทรศัพท์ จากนั้นผู้วิจัยจะทำการโทรศัพท์ติดต่อกลุ่ม

ตัวอย่างเพื่อนัดหมาย ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการวิจัย การเตรียมตัวก่อนเข้ามารับการทดสอบทาง
 สรีรวิทยา มาตรการการป้องกันโควิด-19 และขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแก่กลุ่มตัวอย่าง

6.1 ขั้นตอนการเตรียมตัวก่อนเข้าร่วมการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1.1 หยุดยาก่อนและระหว่างร่วมโครงการวิจัยได้ ได้แก่

- Antihistamine อย่างน้อย 3 วัน
- Oral steroid และ Nasal steroid อย่างน้อย 2 สัปดาห์
- Leukotriene receptor antagonist อย่างน้อย 1 สัปดาห์

6.1.2 งดดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ก่อนเข้าร่วมการทดสอบ 24 ชม. งด
 ทานอาหารที่มีส่วนประกอบของไนเตรท (Nitrate) ได้แก่ ผักร็อคเก็ต ผักโขม ผักกาดหอม หัวไช
 เท้าฝรั่ง ปืทรูท ผักกาดหอมจีน ผักกาด กะหล่ำปลี ถั่วเขียว กระเทียม ต้นหอม แดงกวา แครอท
 มันฝรั่ง และพริกหยวก ก่อนเข้าร่วมการทดสอบ 12 ชม. และงดทานอาหาร เครื่องดื่มทุกชนิด
 การออกกำลังกาย ก่อนเข้าร่วมการทดสอบ 1 ชม.

6.1.3 สวมชุดกึ่งาและรองเท้ากีฬา

6.2 มาตรการการป้องกันโควิด-19

ผู้วิจัยขอความร่วมมือให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยให้ทดสอบแอนติเจน (Antigen
 Rapid test) โดยมีผลเป็นลบ (Negative) ภายใน 24 ชั่วโมงก่อนวันที่เข้ามารับทดสอบทั้งในวันที่ 1
 และวันที่ 2 โดยผู้วิจัยเป็นจะมอบชุดตรวจแอนติเจน เทสต์ คิท (Antigen Test Kit; ATK) แก่
 ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจะสวมหน้ากากอนามัย เว้นระยะห่างอย่างน้อย 1 เมตร
 ตลอดการทดลองและจัดเตรียมเจลแอลกอฮอล์สำหรับล้างมือให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจะมีการทำความสะอาดทุกครั้งและเช็ดแอลกอฮอล์
 เพื่อฆ่าเชื้อโรค รวมถึงการทดสอบสมรรถภาพปอด การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และ
 การวัดค่าไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก จะมีการเพิ่มอุปกรณ์หลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) เพื่อ
 นำไปเชื่อมต่อกับเครื่องมือ เพื่อป้องกันเชื้อโรคให้แก่ผู้เข้าร่วมการวิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดเตรียม
 สถานที่ในการทดสอบที่ใช้วัดตัวแปรทางระบบหายใจ โดยอยู่ในห้องที่เปิดหน้าต่าง มีอากาศถ่ายเทและ
 หมุนเวียน รวมถึงบริเวณโต๊ะที่มีการทดสอบจะมีฉากกั้นระหว่างผู้เข้าร่วมการวิจัยและผู้วิจัย เพื่อความ
 ปลอดภัยแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยและผู้วิจัย

7. ผู้วิจัยแจ้งและนัดหมายกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการคัดกรองแล้วให้มาเข้าร่วมการวิจัย
 การทดลองจะทำการรายบุคคล ระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ทำการทดสอบและเก็บข้อมูล
 ตัวแปรทางสรีรวิทยาก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยหลังการทดลองจะทดสอบหลังจากการ

ออกกำลังกายทันที 15 นาที 30 นาที 45 นาที และ 60 นาทีหลังจากการออกกำลังกาย โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 2 คน ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดสอบและอบรมวิธีการทดสอบค่าตัวแปรต่างๆ รวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจนเพื่อให้การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 วัน รายละเอียดดังนี้

7.1 การทดสอบวันที่ 1 ผู้วิจัยนัดหมายกลุ่มตัวอย่างมาทำการทดสอบ ที่ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยจะขอตรวจผลแอนติเจนโดยต้องมีผลเป็นลบและขอให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยล้างมือด้วยเจลแอลกอฮอล์ก่อนเข้าบริเวณที่ทำการทดสอบ ทำการปฐมนิเทศ โดยผู้วิจัยจะแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย ข้อปฏิบัติตัวในการทดสอบและเก็บข้อมูลให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ ชี้แจงให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยว่าหากมีข้อสงสัยสามารถสอบถามผู้วิจัยได้ทุกเมื่อ จากนั้นจะเริ่มการทดสอบ ร่างกายและบันทึกข้อมูลตัวแปรต่างๆ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

7.1.1 วัดตัวแปรด้านสรีรวิทยา (General physiological data) ได้แก่

- อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Heart rate resting) โดยใช้หน่วย ครั้ง/นาที (Beat/min; bpm) และความดันโลหิตโดยใช้หน่วยมิลลิเมตรปรอท (Millimeters of mercury; mmHg) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำการวัดโดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิทัล ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

- วิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (Dual-energy x-ray absorptiometry; DXA) น้ำหนักตัว โดยใช้หน่วยกิโลกรัม (Kilogram) และเปอร์เซ็นต์ไขมันโดยใช้หน่วยร้อยละ (%) ใช้เวลาประมาณ 10 นาที

7.1.2 ตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน (Oxidative stress)

- ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Fraction exhaled nitric oxide; FeNO) มีหน่วยเป็นหน่วยส่วนในพันล้านส่วน (Part per billion; ppb) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมหลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) ที่ติดอยู่กับเครื่อง จากนั้นให้หายใจออกผ่านหลอดผ่านเข้าไปในเครื่องโดยเลี้ยงให้ลูกเหล็กที่อยู่ด้านในก้านเป่าอยู่ในช่วงสีขาวที่ได้กำหนดไว้ เป็นเวลา 6 วินาที ใช้เวลาประมาณ 1 นาที

7.1.3 ทดสอบตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength variables) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที ได้แก่

- ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximum inspiratory pressure; MIP) มีหน่วยเป็น เซนติเมตรน้ำ (Centimeters of water; cmH₂O) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมหลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) ซึ่งต่อกับเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ใส่คลิป

หนีบจมูก จากนั้นหายใจออกจนสุด แล้วสูดลมเข้าทางปากเต็มที่ ค้างไว้ 1 วินาที พัก 1 นาที โดยวัด 2 ครั้ง เลือกค่าที่ดีที่สุด ใช้เวลาประมาณ 1 นาที

- ค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximum expiratory pressure; MEP) มีหน่วยเป็น เซนติเมตรน้ำ (Centimeters of water; cmH₂O) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมหลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) ซึ่งต่อกับเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ใส่คลิปหนีบจมูก จากนั้นหายใจเข้าจนสุด แล้วเป่าลมออกทางปากเต็มที่ ค้างไว้ 1 วินาที พัก 1 นาที โดยวัด 2 ครั้ง เลือกค่าที่ดีที่สุด ใช้เวลาประมาณ 1 นาที

7.1.4 ทดสอบตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด (Pulmonary function variables) ได้แก่

- ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) (ลิตร) และค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory volume in one second; FEV1) หน่วยเป็นลิตร(Liters) ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1/FVC) หน่วยเป็นร้อยละ (%) และค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศสูงสุด (Forced expiratory flow at 25-75%; FEF25-75%) หน่วยเป็นลิตรต่อนาที (Liters/min) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมหลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) ซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอด จากนั้นหายใจเข้าออกปกติจำนวน 2 – 3 ครั้ง และหลังจากนั้นทำการหายใจเข้าเต็มที่แล้วเป่าออกมาอย่างแรงและเร็วจนลมออกหมด วัด 2 ครั้ง และเลือกค่าที่ดีที่สุด ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

- ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) หน่วยเป็นลิตรต่อนาที (Liters/min) โดยการให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอมหลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria filter) ซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอดจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหายใจออกและเข้าอย่างลึกและเร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ ภายในระยะเวลา 15 – 20 วินาที วัด 2 ครั้ง และเลือกค่าที่ดีที่สุด ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

7.1.5 ตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต

- การประเมินคุณภาพชีวิตของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยใช้แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิตโรคจมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinoconjunctivitis quality of life questionnaire – 36; Rcq-36) โดยผู้วิจัยจะแจกแบบสอบถามและให้ผู้เข้าร่วมวิจัยกรอกคำตอบด้วยตนเอง ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

7.1.6 วัดตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก (Aerobic capacity variables) โดยทำการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen uptake; $VO_2\max$) โดยใช้โปรแกรมด้วยBruceโปรโตคอล (Bruce protocol) (ภาคผนวก จ) โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งบนลู่วิ่ง (Treadmill) โดยเมื่อเริ่มการทดสอบ 3 นาทีแรกจะทำการเก็บค่าพื้นฐานหรือค่าขณะพัก (Baseline) จากนั้นจะความเร็วเริ่มต้นขั้นที่ 1 (นาทีที่ 0-3) ความเร็ว 1.7 ไมล์/ ชั่วโมง ที่ความชัน 10% โดยจะมีการเพิ่มระดับของการทดสอบ (Increment) ทุก 3 นาที ขั้นที่ 2 (นาทีที่ 4-6) ความเร็ว 2.5 ไมล์/ ชั่วโมง เพิ่มความชัน 2% ปฏิบัติจนผู้ถูกทดสอบไม่สามารถวิ่งต่อได้ จากนั้นคลายอุ่นร่างกาย (Cool down) เป็นเวลา 3 นาที ด้วยการโดยค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที (Milliliters/kilogram/minute; ml/kg/min) ใช้เวลาทดสอบประมาณ 20 นาที

7.2 การทดสอบวันที่ 2 ผู้วิจัยนัดหมายกลุ่มตัวอย่างมาทำการทดสอบ ที่ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2.1 การทดสอบภูมิแพ้โดยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก (Nasal challenge test)

กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบภูมิแพ้โดยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกกระตุ้นด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ที่เป็นไรฝุ่นระดับความเข้มข้น 1,000 au/ml เข้าไปในจมูก ช้างละประมาณ 1.25 มิลลิลิตร (Chusakul et al., 2010) ผู้วิจัยเป็นผู้พ่นสารก่อภูมิแพ้ ไรฝุ่นและเก็บสารคัดหลั่งในจมูกในการทดสอบ ภูมิแพ้โดยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.ววรรณพร ทองตะโก ช่วยควบคุมดูแลการทดสอบ เพื่อดูการตอบสนองทางอาการและอาการแสดงของผู้ป่วยเมื่อได้รับสารก่อภูมิแพ้ โดยเก็บข้อมูลตัวแปรก่อนและหลังการทดสอบภูมิแพ้โดยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก รายละเอียดดังนี้

7.2.1.1 ตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms variables) ได้แก่

- การประเมินอาการคัดจมูกของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยใช้แบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Rhinitis symptoms score) (ภาคผนวก ง) แสดงระดับอาการแสดงค่าเป็นไม่มี น้อย ปานกลางและมาก (0-3 คะแนน) โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้อ่านแบบประเมินและให้ผู้เข้าร่วมวิจัยตอบ ใช้เวลาประมาณ 1 นาที

- การไหลของเลือดในโพรงจมูก (Nasal blood flow) มีหน่วยเป็นยูนิต์ (Unit) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอยู่ในท่านั่งและให้โพรบ (Probe) ใส่เข้าไปในช่องจมูกประมาณ 10 วินาที โดยใช้เครื่องวัดการไหลของเลือดด้วยเลเซอร์ (Laser Doppler flowmeter) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

- ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า (Peak nasal inspiratory flow) หน่วยเป็นลิตร/วินาที (Liters/sec) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหายใจออกผ่านเครื่องให้เร็วและแรงที่สุด โดยใช้เครื่องวัดการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak nasal inspiratory flow meter) ใช้เวลาประมาณ 2 นาที

7.2.1.2 ตัวแปรด้านสารชีวเคมีในสารคัดหลั่งในจมูก

- ตัวแปรด้านไซโตไคน์ เช่น อินเตอร์ลิวคินทู (IL-2) อินเตอร์ลิวคินโฟร์ (IL-4) เป็นต้น ตัวแปรด้านอาการ (Rhinitis symptoms variables) ได้แก่ ฮีสตามีน (Histamine) และตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน (Oxidative stress variables) ได้แก่ มาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde) และซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (Superoxide dismutase) โดยใช้ Filter paper ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ขนาดกว้าง 7 mm ยาว 30 mm ใส่ในจมูกของผู้ร่วมวิจัยทั้ง 2 ข้าง ข้างละ 2-3 แผ่น ใช้เวลา 5 นาที แล้วนำใส่ Microtube แขกกระตักน้ำแข็ง จากนั้นนำส่งห้องปฏิบัติการ VCI ชั้น 10 อาคาร อปร. คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬารัตน์ เพื่อปั่นแล้วนำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -80°C เพื่อวิเคราะห์สารชีวเคมีต่อไป

8. กลุ่มตัวอย่างที่ได้อยู่ในกลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval training) จะได้รับการการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา โดยการเดิน/วิ่งบนลู่วิ่ง (Treadmill) ใช้เวลาประมาณ 40 นาที เป็นเวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ใช้สถานที่ ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ซึ่งขณะออกกำลังกายจะให้กลุ่มตัวอย่างสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) เพื่อให้ตรวจสอบว่าขณะออกกำลังกายมีอัตราการเต้นของหัวใจเป็นไปตามอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย โดยมีรายละเอียดโปรแกรมดังนี้

1. ช่วงอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Warm up and stretching) เป็นเวลา 10 นาที ให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายด้วยการเดินหรือวิ่งบนลู่วิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำที่ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

2. โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนักระดับสูงที่ 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นจะสลับด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำ 50-55% ของ

อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 2 นาที ต่อเนื่องกันทันที โดยไม่มีการพักระหว่างช่วง โดยนับเป็น 1 รอบ ทำทั้งหมด 8 รอบต่อเนื่องกัน รวมเวลาทั้งหมด 24 นาที

3. ช่วงคลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Cooldown and stretching) เป็นเวลา 10 นาที ให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายด้วยการเดินหรือวิ่งบนลู่วิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำที่ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

เมื่อสิ้นสุดการฝึกออกกำลังกายครบ 12 สัปดาห์ จะให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบตัวแปรหลังจากการทดลอง (Post-test) ในข้อ 7.1-7.2 อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลต่อไป

8. กลุ่มตัวอย่างที่ได้อยู่ในกลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (Continuous exercise) จะได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง โดยการเดิน/วิ่งบนลู่วิ่ง (Treadmill) ใช้เวลาประมาณ 50 นาที ซึ่งขณะออกกำลังกายจะให้กลุ่มตัวอย่างสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) เพื่อให้ตรวจสอบว่าขณะออกกำลังกายมีอัตราการเต้นของหัวใจเป็นไปตามอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย โดยมีรายละเอียดโปรแกรมดังนี้

1. ช่วงอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Warm up and stretching) เป็นเวลา 10 นาที

2. โปรแกรมการออกกำลังกายระดับปานกลางแบบต่อเนื่อง เป็นเวลา 30 นาที ที่ระดับความหนักปานกลาง 65-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

3. ช่วงคลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Cooldown and stretching) เป็นเวลา 10 นาที

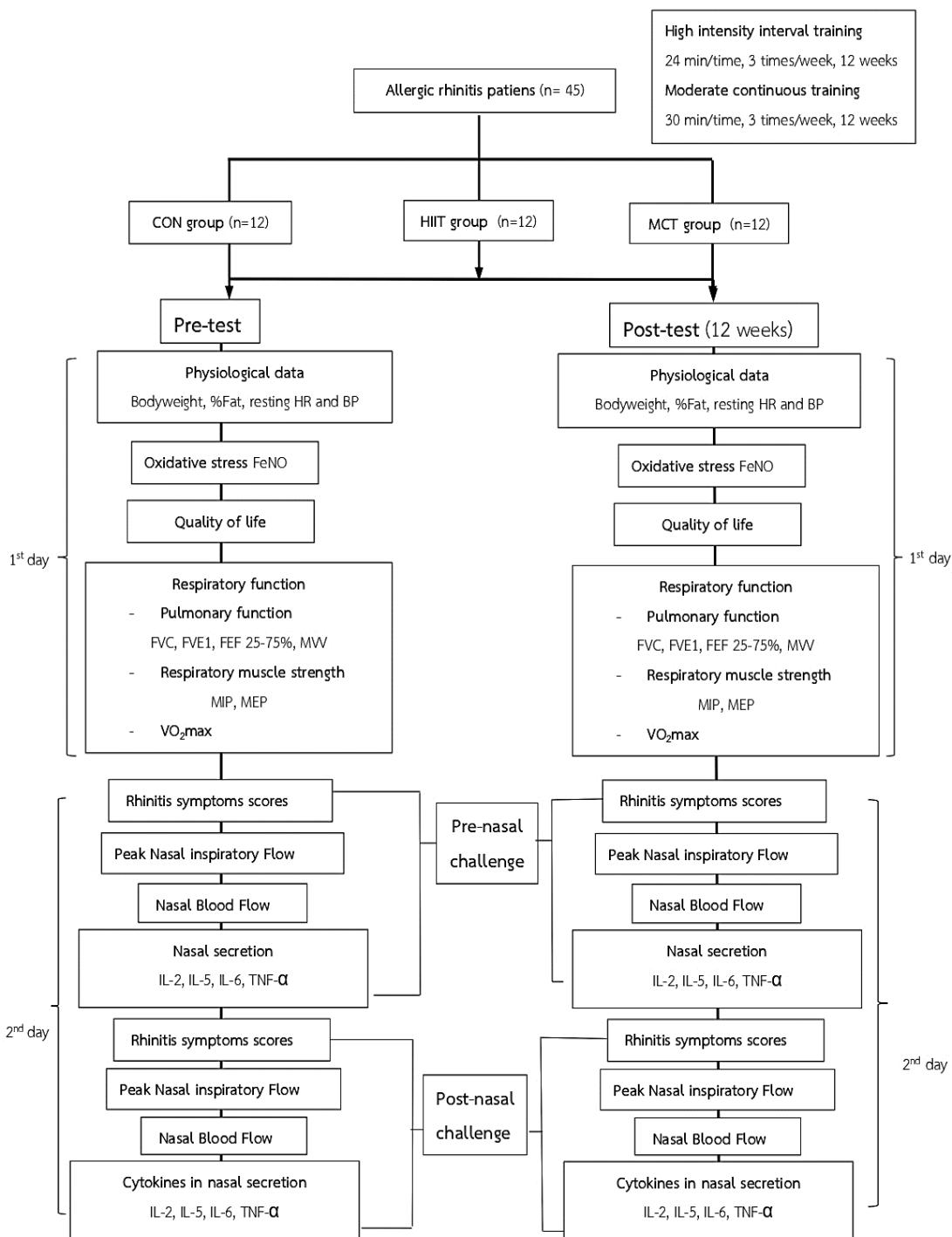
ระหว่างเข้าร่วมการวิจัยผู้วิจัยจะดูแลผู้เข้าร่วมการวิจัยระหว่างเข้าร่วมการวิจัยอย่างสม่ำเสมอ สอบถามอาการต่างๆ รวมถึงเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยสอบถามได้ตลอดการวิจัย อธิบายขั้นตอนหรือข้อสงสัยอย่างละเอียด

ผู้วิจัยจะดำเนินการแจ้งผู้เข้าร่วมวิจัยว่า หากมีการกลับไปทานยาให้แจ้งผู้วิจัยทันที และผู้วิจัยจะสอบถามผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกสัปดาห์ว่ามีอาการในผู้ป่วยโรคภูมิแพ้หรือไม่ อย่างไรบ้างและได้ใช้ยาหรือไม่ โดยผู้วิจัยจะติดต่อผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคน หากมีการใช้ยาสามารถทานระหว่างเข้าร่วมการวิจัยได้ จะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยรายงานการเข้ายาในทุกครั้งที่ทาน ผู้วิจัยจะจดบันทึกการเข้ายา ความถี่ และปริมาณที่ทาน

เมื่อสิ้นสุดการฝึกออกกำลังกายครบ 12 สัปดาห์ จะให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบตัวแปร
หลังจากการทดลอง (Post-test) ในข้อ 7.1-7.2 อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลต่อไป

สำหรับกลุ่มควบคุม ผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มนี้สามารถดำเนินชีวิตประจำวันปกติ
ผู้วิจัยจะติดตามสอบถามอาการต่างๆ รวมถึงการทานยาหรือไม่ โดยผู้วิจัยจะติดตามโดยการโทรศัพท์
สอบถามทุกสัปดาห์ หรือหากผู้เข้าร่วมการวิจัยท่านใดมีข้อสงสัยจะสามารถสอบถามผู้วิจัยได้ทุกเมื่อ





รูปที่ 15 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยของการศึกษาที่ 2

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตระดับปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 2 คน ทำหน้าที่เตรียมสถานที่ อุปกรณ์การทดสอบ และจัดบันทึก ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดสอบและอบรมวิธีการทดสอบค่าตัวแปรต่างๆ รวมถึงขั้นตอนการ ดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจนเพื่อให้การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นมาตรฐาน เดียวกัน

2. สถานที่ที่ใช้ในการวิจัย ณ ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาและการออกกำลังกาย อาคาร จุฬาพัฒน์ 14 ชั้น 10 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทดสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) ของข้อมูลด้วยวิธี Shapiro-Wilk Test

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรสมรรถภาพปอด แรงดันการหายใจเข้า สูงสุด แรงดันการหายใจเข้าสูงสุด ค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก ความสามารถทางแอโรบิก และไซโตไคน์ ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบผสม (Mixed-design ANOVA) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5 หากพบความแตกต่างทำ การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยวิธีแอลเอสดี (LSD)

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคัน จมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และอาการโดยรวม และค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านไซโตไคน์ ภายในกลุ่ม โดยการทดสอบของครัสคาลและวัลลิส (The Kruskal-wallis One-Way Analysis of Variance By Rank Test) และการทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าระหว่างกลุ่ม โดยการทดสอบของวิลคอกซัน (Wilcoxon signed-rank test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เป็นนิสิตและบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มาใช้บริการ ณ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อายุระหว่าง 18-35 ปี โดยให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกาย 2 รูปแบบ ได้แก่ การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:1 และอัตราส่วน 1:2 จำนวน 12 คน ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลจากการศึกษาผลฉับพลันการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ตามระเบียบวิธีการทางสถิติ โดยทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศ และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด ตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกและค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า และตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชั่น ระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาทีภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (Two-way Repeated-measures ANOVA) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5 การทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม และอาการน้ำมูกไหล

ระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาทีภายในกลุ่มโดยการทดสอบของฟรีดแมน (Friedman test) และการทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม และอาการน้ำมูกไหล ระหว่างกลุ่ม โดยการทดสอบวิลคอกซัน (Wilcoxon signed-rank test) จากนั้นจึงนำผลมาวิเคราะห์เสนอในตารางประกอบความเรียง โดยการแบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยา

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยา

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจและ

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยา

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยา

ตัวแปรด้านสรีรวิทยาพื้นฐาน	\bar{X}	SEM
อายุ (ปี)	23.08	1.06
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	62.2	2.95
ดัชนีมวลกาย (กก/ม ²)	21.88	0.61
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	81.33	3.24
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	112.25	2.17
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	64.08	2.25
คะแนนอาการของผู้ป่วยโรคภูมิแพ้จากภูมิแพ้ (คะแนน)	8	0.30

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 คน มีค่าเฉลี่ยของอายุ 23.08 ± 1.06 ปี น้ำหนัก 62.20 ± 2.95 กิโลกรัม ดัชนีมวลกาย 21.88 ± 0.61 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก 81.33 ± 3.24 ครั้งต่อนาที ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว 112.25 ± 2.17 มิลลิเมตรปรอท ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว 64.0833 ± 2.25 มิลลิเมตรปรอท และคะแนนอาการของผู้ป่วยโรคภูมิแพ้จากภูมิแพ้ 8 ± 0.30

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้าน
สรีรวิทยา

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออก
กำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที
และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

อัตราการเต้น ของหัวใจ	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออก	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
	กำลังกาย	0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	80.50 ± 4.05	101 ± 3.10	91.08 ± 3.50	86.67 ± 4.27	86.33 ± 4.51	82.92 ± 4.66	0.644	<.001*	0.595
HIIT 1:2	83.83 ± 3.64	102.42 ± 3.04	90.33 ± 3.62	87.75 ± 3.28	87.58 ± 2.42	83.42 ± 2.78			
p - value (Group)	0.114	0.500	0.783	0.719	0.720	0.899			

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย
ทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลัง
ออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาพบว่ามี ความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการ
ทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		<.001*	<.001*	0.014*	0.006*	0.268
หลังออกกำลังกายทันที			<.001*	<.001*	<.001*	<.001*
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.002*	0.013*	<.001*
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.759	<.001*
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						<.001*
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						<.001*

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 3 พบว่ากลุ่ม HIIT 1:1 มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาที ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 45 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:2

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		<.001*	0.029*	0.234	0.227	0.889
หลังออกกำลังกายทันที			<.001*	<.001*	<.001*	<.001*
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.235	0.173	0.003*
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.910	0.096
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.008*
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

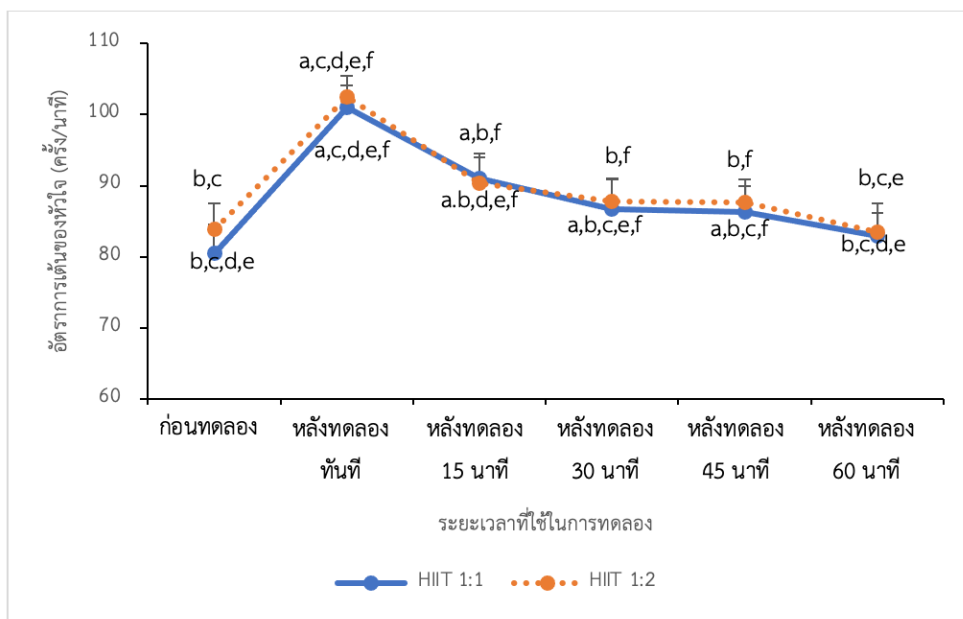
*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 4 พบว่ากลุ่ม HIIT 1:2 มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกายทันที และหลังออกกำลังกาย 15 นาที เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาทีอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 45 นาทีอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



^ap < .05 แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย

^bp < .05 แตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที

^cp < .05 แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาที

^dp < .05 แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 30 นาที

^ep < .05 แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 45 นาที

^fp < .05 แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 60 นาที

แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM)

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	111.25 ± 2.22	117.08 ± 2.25	110.50 ± 2.09	105.67 ± 2.66	105.83 ± 2.80	106.75 ± 2.98	0.595	<.001*	0.630
HIIT 1:2	108.92 ± 2.68	114 ± 1.86	107.58 ± 3.07	107.17 ± 3.38	107.25 ± 2.82	109 ± 3.23			
p - value (Group)	0.223	0.064	0.125	0.329	0.382	0.175			

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาพบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวระหว่างก่อนออกกำลังกาย กำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		0.002*	0.691	0.007*	0.013*	0.069
หลังออกกำลังกายทันที			<.001*	<.001*	<.001*	0.691
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.003*	0.007*	<.033*
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.761	0.162
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.204
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

ตารางที่ 6 พบว่ากลุ่ม HIIT 1:1 มีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังออกกำลังกาย 45 นาที เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบหลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังออกกำลังกาย 45 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบหลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาทีอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

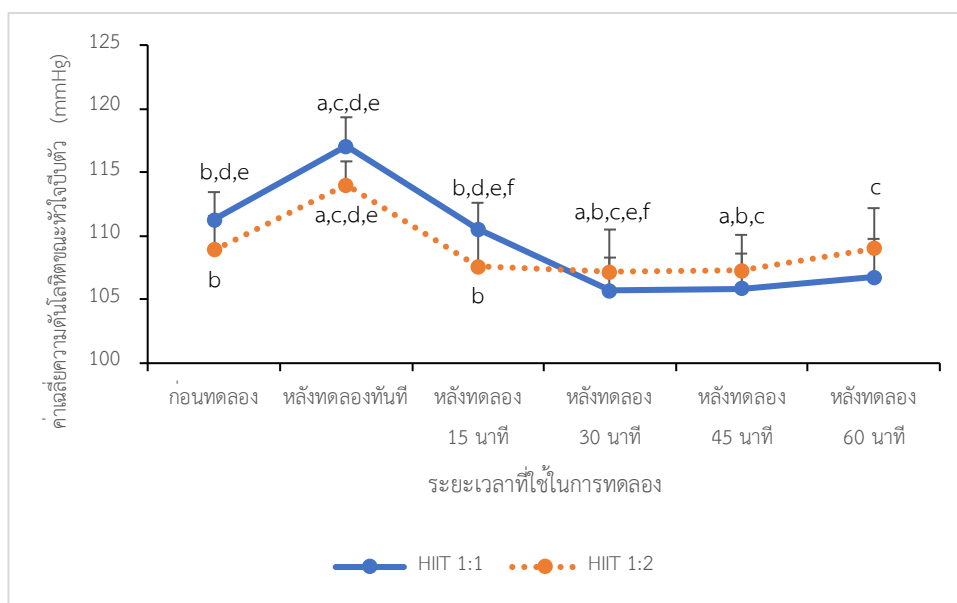
ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:2

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		0.002*	0.556	0.162	0.233	0.951
หลังออกกำลังกายทันที			0.033*	0.006*	0.005*	0.052
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.846	0.836	0.513
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.933	0.262
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.247
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

ตารางที่ 7 พบว่ากลุ่ม HIIT 1:2 มีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังออกกำลังกายทันที เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบหลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังออกกำลังกาย 45 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



^a $p < .05$ แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย

^b $p < .05$ แตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที

^c $p < .05$ แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาที

^d $p < .05$ แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 30 นาที

^e $p < .05$ แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 45 นาที

^f $p < .05$ แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 60 นาที

แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM)

ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวก่อนออกกำลังกาย หลัง ออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	62.33 ± 2.83	65.17 ± 2.94	63.33 ± 3.14	63.75 ± 2.90	63.83 ± 3.01	62.25 ± 2.80	0.169	.056	0.244
HIIT 1:2	63.92 ± 3.02	65.83 ± 2.57	63.67 ± 3.23	64.58 ± 2.76	63.67 ± 2.76	63.33 ± 2.67			
p - value (Group)	0.394	0.066	0.457	0.117	0.872	0.209			

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวก่อนออกกำลังกาย หลังออก กายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาไม่พบความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการ ทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
		กำลังกาย	0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที			
HIIT 1:1	2.74 ± 0.16	2.64 ± 0.20	2.56 ± 0.19	2.62 ± 0.19	2.69 ± 0.17	2.69 ± 0.18	0.122	0.156	0.381
HIIT 1:2	2.57 ± 0.19	2.53 ± 0.13	2.40 ± 0.15	2.32 ± 0.16	2.32 ± 0.16	2.35 ± 0.17			
p - value (Group)	0.057	0.512	0.367	0.114	0.108	0.125			

จากตารางที่ 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาไม่พบความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจ ออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	2.59 ± 0.14	2.54 ± 0.21	2.45 ± 0.21	2.47 ± 0.22	2.65 ± 0.17	2.68 ± 0.18	0.073	0.268	0.574
HIIT 1:2	2.35 ± 0.23	2.27 ± 0.15	2.16 ± 0.18	2.07 ± 0.15	2.12 ± 0.16	2.22 ± 0.18			
p - value (Group)	0.115	0.303	0.24	0.155	0.057	0.058			

จากตารางที่ 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจ ออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาไม่พบความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	94.80 ± 2.35	96.90 ± 1.68	95.18 ± 2.48	92.35 ± 3.08	98.75 ± 1.16	99.50 ± 0.27	0.079	0.119	0.756
HIIT 1:2	90.58 ± 4.06	89.83 ± 4.13	89.58 ± 3.70	89.72 ± 3.64	91.93 ± 2.93	93.65 ± 2.88			
p - value (Group)	0.198	0.127	0.237	0.607	0.05	0.063			

จากตารางที่ 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาไม่พบความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุดระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	3.94 ± 0.33	3.85 ± 0.42	3.54 ± 0.43	3.62 ± 0.43	4.10 ± 0.39	4.14 ± 0.38	0.056	0.213	0.381
HIIT 1:2	3.77 ± 0.55	3.37 ± 0.43	3.10 ± 0.43	2.85 ± 0.38	3.91 ± 0.36	3.11 ± 0.34			
p - value (Group)	0.733	0.288	0.337	0.148	0.062	0.063			

จากตารางที่ 12 พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตรร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุดก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาไม่พบความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาทีระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออก	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
	กำลังกาย	0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	128.92 ± 11.40	126.58 ± 11.24	122.77 ± 10.10	126.53 ± 10.88	117.90 ± 9.79	121.89 ± 11.56	0.553	0.313	0.276
HIIT 1:2	125.90 ± 12.21	128.12 ± 11.57	125.15 ± 11.66	124.68 ± 10.88	126.10 ± 11.04	125.26 ± 11.32			
p - value (Group)	0.533	0.62	0.697	0.463	0.168	0.207			

จากตารางที่ 13 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาทีก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาไม่พบความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันการหายใจเข้าสู่สูงสุดระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลัง ออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	74.92 ± 4.71	75.83 ± 4.49	70.08 ± 4.34	74.67 ± 4.94	73.67 ± 4.50	74.33 ± 4.54	0.489	0.478	0.146
HIIT 1:2	76.50 ± 4.55	75.25 ± 4.61	76.75 ± 4.14	73.58 ± 4.93	73.08 ± 4.57	75.17 ± 4.58			
p - value (Group)	0.503	0.851	0.003*	0.724	0.813	0.73			

จากตารางที่ 14 พบว่า ค่าเฉลี่ยแรงดันการหายใจเข้าสู่สูงสุดหลังการออกกำลังกายนาที่ที่ 15 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออก กาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาไม่พบความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการ ทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันการหายใจออกสูงสุดระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลัง ออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	73.58 ± 4.33	72.17 ± 4.36	68.17 ± 3.69	68.67 ± 4.29	69.58 ± 4.14	71.17 ± 4.74	0.846	0.563	0.292
HIIT 1:2	70.08 ± 4.11	69.67 ± 4.45	69.75 ± 3.77	70.75 ± 3.75	71.17 ± 3.55	68.83 ± 3.36			
p - value (Group)	0.25	0.519	0.626	0.413	0.696	0.486			

จากตารางที่ 15 พบว่า ค่าเฉลี่ยแรงดันการหายใจออกสูงสุดก่อนออกกำลังกาย หลังออก กายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาไม่พบความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการ ทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ 1:2

ระยะเวลา	HIIT 1:1		HIIT 1:2		Z	p-value
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM		
ก่อนออกกำลังกาย	1.33	0.19	1.67	0.22	-1.633	0.102
หลังออกกำลังกาย	0.41	0.19	0.41	0.12	0	1
หลังออกกำลังกาย 15 นาที	0.67	0.19	0.75	0.18	-0.322	0.748
หลังออกกำลังกาย 30 นาที	0.91	0.23	0.91	0.19	0	1
หลังออกกำลังกาย 45 นาที	0.83	0.20	0.75	0.18	-0.173	0.862
หลังออกกำลังกาย 60 นาที	0.75	0.22	0.75	0.15	0	1

จากตารางที่ 16 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ 1:2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Friedman χ^2	p-value
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที		
HIIT 1:1	1.33 ±	0.41 ±	0.67 ±	0.91 ±	0.83 ±	0.75 ±	10.336	0.066
	0.19	0.19	0.19	0.23	0.21	0.21		
HIIT 1:2	1.67 ±	0.41 ±	0.75 ±	0.91 ±	0.75 ±	0.75 ±	18.34	0.003*
	0.22	0.22	0.12	0.18	0.19	0.18		

*p < .05 แตกต่างกันระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 17 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	หลังออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย	0.002*	0.091	0.23	0.156	0.141	
หลังออกกำลังกายทันที		0.173	0.064	0.102	0.114	
หลังออกกำลังกาย 15 นาที			0.623	0.785	0.827	
หลังออกกำลังกาย 30 นาที				0.827	0.785	
หลังออกกำลังกาย 45 นาที					0.956	
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย

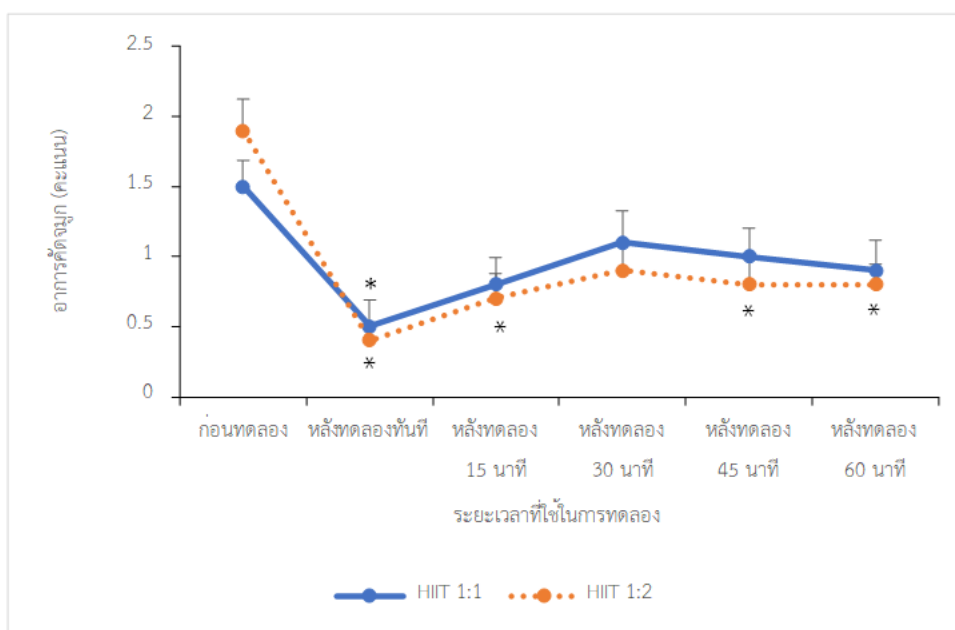
จากตารางที่ 18 พบว่ากลุ่ม HIIT 1:1 มีค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกหลังออกกำลังกาย ลดลง แตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:2

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	หลังออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		0.002*	0.044*	0.091	0.025*	0.038*
หลังออกกำลังกายทันที			0.275	0.156	0.383	0.3
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.743	0.827	0.956
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.585	0.703
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.87
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย

จากตารางที่ 18 พบว่ากลุ่ม HIIT 1:2 มีค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย

แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM)

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคั้นจมูกก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ 1:2

ระยะเวลา	HIIT 1:1		HIIT 1:2		Z	p-value
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM		
ก่อนออกกำลังกาย	1.67	0.19	1.50	0.23	-0.541	0.589
หลังออกกำลังกายทันที	0.50	0.15	0.33	0.11	-0.541	0.589
หลังออกกำลังกาย 15 นาที	0.42	0.14	0.33	0.11	-0.322	0.748
หลังออกกำลังกาย 30 นาที	0.75	0.14	0.42	0.15	-0.933	0.351
หลังออกกำลังกาย 45 นาที	0.92	0.23	0.58	0.19	-0.966	0.334
หลังออกกำลังกาย 60 นาที	0.75	0.22	0.42	0.12	-0.966	0.334

จากตารางที่ 19 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการคั้นจมูกก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Friedman χ^2	p-value
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที		
HIIT 1:1	1.67 ± 0.19	0.5 ± 0.15	0.42 ± 0.14	0.75 ± 0.14	0.92 ± 0.23	0.75 ± 0.22	24.625	<.001*
	1.50 ± 0.23	0.33 ± 0.11	0.33 ± 0.11	0.42 ± 0.15	0.58 ± 0.19	0.42 ± 0.12		
HIIT 1:2	1.67 ± 0.19	0.5 ± 0.15	0.42 ± 0.14	0.75 ± 0.14	0.92 ± 0.23	0.75 ± 0.22	27.343	<.001*
	1.50 ± 0.23	0.33 ± 0.11	0.33 ± 0.11	0.42 ± 0.15	0.58 ± 0.19	0.42 ± 0.12		

*p < .05 แตกต่างกันระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 20 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย ทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		0.002*	0.001*	0.016*	0.025*	0.005*
หลังออกกำลังกายทันที			0.913	0.478	0.383	0.743
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.413	0.326	0.663
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.87	0.703
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.585
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย

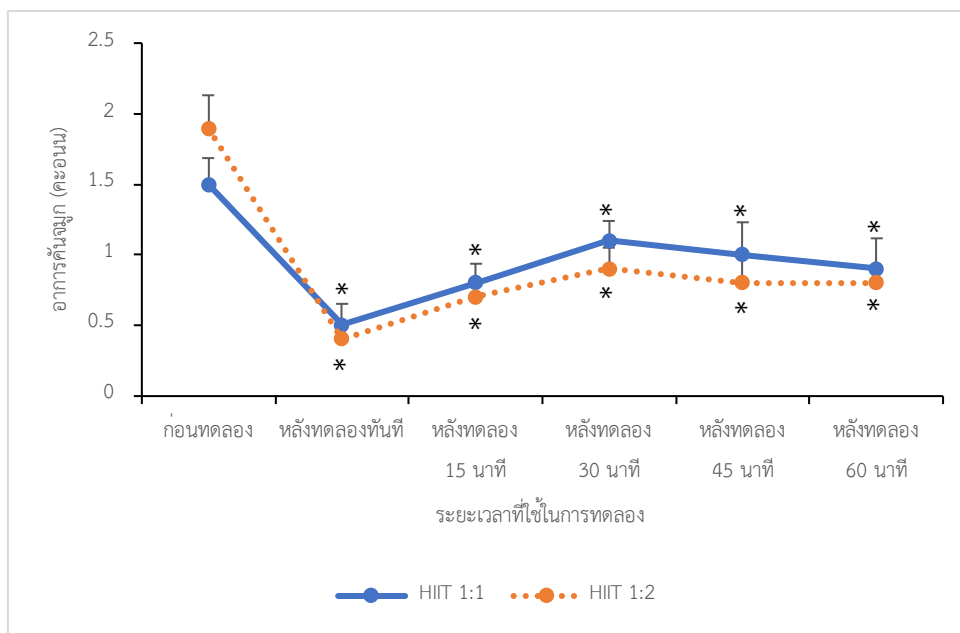
จากตารางที่ 21 พบว่ากลุ่ม HIIT 1:1 มีค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 22 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:2

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		0.003*	0.003*	0.004*	0.012*	0.005*
หลังออกกำลังกายทันที			1	0.956	0.663	0.87
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.956	0.663	0.87
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.703	0.913
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.785
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย

จากตารางที่ 22 พบว่ากลุ่ม HIIT 1:2 มีค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



* $p < .05$ แตกต่างระหว่างระยะเวลา

แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM)

ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

ตารางที่ 23 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอาการจามระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ 1:2

ระยะเวลา	HIIT 1:1		HIIT 1:2		Z	p-value
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM		
ก่อนออกกำลังกาย	1.17	0.21	1	0.21	-1	0.317
หลังออกกำลังกายทันที	0	0	0	0	0	1
หลังออกกำลังกาย 15 นาที	0.17	0.07	0	0	-1.414	0.157
หลังออกกำลังกาย 30 นาที	0.08	0.06	0.25	0.10	-1.414	0.157
หลังออกกำลังกาย 45 นาที	0.25	0.10	0.25	0.13	0	1
หลังออกกำลังกาย 60 นาที	0.25	0.10	0	0	-1	0.317

จากตารางที่ 23 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการจามระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 24 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการจามระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	หลังออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Friedman χ^2	p-value
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที		
HIIT 1:1	1.17 ±		0.17 ±	0.08 ±	0.25 ±	0.25 ±	34.132	<.001*
	0.21	0	0.07	0.06	0.10	0.10		
HIIT 1:2	1 ±		0.25 ±	0.25 ±			32	<.001*
	0.21	0	0.10	0.13	0			

*p < .05 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 24 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการจามระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 25 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอาการจามระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		<.001*	0.005*	0.002*	0.003*	0.003*
หลังออกกำลังกายทันที			0.585	0.785	0.703	0.703
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.785	0.87	0.87
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.913	0.913
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						1
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างกันระหว่างระยะเวลา

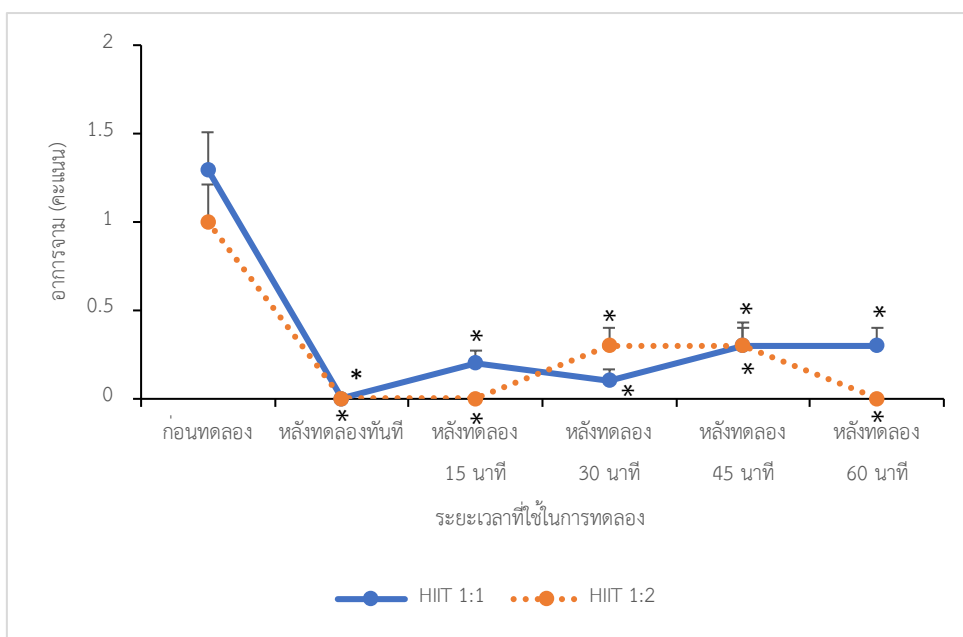
จากตารางที่ 25 พบว่า กลุ่ม HIIT 1:1 มีค่าเฉลี่ยอาการจามหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 26 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอาการจามระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:2

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		0.005*	0.005*	0.029*	0.016*	0.005*
หลังออกกำลังกายทันที			1	0.513	0.663	1
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.513	0.663	1
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.827	0.513
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.663
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างกันระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 26 พบว่า กลุ่ม HIIT 1:2 มีค่าเฉลี่ยอาการจามหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



* $p < .05$ แตกต่างระหว่างระยะเวลา

แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM)
ค่าเฉลี่ยอัตราการจามของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลระหว่างก่อน หลังออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

ระยะเวลา	HIIT 1:1		HIIT 1:2		Z	p-value
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM		
ก่อนออกกำลังกาย	1.5	0.23	1.42	0.19	-0.577	0.564
หลังออกกำลังกายทันที	0.92	0.15	0.42	0.15	-2.392	0.084
หลังออกกำลังกาย 15 นาที	1.08	0.23	0.58	0.15	-2.414	0.058
หลังออกกำลังกาย 30 นาที	1	0.17	0.67	0.19	-1.155	0.248
หลังออกกำลังกาย 45 นาที	0.75	0.22	0.5	0.19	-1.134	0.257
หลังออกกำลังกาย 60 นาที	0.75	0.22	0.33	0.14	-1.518	0.129

[†]p < .05 แตกต่างระหว่างกลุ่ม

จากตารางที่ 27 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 28 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Friedman χ^2	p-value
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที		
HIIT 1:1	1.50 ± 0.23	1.08 ± 0.15	1.10 ± 0.23	1 ± 0.17	0.75 ± 0.22	0.75 ± 0.22	11.603	0.087
	HIIT 1:2	1.42 ± 0.19	0.42 ± 0.15	0.58 ± 0.15	0.67 ± 0.19	0.5 ± 0.19		

*p < .05 แตกต่างกันระหว่างระยะเวลา

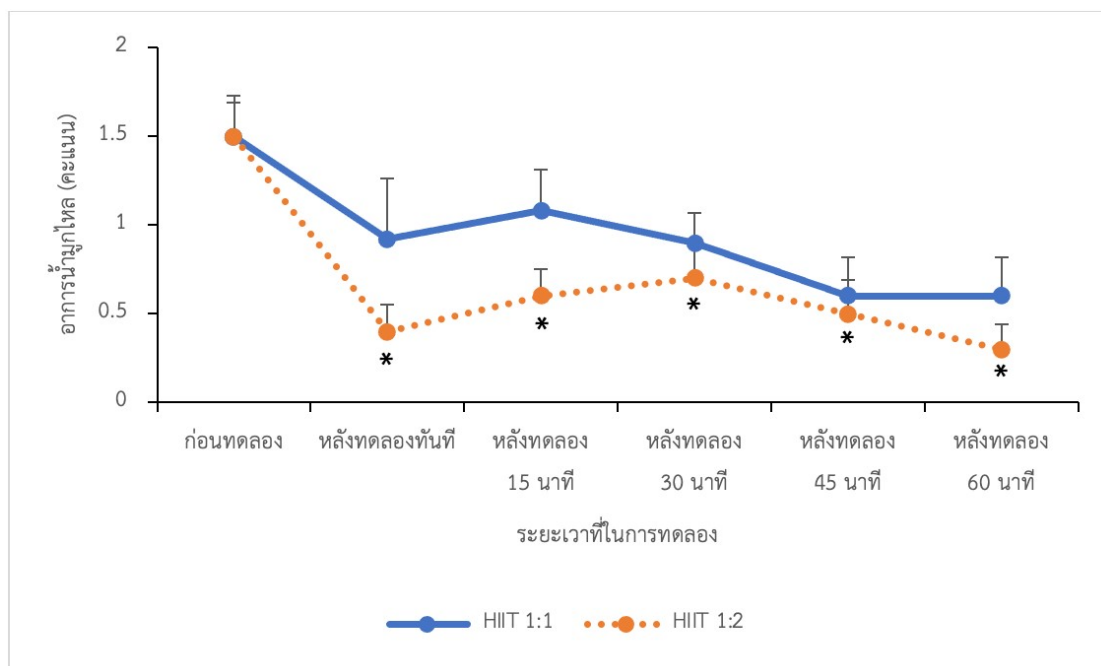
จากตารางที่ 28 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 29 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลัง ออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:2

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		0.008*	0.038*	0.05*	0.012*	0.004*
หลังออกกำลังกายทันที			0.548	0.478	0.87	0.827
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.913	0.663	0.413
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.585	0.354
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.703
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างกันระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 29 พบว่า กลุ่ม HIIT 1:2 มีค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออก กาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



* $p < .05$ แตกต่างระหว่างระยะเวลา † $p < .05$ แตกต่างระหว่างกลุ่ม

แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM)
ค่าเฉลี่ยอัตราการน้ำมูกไหลของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

ตารางที่ 30 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมระหว่างก่อน หลังออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

ระยะเวลา	HIIT 1:1		HIIT 1:2		Z	p-value
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM		
ก่อนออกกำลังกาย	5.67	0.53	5.58	0.47	-0.333	0.739
หลังออกกำลังกายทันที	2.42	0.54	1.17	0.28	-2.002	0.045 [†]
หลังออกกำลังกาย 15 นาที	2.75	0.35	1.17	0.31	-1.811	0.070
หลังออกกำลังกาย 30 นาที	2.67	0.33	2.42	0.43	-0.557	0.578
หลังออกกำลังกาย 45 นาที	2.75	0.38	2.08	0.48	-1.073	0.283
หลังออกกำลังกาย 60 นาที	2.50	0.48	1.33	0.31	-1.789	0.074

[†]p < .05 แตกต่างระหว่างกลุ่ม

จากตารางที่ 30 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมระหว่างหลังออกกำลังกายทันที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 และพบว่าก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 31 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Friedman χ^2	p-value
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที		
HIIT 1:1	5.67 ± 0.53	2.42 ± 0.54	2.75 ± 0.35	2.67 ± 0.33	2.75 ± 0.38	2.50 ± 0.48	16.297	0.006*
	5.58 ± 0.47	1.17 ± 0.28	1.17 ± 0.31	2.42 ± 0.43	2.08 ± 0.48	1.33 ± 0.31		

*p < .05 แตกต่างกันระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 31 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย ทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 32 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลัง ออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		0.001*	0.014*	0.005*	0.003*	0.004*
หลังออกกำลังกายทันที			0.413	0.663	0.743	0.703
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.703	0.623	0.663
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.913	0.956
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.956
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างกันระหว่างระยะเวลา

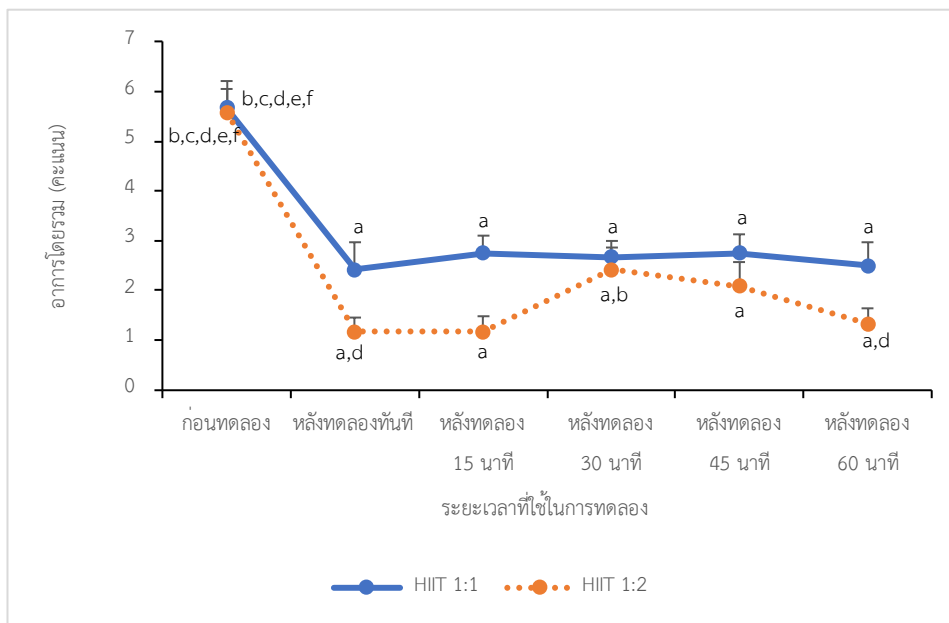
จากตาราง 32 พบว่า กลุ่ม HIIT 1:1 มีค่าเฉลี่ยอาการโดยรวม หลังออกกำลังกายทันที หลัง ออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 33 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลัง ออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:2

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		0.001*	0.001*	0.019*	0.002*	0.001*
หลังออกกำลังกายทันที			0.275	0.019*	0.114	0.913
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.210	0.623	0.326
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.445	0.025*
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.141
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างกันระหว่างระยะเวลา

จากตาราง 33 พบว่า กลุ่ม HIIT 1:2 มีค่าเฉลี่ยอาการโดยรวม หลังออกกำลังกายทันที หลัง ออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้พบว่า หลังออกกำลังกายทันทีแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 30 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ พบว่าหลังออกกำลังกาย 30 นาทีแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 60 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ .05



^ap < .05 แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย

^bp < .05 แตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที

^cp < .05 แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาที

^dp < .05 แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 30 นาที

^ep < .05 แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 45 นาที

^fp < .05 แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 60 นาที

แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

ตารางที่ 34 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	135.45 ± 11.53	132.73 ± 10.81	121.84 ± 7.31	121.97 ± 7.58	123.44 ± 8.25	112.64 ± 8.03	0.041 [†]	<.001*	0.157
HIIT 1:2	138.65 ± 6.05	102.15 ± 6.92	107.70 ± 6.62	107.87 ± 7.12	104.12 ± 7.27	107.32 ± 8.32			
p - value (Group)	0.785	0.013 [†]	0.106	0.131	0.061	0.604			

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา †p < .05 แตกต่างระหว่างกลุ่ม

จากตารางที่ 34 พบว่า ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายทันทีมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และพบว่า ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาพบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 35 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย	0.818	0.209	0.292	0.264	0.039*	
หลังออกกำลังกายทันที		0.219	0.235	0.322	0.09	
หลังออกกำลังกาย 15 นาที			0.985	0.8	0.183	
หลังออกกำลังกาย 30 นาที				0.888	0.313	
หลังออกกำลังกาย 45 นาที					0.081	
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

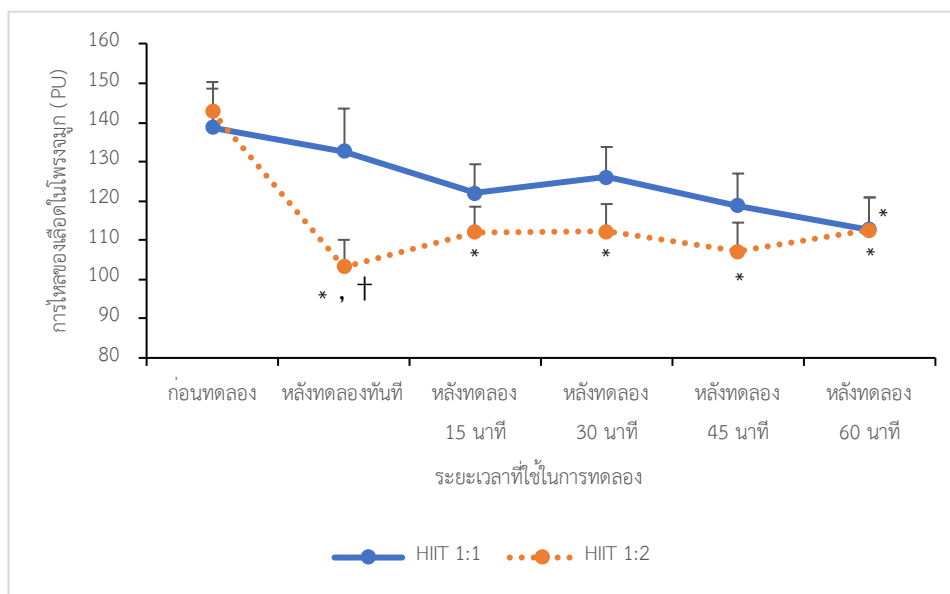
ตารางที่ 35 พบว่า กลุ่ม HIIT 1:1 มีค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 36 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:2

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		<.001*	<.001*	<.001*	<.001*	0.005*
หลังออกกำลังกายทันที			0.435	0.38	0.814	0.478
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.949	0.451	0.955
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.371	0.921
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.622
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

ตารางที่ 36 พบว่า กลุ่ม HIIT 1:2 มีค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



* $p < .05$ แตกต่างระหว่างระยะเวลา † $p < .05$ แตกต่างระหว่างกลุ่ม

แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

ตารางที่ 37 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออก	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
	กำลังกาย	0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	117.5 ± 0.80	140 ± 9.05	128.33 ± 8.86	120 ± 9.61	123.33 ± 8.56	122.5 ± 9.93	0.592	<.001*	0.173
HIIT 1:2	102.50 ± 9.47	138.33 ± 9.76	117.50 ± 11.49	115 ± 8.92	120 ± 7.78	129.17 ± 9.81			
p - value (Group)	0.111	0.845	0.403	0.663	0.692	0.578			

HIIT 1:2

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 37 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาพบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 38 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก ขณะหายใจเข้าระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออก กำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		<.001*	0.133	0.718	0.472	0.497
หลังออกกำลังกายทันที			0.062	0.003*	0.034*	0.006*
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.117	0.111	0.359
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.54	0.667
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.905
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

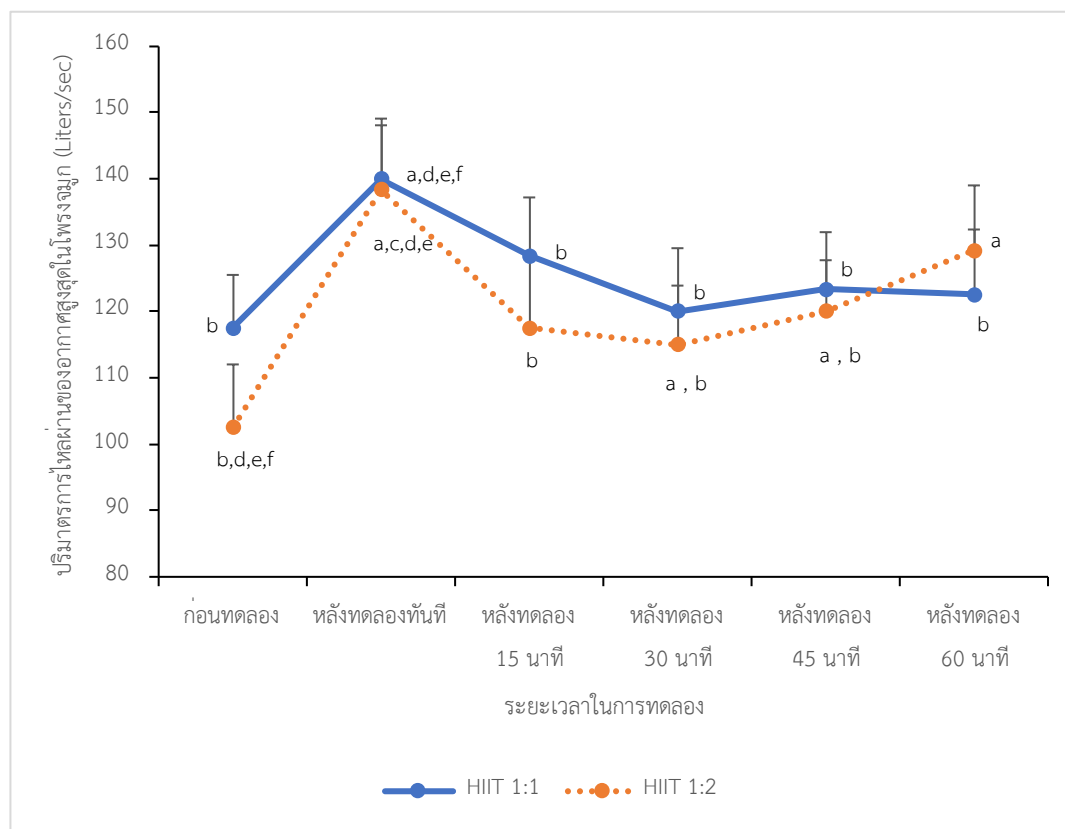
ตารางที่ 38 พบว่า กลุ่ม HIIT 1:1 มีค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าหลังออกกำลังกายทันที มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และพบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าหลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 39 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก ขณะหายใจเข้าระหว่างก่อน หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:2

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		<.001*	0.05	0.014*	0.031*	<.001*
หลังออกกำลังกายทันที			<.001*	0.003*	0.008*	0.176
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.766	0.745	0.1
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.309	0.06
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.119
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

ตารางที่ 39 พบว่า กลุ่ม HIIT 1:2 มีค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก ขณะหายใจเข้าหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และพบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก ขณะหายใจเข้าหลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังออกกำลังกาย 45 นาที มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



^a $p < .05$ แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย

^b $p < .05$ แตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที

^c $p < .05$ แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาที

^d $p < .05$ แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 30 นาที

^e $p < .05$ แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 45 นาที

^f $p < .05$ แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 60 นาที

แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ย ปริมาณการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชั่น

ตารางที่ 40 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

กลุ่มตัวอย่าง	ระยะเวลา						p-value		
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย					Group	Time	Interaction
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที			
HIIT 1:1	10.58 ± 2.33	9.42 ± 2.08	9.67 ± 1.83	9.58 ± 1.85	9.33 ± 1.73	8.75 ± 1.86	0.851	0.017*	0.873
HIIT 1:2	11.25 ± 1.83	9.33 ± 1.54	10.17 ± 1.89	9.42 ± 1.76	9.75 ± 1.88	9.58 ± 1.94			
p - value (Group)	0.792	0.969	0.788	0.926	0.813	0.723			

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา

จากตารางที่ 40 พบว่ามีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาพบว่ามีค่าความแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 41 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:1

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		0.156	0.335	0.413	0.179	0.042*
หลังออกกำลังกายทันที			0.709	0.82	0.9	0.22
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.894	0.621	0.168
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.76	0.282
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.206
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย

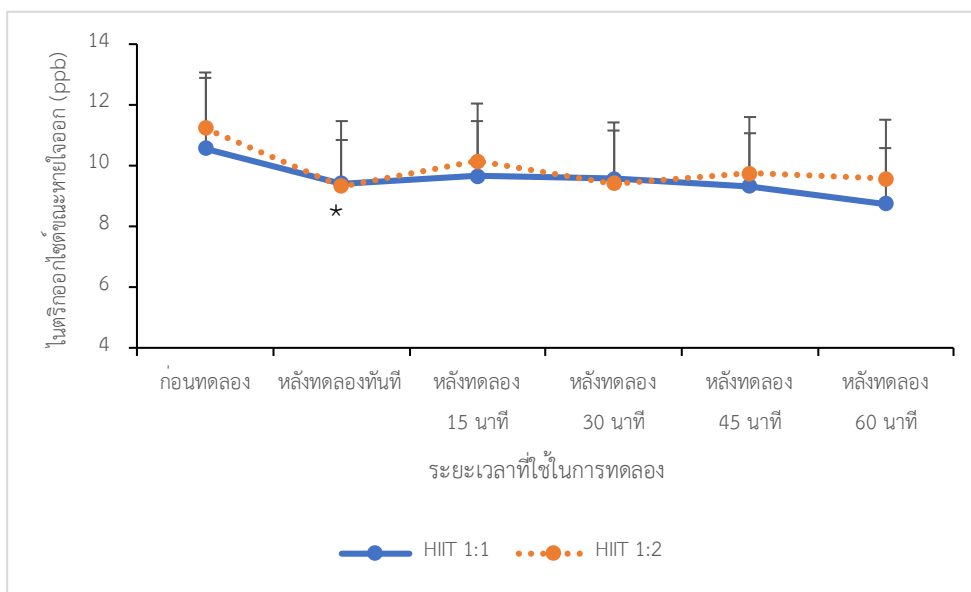
จากตารางที่ 41 พบว่ากลุ่ม HIIT 1:1 มีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกหลังออกกำลังกาย 60 นาทีลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 42 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ภายในกลุ่ม HIIT 1:2

ระยะเวลา	ระยะเวลา					
	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย				
		0 นาที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
ก่อนออกกำลังกาย		0.045*	0.214	0.102	0.108	0.064
หลังออกกำลังกายทันที			0.255	0.896	0.516	0.775
หลังออกกำลังกาย 15 นาที				0.291	0.61	0.253
หลังออกกำลังกาย 30 นาที					0.551	0.799
หลังออกกำลังกาย 45 นาที						0.848
หลังออกกำลังกาย 60 นาที						

*p < .05 แตกต่างกับกับก่อนออกกำลังกาย

จากตารางที่ 42 พบว่ากลุ่ม HIIT 1:2 มีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกหลังออกกำลังกายทันทีลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย

แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM)

ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกของกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

ผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เป็นนิสิตและบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มาใช้บริการ ณ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 36 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน รวมทั้งหมด 36 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ได้รับการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการฝึกการออกกำลังกายระดับปานกลางแบบต่อเนื่อง และกลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ โดยไม่ได้รับการฝึกออกกำลังกายใดๆ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลจากการศึกษาผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ตามระเบียบวิธีการทางสถิติ โดยทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ปริมาณไขมัน อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศ และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด ตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกและค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า ตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน ได้แก่ ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก ตัวแปรด้านไซโตไคน์ ได้แก่ อินเตอเลอคินทู อินเตอเลอคินไฟฟ์ อินเตอเลอคินทูต่ออินเตอเลอคินไฟฟ์ อินเตอเลอคินซิกซ์ และทีเอ็นเอฟอัลฟา ตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก ได้แก่ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต ได้แก่ การประเมินคุณภาพชีวิตของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยใช้แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิตโรคจมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้ระหว่างก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกาย ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม (Mixed-design ANOVA) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5 การทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการ

จาม อาการน้ำมูกไหล และอาการโดยรวม ตัวแปรด้านไซโตไคน์ ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินทู อินเตอร์ลิวคินไฟฟ์ อินเตอร์ลิวคินซิกซ์ และทีเอ็นเอฟอัลฟา และตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต ได้แก่ อาการทางจมู อาการทางตา อาการทางระบบอื่นๆ ปัญหาในการทำงานหรือการเรียน กิจกรรมที่ทำได้จำกัด การนอนหลับ การเข้าสังคม อารมณ์ และคุณภาพชีวิตโดยรวมระหว่างก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกายในกลุ่มโดย การทดสอบของครัสคาลและวัลลิส (The Kruskal-wallis One-Way Analysis of Variance By Rank Test) และการทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบ ระหว่างกลุ่ม โดยการทดสอบวิลคอกซัน (Wilcoxon signed-rank test) จากนั้นจึงนำผลมาวิเคราะห์เสนอในตารางประกอบความเรียง โดยการแบ่งการนำเสนอออกเป็น 7 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้าน สรีรวิทยา

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้าน สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวใจ และความสามารถทางแอโรบิก

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านอาการ ของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านไซโตไคน์ และตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้าน คุณภาพชีวิต

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้าน
สรีรวิทยา

ตารางที่ 43 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยาระหว่างก่อนและหลังการทดลองของ
กลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=12)				p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	
น้ำหนัก (กก.)	63.71	3.10	63.78	2.93	0.917
ดัชนีมวลกาย (กก/ม ²)	22.10	0.87	22.21	0.81	0.605
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	27.91	2.76	28.87	2.55	0.144
อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	76.08	2.48	76.92	2.67	0.660
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	113.75	2.99	115.67	3.10	0.284
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลาย ตัว (มม.ปรอท)	68.75	3.70	70.92	3.83	0.482

จากตารางที่ 43 พบว่า ค่าเฉลี่ยข้อมูลด้านสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ปริมาณไขมัน อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 44 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยาระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา

ตัวแปร	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (n=12)				p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	
น้ำหนัก (กก.)	64.47	3.24	62.86	3.06	0.016*
ดัชนีมวลกาย (กก/ม ²)	23.09	0.91	22.49	0.85	0.013*
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	29.44	2.88	27.88	2.66	0.026*
อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	80.36	2.59	79.73	2.81	0.748
ความดันโลหิตขณะหัวใจ บีบตัว (มม.ปรอท)	118.46	3.12	117.36	3.24	0.557
ความดันโลหิตขณะหัวใจ คลายตัว (มม.ปรอท)	70.46	3.83	74.27	4.00	0.238

* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 44 พบว่า ค่าเฉลี่ยข้อมูลด้านสรีรวิทยา ได้แก่ อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย และปริมาณไขมันของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 45 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยาระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12)				p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	
น้ำหนัก (กก.)	62.50	2.98	61.26	2.82	0.041*
ดัชนีมวลกาย (กก/ม ²)	22.62	0.84	22.19	0.78	0.045*
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	33.04	2.65	31.67	2.45	0.032*
อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	79.08	2.38	79.00	2.58	0.966
ความดันโลหิตขณะหัวใจ บีบตัว (มม.ปรอท)	113.69	2.87	114.23	2.98	0.752
ความดันโลหิตขณะหัวใจ คลายตัว (มม.ปรอท)	65.77	3.52	71.46	3.68	0.060

*p<0.05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 45 พบว่า ค่าเฉลี่ยข้อมูลด้านสรีรวิทยา ได้แก่ อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย และปริมาณไขมันของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 46 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยาก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง					
	กลุ่มควบคุม (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับ ปานกลาง(n=12)	
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM
น้ำหนัก (กก.)	63.71	3.10	64.47	3.24	62.50	2.98
ดัชนีมวลกาย	22.10	0.87	23.09	0.91	22.62	0.84
ปริมาณไขมัน (%)	27.91	2.76	29.44	2.88	33.04	2.65
อัตราการเต้นหัวใจ ขณะพัก (ครั้ง/ นาที)	76.08	2.48	80.36	2.59	79.08	2.38
ความดันโลหิตขณะ หัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	113.75	2.99	118.46	3.12	113.69	2.87
ความดันโลหิตขณะ หัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	68.75	3.70	70.46	3.83	65.77	3.52

จากตารางที่ 46 พบว่า ค่าเฉลี่ยข้อมูลด้านสรีรวิทยาก่อนการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ปริมาณไขมัน อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 47 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยาหลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	หลังการทดลอง					
	กลุ่มควบคุม (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับ ปานกลาง(n=12)	
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM
น้ำหนัก (กก.)	63.78	2.93	62.86	3.06	61.26	2.82
ดัชนีมวลกาย	22.21	0.81	22.49	0.85	22.19	0.78
ปริมาณไขมัน (%)	28.87	2.55	27.88	2.66	31.67	2.45
อัตราการเต้นหัวใจ ขณะพัก (ครั้ง/ นาที)	76.92	2.67	79.73	2.81	79.00	2.58
ความดันโลหิตขณะ หัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	115.67	3.10	117.36	3.24	114.23	2.98
ความดันโลหิตขณะ หัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	70.92	3.83	74.27	4.00	71.46	3.68

จากตารางที่ 47 พบว่า ค่าเฉลี่ยข้อมูลด้านสรีรวิทยาหลังการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ปริมาณไขมัน อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .0

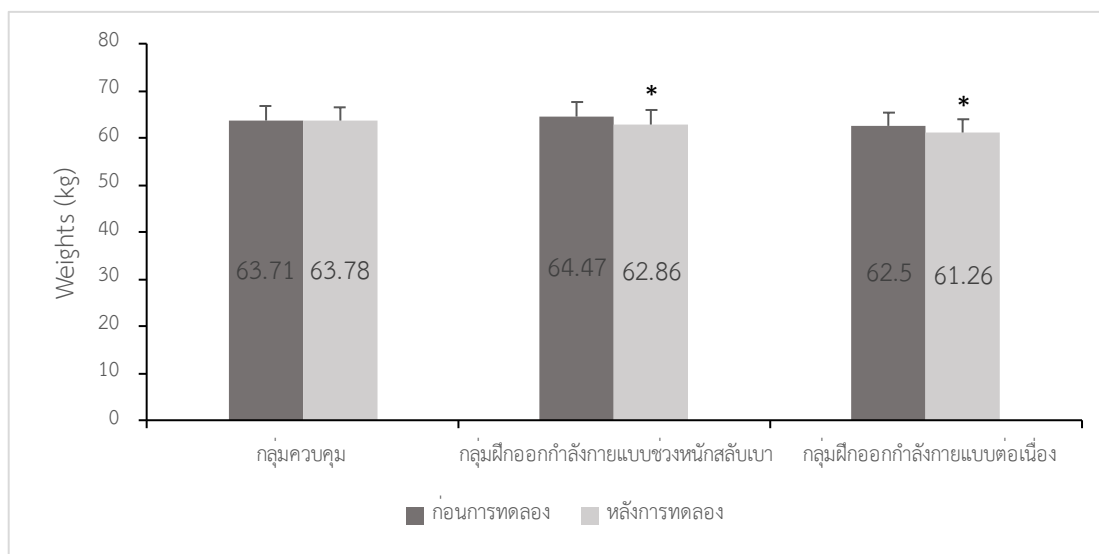
ตารางที่ 48 ผลสรุปการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยาระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง(n=12)		การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางชนิดซ้ำ		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	Time	Group	Time*Group
น้ำหนัก (กก.)	63.71 ± 3.10	63.78 ± 2.93	64.47 ± 3.24	62.86 ± 3.06*	62.50 ± 2.98	61.26 ± 2.82*	0.018*	0.228	0.40*
ดัชนีมวลกาย	22.10 ± 0.87	22.21 ± 0.81	23.09 ± 0.91	22.49 ± 0.85*	22.62 ± 0.84	22.19 ± 0.78*	0.033 *	0.266	0.880
ปริมาณไขมัน (%)	27.91 ± 2.76	28.87 ± 2.55	29.44 ± 2.88	27.88 ± 2.66*	33.04 ± 2.65	31.67 ± 2.45*	0.096	0.191	0.40*
อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	76.08 ± 2.48	76.92 ± 2.69	80.36 ± 2.59	79.73 ± 2.81	79.08 ± 2.38	79.00 ± 2.58	0.960	0.276	0.961
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	113.75 ± 2.99	115.67 ± 3.10	118.46 ± 3.12	117.36 ± 3.24	113.69 ± 2.87	114.23 ± 2.98	0.252	0.377	0.273
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	68.75 ± 3.67	70.92 ± 3.83	70.46 ± 3.83	74.27 ± 4.00	65.77 ± 3.53	71.46 ± 3.68	0.52	0.254	0.787

* p<0.05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

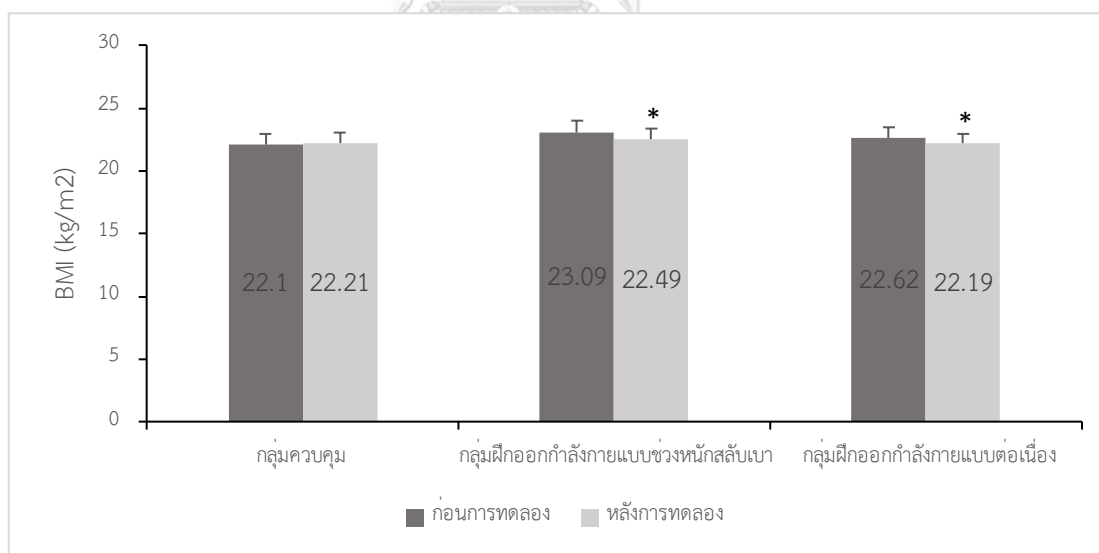
จากตารางที่ 48 พบว่า ค่าเฉลี่ยข้อมูลด้านสรีรวิทยา ได้แก่ อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย และปริมาณไขมันของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มควบคุมของตัวแปรด้านสรีรวิทยาเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยข้อมูลด้านสรีรวิทยาหลังการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ปริมาณไขมัน อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05





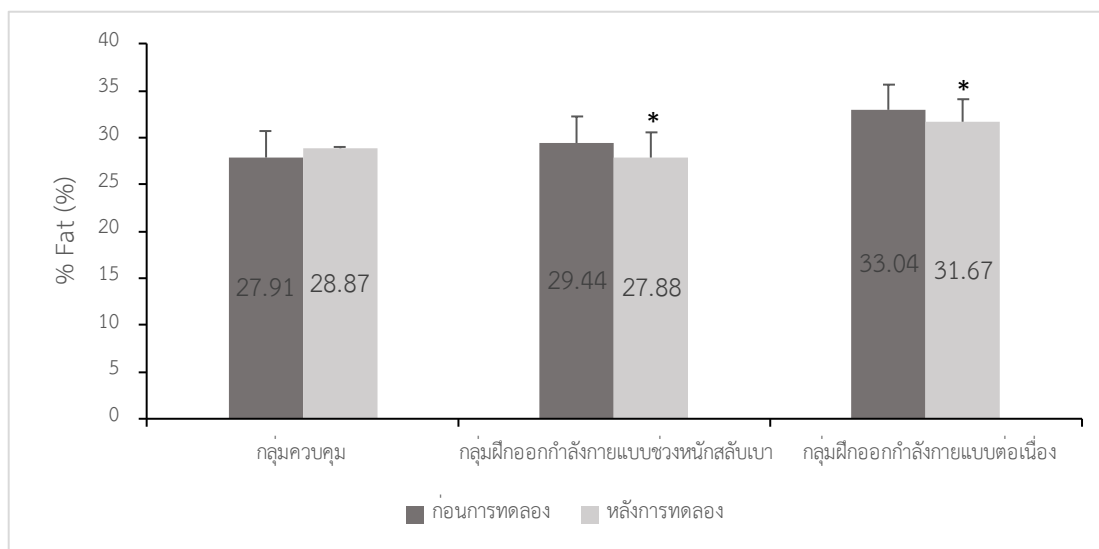
* $p < 0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยน้ำหนักก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบช่วงหน้าสลับเบา และกลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



* $p < 0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบช่วงหน้าสลับเบา และกลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



* $p < 0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณไขมันก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และความสามารถทางแอโรบิก

ตารางที่ 49 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพของปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถทางแอโรบิกระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=12)				p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	
สมรรถภาพของปอด					
1. FVC (L)	3.04	0.17	3.03	0.18	0.948
2. FEV1 (L)	2.96	0.17	2.85	0.19	0.373
3. FEV1/FVC (%)	97.13	2.00	93.55	2.92	0.207
4. FEF ₂₅₋₇₅ (L)	3.95	0.29	4.03	0.47	0.856
5. MVV (L/min)	123.23	9.23	121.24	9.94	0.834
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ					
1. MIP (cmH ₂ O)	81.75	6.11	86.08	6.30	0.064
2. MEP (cmH ₂ O)	77.75	5.66	83.42	6.07	0.069
ความสามารถทางแอโรบิก					
VO ₂ max (ml/kg/min)	33.18	2.21	30.95	2.01	.076

จากตารางที่ 49 พบว่า ค่าเฉลี่ยข้อมูลด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงความจุก้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุด และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและแรงดันการหายใจออกสูงสุด และตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก ได้แก่ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 50 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพของปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถทางแอโรบิกระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา

ตัวแปร	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา				p-value
	(n=12)				
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	
สมรรถภาพของปอด					
1. FVC (L)	3.01	0.18	3.24	0.19	0.019*
2. FEV1 (L)	2.95	0.18	3.06	0.20	0.410
3. FEV1/FVC (%)	98.01	2.09	94.51	3.05	0.236
4. FEF ₂₅₋₇₅ (L)	4.14	0.30	3.98	0.49	0.745
5. MVV (L/min)	119.21	9.65	143.31	10.38	0.001*
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ					
1. MIP (cmH ₂ O)	82.55	6.38	95.82	6.58	0.001*
2. MEP (cmH ₂ O)	81.18	5.91	99.36	6.34	0.001*
ความสามารถทางแอโรบิก					
VO ₂ max (ml/kg/min)	32.28	2.21	36.77	2.01	.001*

* p<0.05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 50 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่ามีค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงความจุร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุดของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ส่วนค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและแรงดันการหายใจออกสูงสุด และตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก ได้แก่ ความสามารถในการใช้

ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างก่อนและ
หลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



ตารางที่ 51 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพของปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถทางแอโรบิกระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง				p-value
	(n=12)				
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	
สมรรถภาพของปอด					
1. FVC (L)	2.71	0.17	2.91	0.17	0.028*
2. FEV1 (L)	2.45	0.16	2.65	0.18	0.091
3. FEV1/FVC (%)	90.41	1.93	89.69	2.81	0.788
4. FEF ₂₅₋₇₅ (L)	3.10	0.28	3.67	0.45	0.232
4. MVV (L/min)	109.29	8.87	118.92	9.55	0.039*
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ					
1. MIP (cmH ₂ O)	75.23	5.87	82.39	6.05	0.002*
2. MEP (cmH ₂ O)	72.92	5.44	83.23	5.83	0.001*
ความสามารถทางแอโรบิก					
VO ₂ max (ml/kg/min)	31.24	2.21	36.98	2.01	.001*

* p<0.05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 51 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่ามีค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงความจุก ร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุดของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ส่วนค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและแรงดันการหายใจออกสูงสุด และตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก ได้แก่ ความสามารถในการใช้

ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่าง
ก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



ตารางที่ 52 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพของปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถทางแอโรบิกก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง					
	กลุ่มควบคุม (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับ เบา (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลัง กายแบบต่อเนื่อง ระดับปานกลาง (n=12)	
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM
สมรรถภาพของปอด						
1. FVC (L)	3.04	0.17	3.01	0.18	2.71	0.17
2. FEV1 (L)	2.96	0.17	2.95	0.18	2.45	0.16
3. FEV1/FVC (%)	97.13	2.00	98.01	2.09	90.41	1.93
4. FEF ₂₅₋₇₅ (L)	3.95	0.29	4.14	0.30	3.10	0.28
5. MVV (L/min)	123.23	9.23	119.21	9.65	109.29	8.87
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ						
1. MIP (cmH ₂ O)	81.75	6.11	82.55	6.38	75.23	5.87
2. MEP (cmH ₂ O)	77.75	5.66	81.18	5.91	72.92	5.44
ความสามารถทางแอโรบิก						
VO ₂ max (ml/kg/min)	33.18	2.21	32.28	2.21	31.24	2.21

จากตารางที่ 52 พบว่า ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองของตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่ามีค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงความจุก้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุด และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและแรงดันการหายใจออกสูงสุด และตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก ได้แก่

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วง
หนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



ตารางที่ 53 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพของปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถทางแอโรบิกหลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	หลังการทดลอง					
	กลุ่มควบคุม (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับ เบา (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลัง กายแบบต่อเนื่อง ระดับปานกลาง (n=12)	
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM
สมรรถภาพของปอด						
1. FVC (L)	3.03	0.18	3.24	0.19	2.91	0.17
2. FEV1 (L)	2.85	0.19	3.06	0.20	2.65	0.18
3. FEV1/FVC (%)	93.55	2.92	94.51	3.05	89.69	2.81
4. FEF ₂₅₋₇₅ (L)	4.03	0.47	3.98	0.49	3.67	0.45
5. MVV (L/min)	121.24	9.94	143.31	10.38	118.92	9.55
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ						
1. MIP (cmH ₂ O)	86.08	6.30	95.82	6.58	82.39	6.05
2. MEP (cmH ₂ O)	83.42	6.07	99.36	6.34	83.23	5.83
ความสามารถทางแอโรบิก						
VO ₂ max (ml/kg/min)	30.95	2.01	36.77	2.01	36.98	2.01

จากตารางที่ 53 พบว่า ค่าเฉลี่ยหลังการทดลองของตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่ามีค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงความจุกว้าง 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุด และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและแรงดันการหายใจออกสูงสุด และตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก ได้แก่ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่แตกต่างกัน

ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

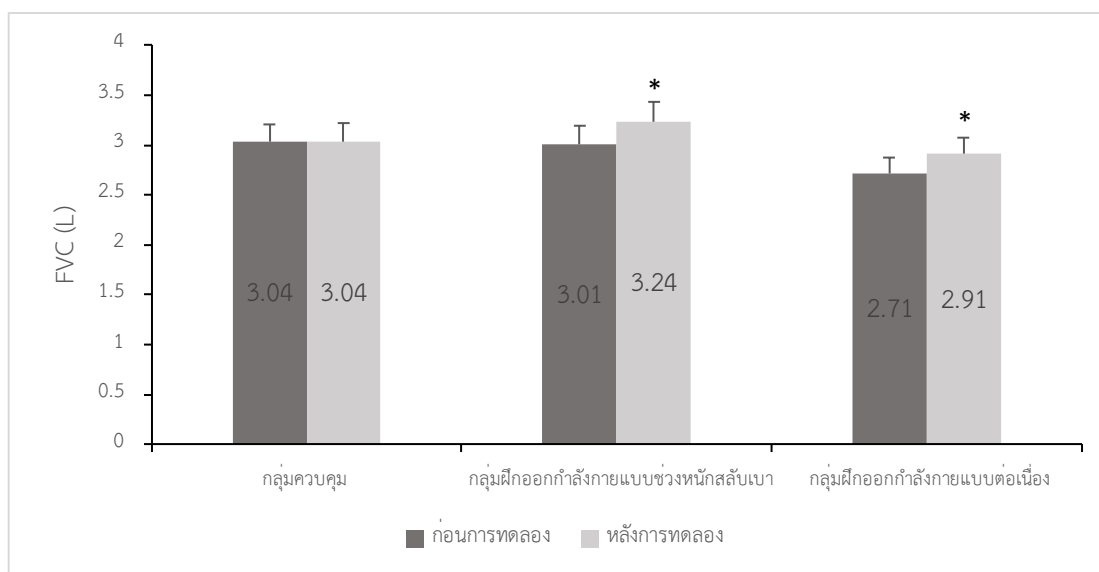


ตารางที่ 54 ผลสรุปการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพของปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนัก สลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลัง กายแบบช่วงหนัก สลับเบา (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลัง กายแบบต่อเนื่อง ระดับปานกลาง (n=12)		การวิเคราะห์ความแปรปรวน สองทางชนิดวัดซ้ำ		
	ก่อนการ ทดลอง	หลังการ ทดลอง	ก่อนการ ทดลอง	หลังการ ทดลอง	ก่อนการ ทดลอง	หลังการ ทดลอง	Time	Group	Time*Group
สมรรถภาพของปอด									
1. FVC (L)	3.04 ± 0.17	3.04 ± 0.18	3.01 ± 0.18	3.24 ± 0.19*	2.71 ± 0.17	2.91 ± 0.17*	0.011*	0.378	0.209
2. FEV1 (L)	2.96 ± 0.17	2.85 ± 0.19	2.95 ± 0.18	3.06 ± 0.20	2.45 ± 0.16	2.65 ± 0.18	0.326	0.167	0.162
3. FEV1/FVC (%)	97.13 ± 2.00	93.55 ± 2.92	98.01 ± 2.09	94.51 ± 3.05	90.41 ± 1.93	89.69 ± 2.81	0.122	0.173	0.525
4. FEF ₂₅₋₇₅ (L)	3.95 ± 0.29	4.03 ± 0.47	4.14 ± 0.30	3.97 ± 0.49	3.10 ± 0.28	3.67 ± 2.45	0.516	0.329	0.514
4. MVV (L/min)	123.23 ± 9.23	122.24 ± 9.94	119.21 ± 9.65	143.31 ±10.38*	109.29 ± 8.87	118.92 ± 9.55*	0.001*	0.822	0.025*
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ									
1. MIP (cmH ₂ O)	81.75 ± 6.11	86.08 ± 6.30	82.55 ± 6.38	95.82 ± 6.58*	75.23 ± 5.87	82.39 ± 6.05*	0.001*	0.181	0.216
2. MEP (cmH ₂ O)	77.75 ± 5.66	83.42 ± 6.07	81.18 ± 5.91	99.36 ± 6.34*	72.92 ± 5.44	83.23 ± 5.83*	0.001*	0.631	0.112
ความสามารถทางแอโรบิก									
VO ₂ max (mL/kg/min)	33.18 ± 2.21	30.95 ± 2.01	32.28 ± 2.21	36.77 ± 2.01* [†]	31.24 ± 2.21	36.98 ± 2.01* [†]	0.001*	0.659	0.001*

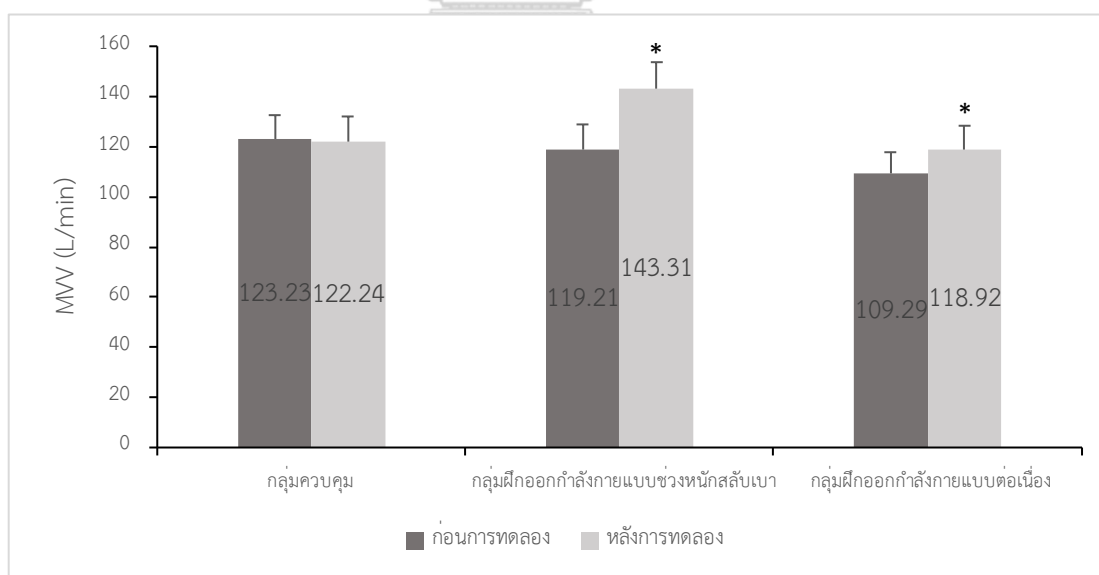
* p<0.05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 54 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่ามีค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงความจุร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุดของกลุ่มฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและแรงดันการหายใจออกสูงสุด และตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก ได้แก่ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มควบคุมของค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพของปอดตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง และพบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางแตกต่างกันกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



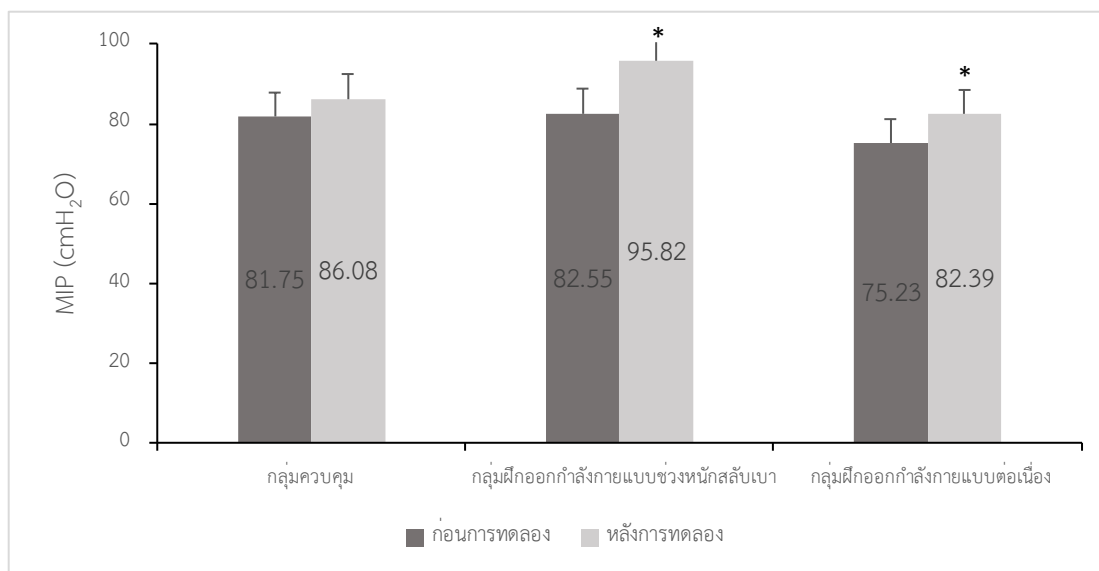
* $p < 0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



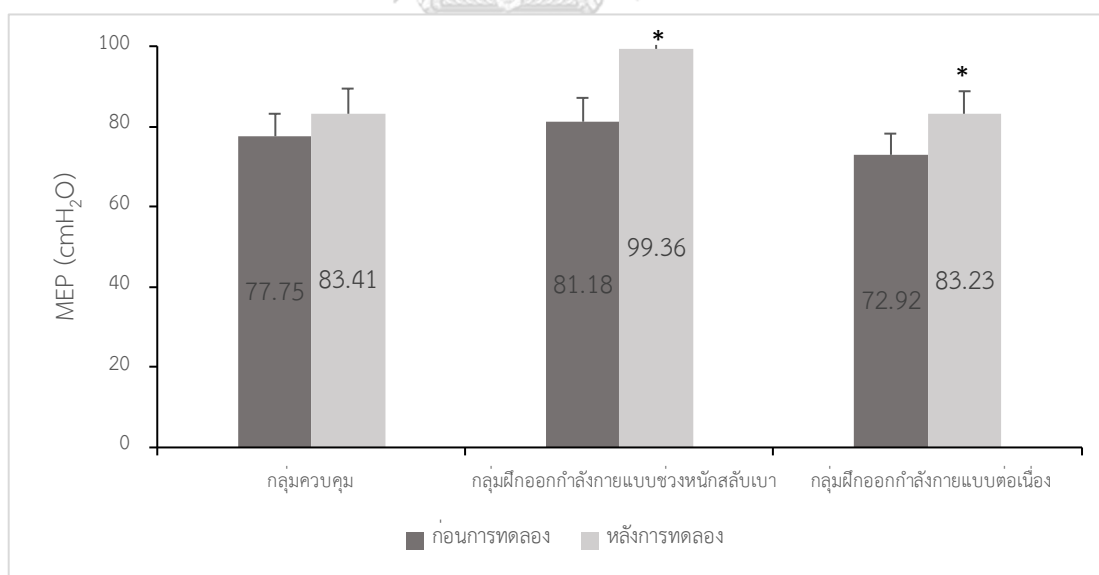
* $p < 0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



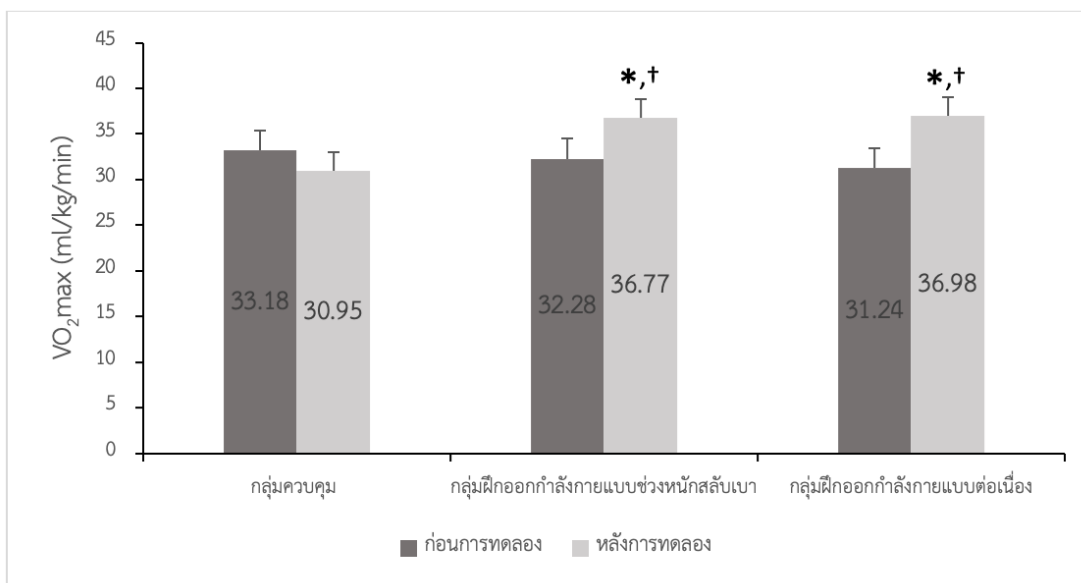
* $p < 0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด ก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



* $p < 0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด ก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง †p < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฟื้กออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฟื้กออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ตารางที่ 55 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	อาการคัดจมูก					
	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	ช่วง สัปดาห์ที่ ผ่านมา	ก่อน ทดสอบ ภูมิแพ้	หลังทดสอบ ภูมิแพ้ 5 นาที	ช่วง สัปดาห์ที่ ผ่านมา	ก่อน ทดสอบ ภูมิแพ้	หลังทดสอบ ภูมิแพ้ 5 นาที
กลุ่มควบคุม (n=12) (%Diff)	2.08 ± 0.15	1.08 ± 0.15	2.25 ± 0.28	1.67 ± 0.26	1 ± 0.33	2.33 ± 0.28
			(108.33)			(133)
กลุ่มฟีกออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12) (%Diff)	2.08 ± 0.23	0.92 ± 0.23	2.50 ± 0.19	0.92 ± 0.26*	0.83 ± 0.17	2.17 ± 0.27
			(171.74)			(161.45)
กลุ่มฟีกออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12) (%Diff)	2 ± 0.03	1 ± 0.21	2.5 ± 0.15	0.83 ± 0.27*	0.92 ± 0.23	2.25 ± 0.25
			(150)			(144.57)

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 55 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกของกลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 56 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการคันจมูก ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	อาการคันจมูก					
	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	ช่วง สัปดาห์ที่ ผ่านมา	ก่อน ทดสอบ ฤๅมิแพ้	หลังทดสอบ ฤๅมิแพ้ 5 นาที	ช่วง สัปดาห์ที่ ผ่านมา	ก่อน ทดสอบ ฤๅมิแพ้	หลังทดสอบ ฤๅมิแพ้ 5 นาที
กลุ่มควบคุม (n=12) (%Diff)	1.92 ± 0.19	0.92 ± 0.23	2.33 ± 0.26 (153.26)	1.83 ± 0.24	1 ± 0.25	2.58 ± 0.19 (158)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12) (%Diff)	2 ± 0.28	0.92 ± 0.23	2.42 ± 0.26 (163.04)	0.83 ± 0.58*	0.75 ± 0.22	2.17 ± 0.32 (189.33)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12) (%Diff)	2.25 ± 0.13	0.50 ± 0.15	2.25 ± 0.25 (350)	1 ± 0.21*	0.80 ± 0.08	2.00 ± 0.30 (150)

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 56 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 57 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการจาม ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	อาการจาม					
	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	ช่วง สัปดาห์ที่ ผ่านมา	ก่อน ทดสอบ ภูมิแพ้	หลังทดสอบ ภูมิแพ้ 5 นาที	ช่วง สัปดาห์ที่ ผ่านมา	ก่อน ทดสอบ ภูมิแพ้	หลังทดสอบ ภูมิแพ้ 5 นาที
กลุ่มควบคุม (n=12) (%Diff)	2.00 ± 0.17	0.5 ± 0.19	2.33 ± 0.31 (366)	1.42 ± 0.26	0.42 ± 0.19	2.33 ± 0.28 (454.76)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12) (%Diff)	1.92 ± 0.15	0.58 ± 0.19	2.17 ± 0.27 (274.14)	0.83 ± 0.57*	0.50 ± 0.23	1.67 ± 0.40 (234)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12) (%Diff)	1.92 ± 0.26	0.42 ± 0.19	2.17 ± 0.39 (416.67)	0.92 ± 0.23*	0.25 ± 0.18	2.17 ± 0.32 (123.52)

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 57 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการจามของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอาการจามของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 58 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหล ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	อาการน้ำมูกไหล					
	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	ช่วง สัปดาห์ที่ ผ่านมา	ก่อน ทดสอบ ภูมิแพ้	หลังทดสอบ ภูมิแพ้ 5 นาที	ช่วง สัปดาห์ที่ ผ่านมา	ก่อน ทดสอบ ภูมิแพ้	หลังทดสอบ ภูมิแพ้ 5 นาที
กลุ่มควบคุม (n=12) (%Diff)	2.25 ± 0.18	1 ± 0.21	2.50 ± 0.26 (150)	1.42 ± 0.29	0.67 ± 0.22	2.50 ± 0.19 (273.13)
กลุ่มฝีกออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12) (%Diff)	2.17 ± 0.17	0.67 ± 0.26	2.33 ± 0.26 (247.76)	0.92 ± 0.29*	0.42 ± 0.26	2.17 ± 0.27 (416.67)
กลุ่มฝีกออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12) (%Diff)	1.67 ± 0.14	0.67 ± 0.28	2.75 ± 0.13 (310.45)	0.92 ± 0.23*	0.17 ± 0.17	2.17 ± 0.27 (117.64)

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 58 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลของกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 59 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอาการโดยรวม ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	อาการโดยรวม					
	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	ช่วง สัปดาห์ที่ ผ่านมา	ก่อน ทดสอบ ภูมิภาค นาที่	หลังทดสอบ ภูมิภาค นาที่	ช่วง สัปดาห์ที่ ผ่านมา	ก่อน ทดสอบ ภูมิภาค นาที่	หลังทดสอบ ภูมิภาค นาที่
กลุ่มควบคุม (n=12) (%Diff)	8.17 ± 0.24	3.33 ± 0.67	9.67 ± 0.93 (190.39)	6.25 ± 0.83	2.92 ± 0.83	9.75 ± 0.77 (233.90)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12) (%Diff)	8.25 ± 0.45	3.17 ± 0.71	9.25 ± 0.83 (191.80)	3.67 ± 0.61*	2.50 ± 0.65	8.08 ± 0.99 (223.2)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12) (%Diff)	7.83 ± 0.30	2.67 ± 0.54	9.58 ± 0.72 (258.80)	3.75 ± 0.66*	1.58 ± 0.48	8.67 ± 0.91 (448.73)

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 59 พบว่า ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 60 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า			
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ
	ภูมิภาค	ภูมิภาค 5 นาที	ภูมิภาค	ภูมิภาค 5 นาที
กลุ่มควบคุม (n=12) (%Diff)	96.67 ± 7.43	36 ± 7.55 (-62.76)	106.67 ± 10.49	50.08 ± 7.07 (-53.05)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12) (%Diff)	98.33 ± 7.43	35.08 ± 7.55 (-64.32)	131.67 ± 10.49*	62.50 ± 7.07* (-52.53)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12) (%Diff)	81.67 ± 7.43	38.50 ± 7.55 (-52.86)	112.50 ± 10.49*	53.33 ± 7.07* (-52.59)

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 60 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าหลังทดสอบภูมิภาค 5 นาทีของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 61 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจุมูก ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	การไหลของเลือดในโพรงจุมูก (PU)			
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ
	กมุิแพ้	กมุิแพ้ 5 นาที	กมุิแพ้	กมุิแพ้ 5 นาที
กลุ่มควบคุม (n=12) (%Diff)	106.48 ± 7.75	151.75 ± 7.57 (42.52)	107.13 ± 5.40	147.22 ± 6.95 (37.42)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12) (%Diff)	113.74 ± 7.75	153.12 ± 7.57 (34.62)	101.09 ± 5.40*	125.12 ± 6.95*, † (23.77)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12) (%Diff)	109.48 ± 7.75	142.72 ± 7.57 (30.36)	90.89 ± 5.40*, †	122.31 ± 6.95*, † (34.57)

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง †p < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

จากตารางที่ 61 พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจุมูกของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจุมูกของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจุมูกหลังทดสอบกมุิแพ้ 5 นาทีของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูกของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูกหลังทดสอบภูมิแพ้ 5 นาที ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



ตารางที่ 62 ผลสรุปการเปรียบเทียบตัวแปรด้านอาการของโรคจุกอกอีกเสบจากภูมิแพ้ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้โนโพรงจุมุก

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=12)			กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (n=12)			กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12)		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff
อาการคัดจมูก	1.08 ± 0.15	1 ± 0.33	-7.41	0.92 ± 0.23	0.83 ± 0.617	-9.78	1 ± 0.21	0.92 ± 0.23	-8.00
อาการคันจมูก	0.92 ± 0.23	1.00 ± 0.25	8.70	0.92 ± 0.23	0.75 ± 0.22	-18.48	0.50 ± 0.15	0.08 ± 0.08	-84.00
อาการจาม	0.5 ± 0.19	0.42 ± 0.19	-16.00	0.58 ± 0.19	0.50 ± 0.23	-13.79	0.42 ± 0.19	0.25 ± 0.18	-40.48
อาการน้ำมูกไหล	1 ± 0.21	0.67 ± 0.23	-33.00	0.67 ± 0.26	0.42 ± 0.26	-37.31	0.67 ± 0.28	0.17 ± 0.17	-74.63
อาการโดยรวม	3.33 ± 0.67	2.92 ± 0.83	-12.31	3.17 ± 0.71	2.50 ± 0.65	-21.14	2.67 ± 0.54	1.58 ± 0.48	-40.82
PNIF (L/sec)	96.67 ± 7.43	106.67 ± 10.49	10.34	98.33 ± 7.43	131.67 ± 10.49*	33.90	81.67 ± 7.43	112.50 ± 10.49*	37.75
การไหลของเลือดในโพรงจมูก (PU)	106.48 ± 7.75	107.13 ± 5.40	0.61	113.74 ± 7.75	101.09 ± 5.40*	-11.12	109.48 ± 7.75	90.89 ± 5.40*†	-16.98

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง p < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

จากตารางที่ 62 พบว่าค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก คันจมูก น้ำมูกไหล และอาการโดยรวมของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก คันจมูก น้ำมูกไหล และอาการโดยรวมของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ไม่แตกต่างกัน ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกของกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูกก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกของกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูกก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกของกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 63 ผลสรุปการเปรียบเทียบตัวแปรด้านอาการของโรคจุกอกอีกเสบจากภูมิแพ้ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางหลังการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก

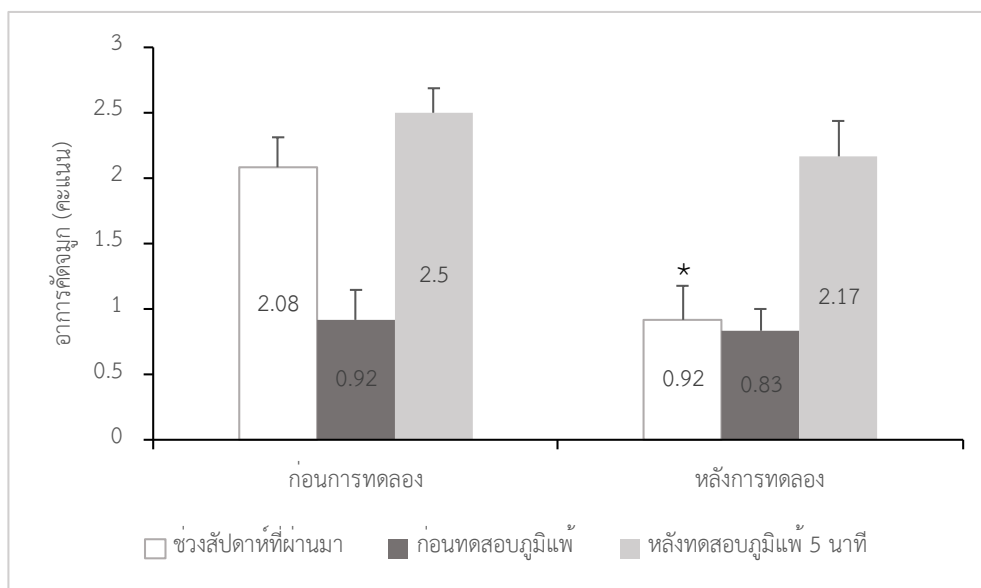
ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=12)			กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนัก สลับเบา (n=12)			กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง ระดับปานกลาง(n=12)			%Diff
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff	
อาการคัดจมูก	2.25 ± 0.28	2.33 ± 0.28	3.55	2.50 ± 0.19	2.17 ± 0.27	-13.20	2.50 ± 0.15	2.25 ± 0.25	-10.00	
อาการคันจมูก	2.33 ± 0.26	2.58 ± 0.19	10.73	2.42 ± 0.26	2.17 ± 0.32	-10.33	2.25 ± 0.25	2 ± 0.30	-11.11	
อาการจาม	2.33 ± 0.31	2.33 ± 0.28	0	2.17 ± 0.27	1.67 ± 0.40	-23.04	2.17 ± 0.39	2.17 ± 0.32	0	
อาการน้ำมูกไหล	2.50 ± 0.26	2.50 ± 0.19	0	2.33 ± 0.26	2.17 ± 0.27	-6.87	2.75 ± 0.13	2.17 ± 0.27	-21.09	
อาการโดยรวม	9.67 ± 0.93	9.75 ± 0.77	0.83	9.25 ± 0.83	8.08 ± 0.99	-12.65	9.58 ± 0.72	8.67 ± 0.91	-9.50	
PNIF (L/sec)	36 ± 7.55	50.08 ± 7.07	39.11	35.08 ± 7.55	62.50 ± 7.07*	78.16	38.50 ± 7.55	53.33 ± 7.07*	38.52	
การไหลของเลือดในโพรงจมูก (PU)	151.75 ± 7.57	147.22 ± 6.95	-2.99	153.12 ± 7.57	125.12 ± 6.95*†	-18.29	142.72 ± 7.57	122.31 ± 6.95*†	-14.30	

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง tp < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

จากตารางที่ 63 พบว่าค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก คันจมูก น้ำมูกไหล และอาการโดยรวมของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้หลังการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก คันจมูก น้ำมูกไหล และอาการโดยรวมของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้หลังการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

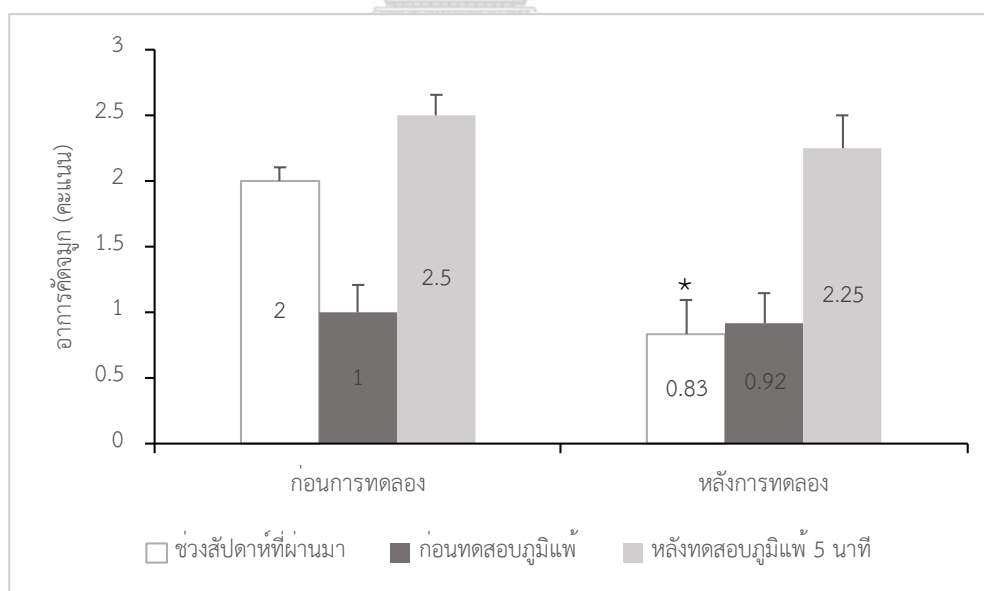
ค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าหลังการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าหลังการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูกและหลังการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูกหลังการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูกของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



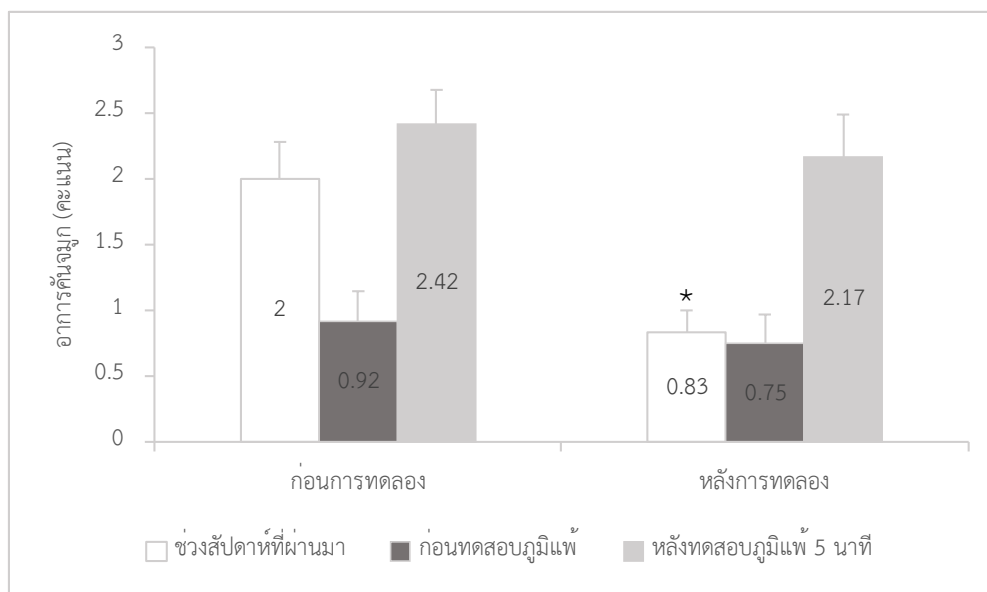
*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา



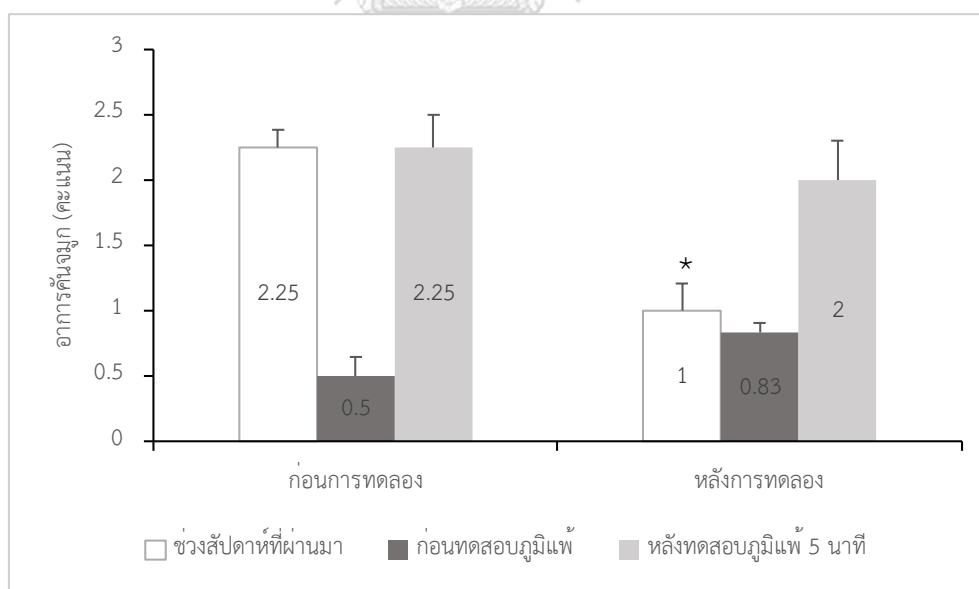
*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



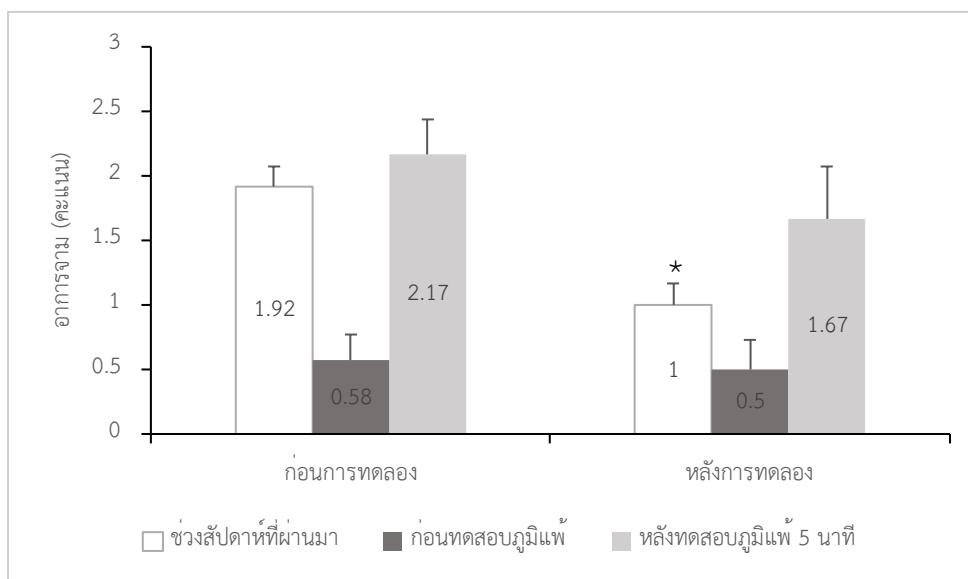
*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการคันจมูก ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา



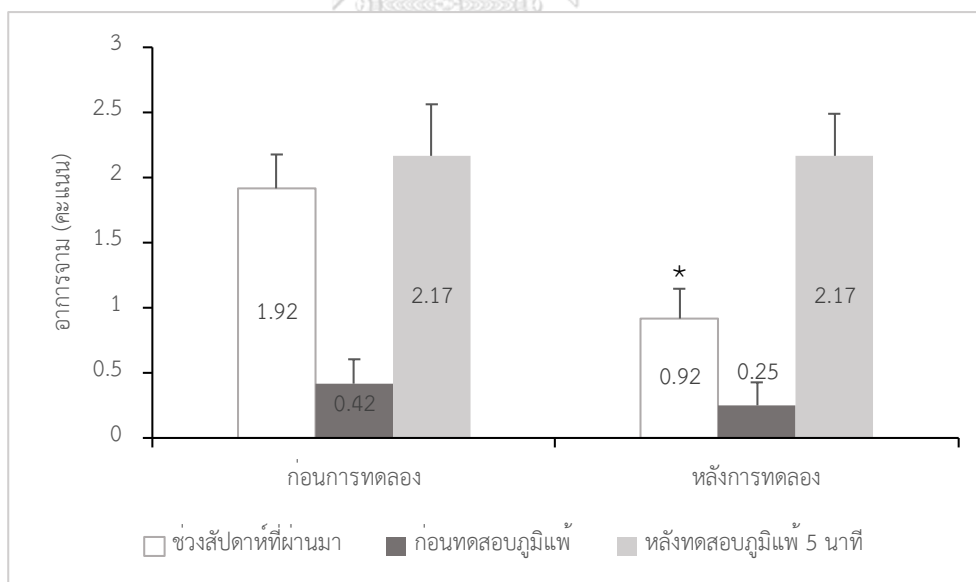
*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการคันจมูก ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



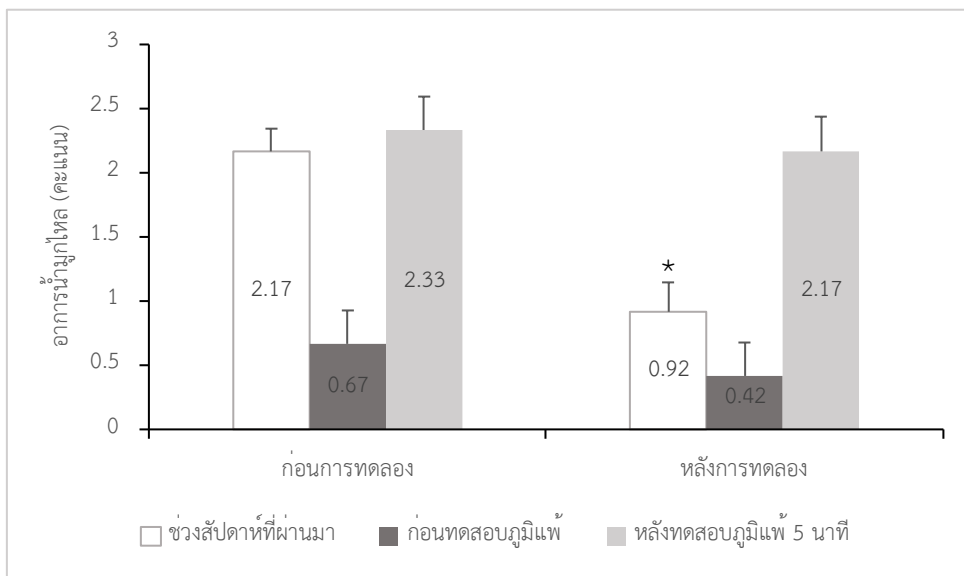
*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการจาม ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา



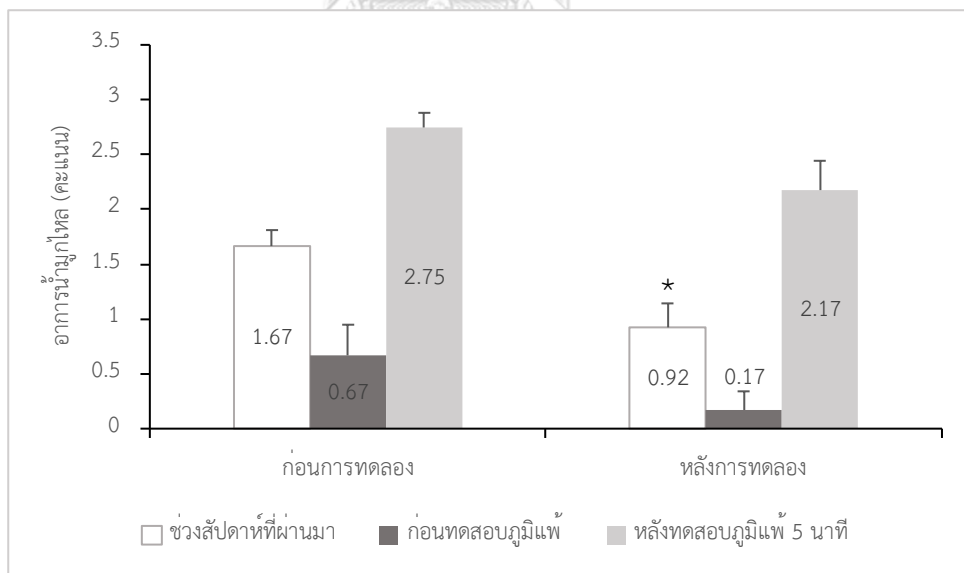
*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 24 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการจาม ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



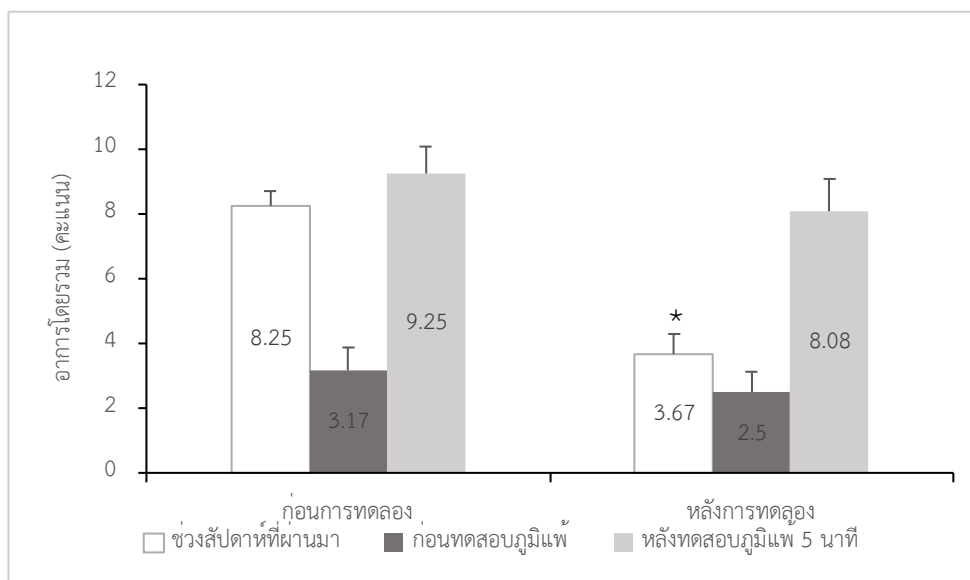
*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 25 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา



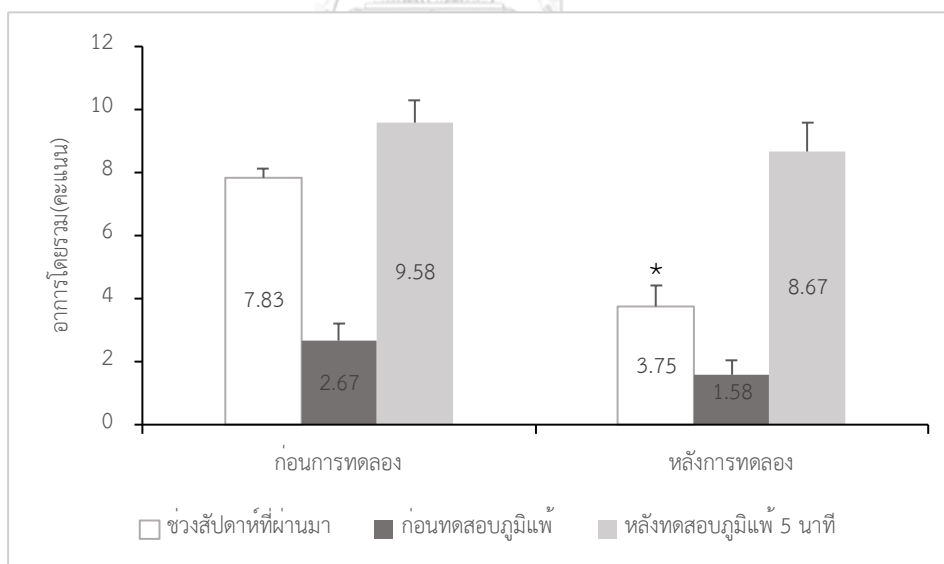
*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 26 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



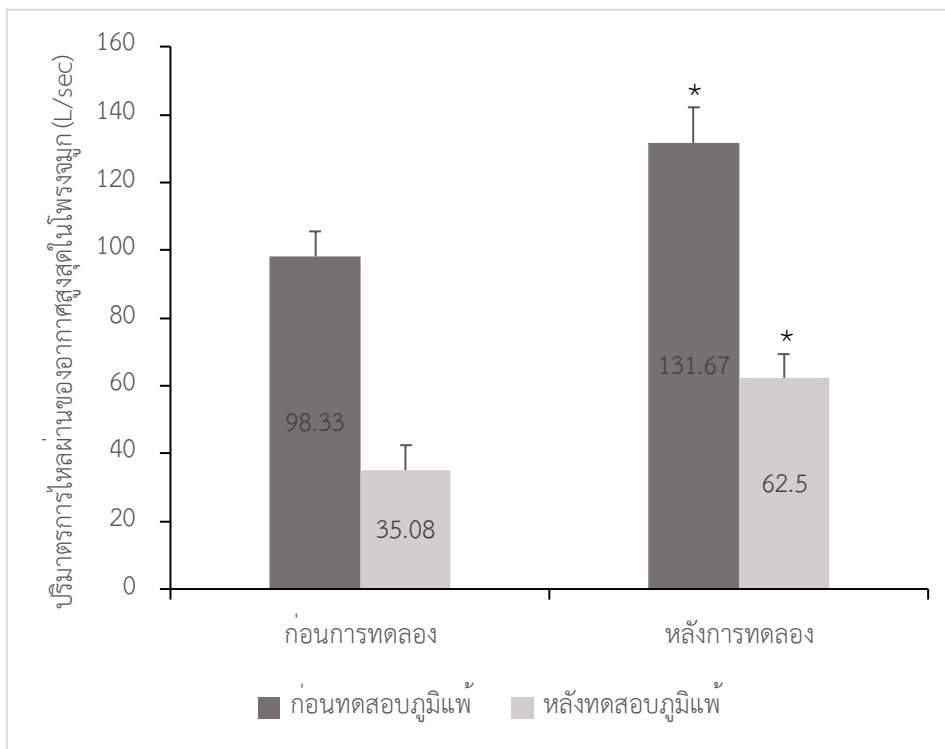
* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา



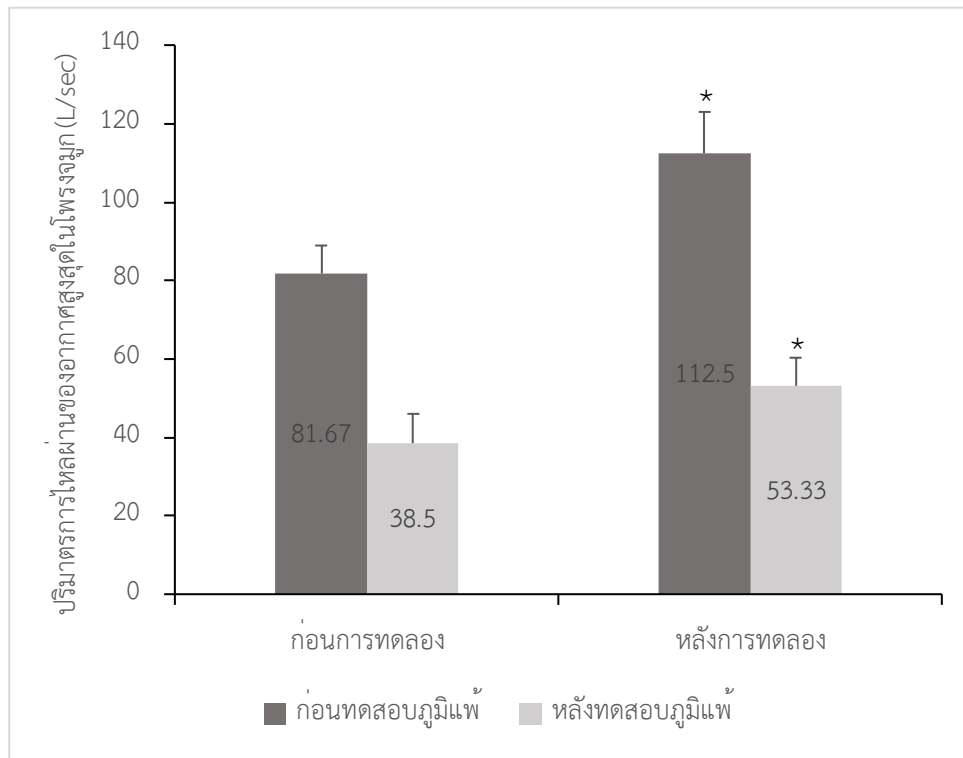
* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 28 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

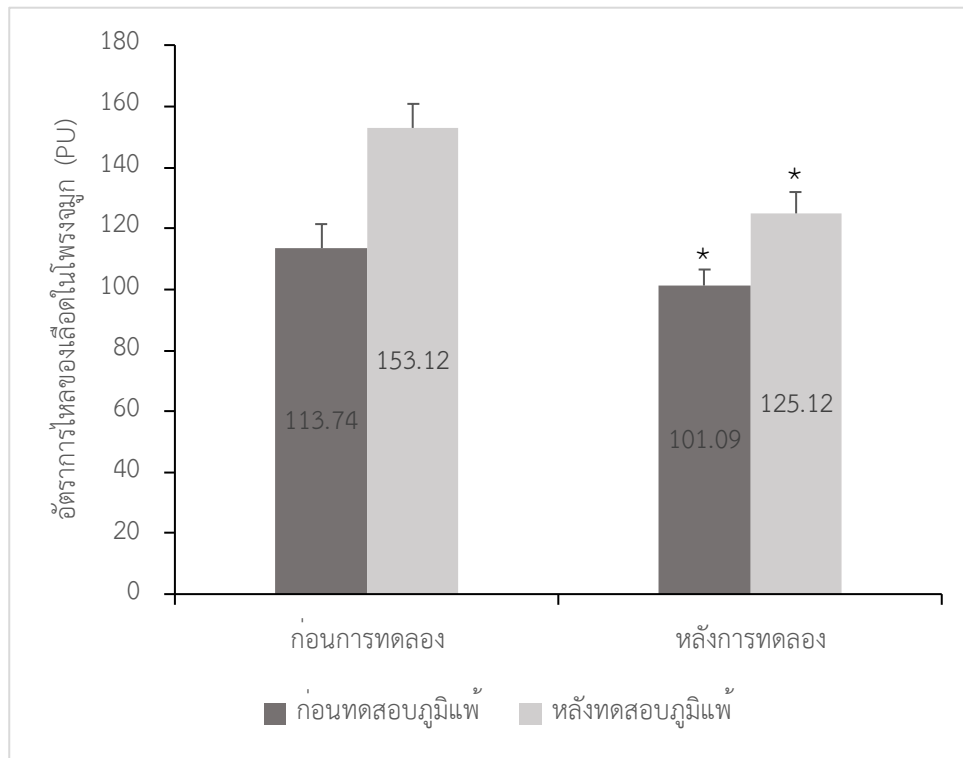
แผนภูมิที่ 29 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา



* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

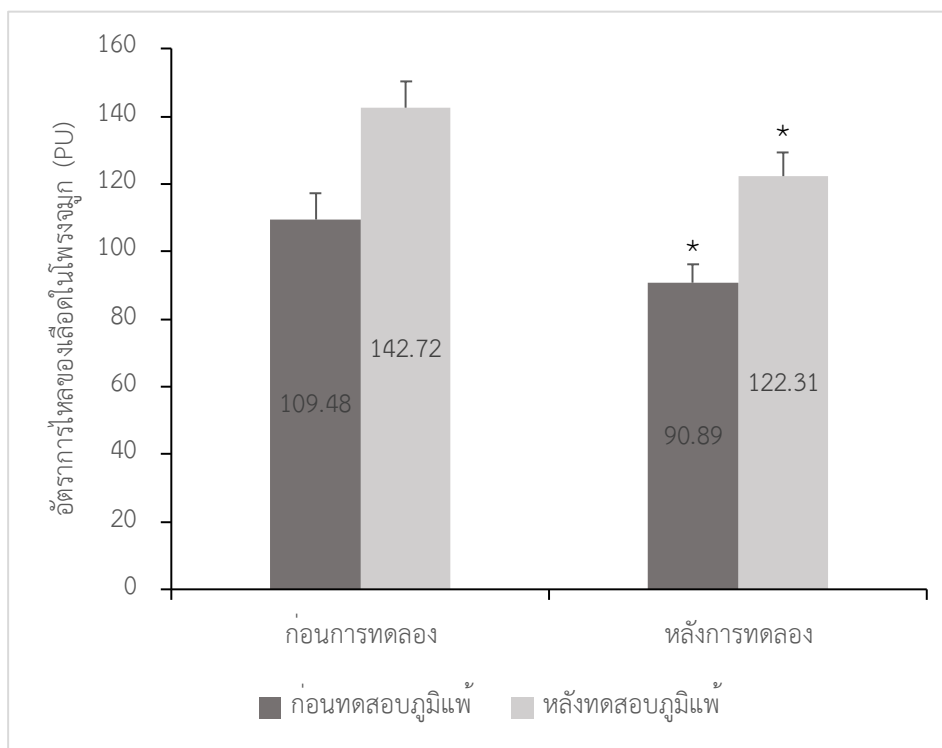
แผนภูมิที่ 30 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยปริมาณการไหลผ่านของอากาศสูงสุดไนโตรเจนของหนูขณะหายใจเข้าระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

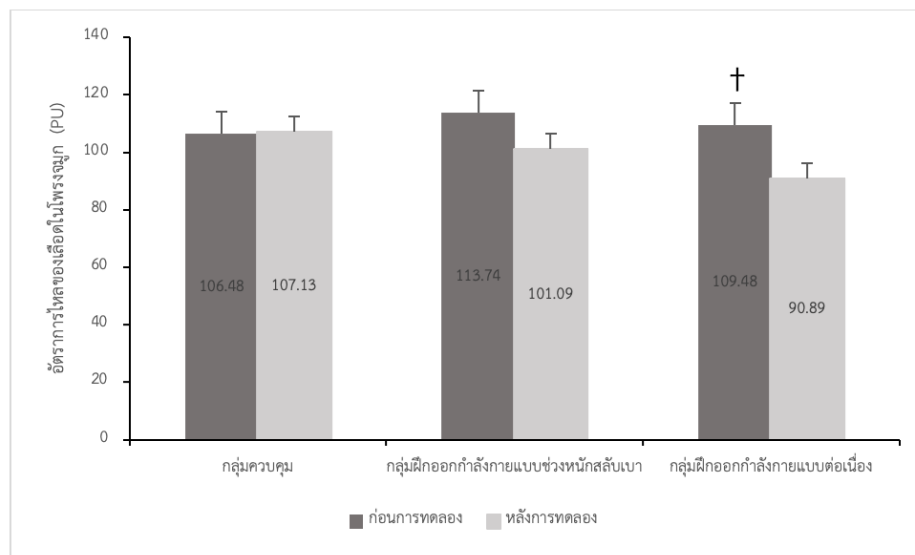
แผนภูมิที่ 31 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูกระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา



* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

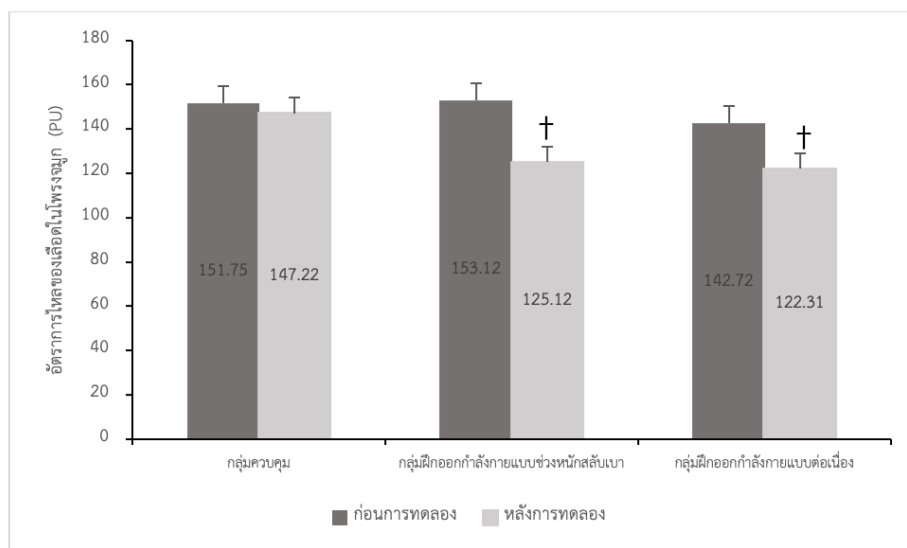
แผนภูมิที่ 32 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้เนื้อใต้อوراقข้าวของเมล็ดใต้อوراقข้าวระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝักออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับ

ปานกลาง



†p < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 33 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ของเลือดในพลาสมาของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฟีดออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฟีดออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพันสารก่อภูมิแพ้ในพลาสมา



†p < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 34 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ของเลือดในพลาสมาของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฟีดออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฟีดออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางหลังการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพันสารก่อภูมิแพ้ในพลาสมา

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านไซโตไคน์ และตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน

ตารางที่ 64 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทู (pg/ml)			
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ก่อนทดสอบ ภูมิแพ้	หลังทดสอบ ภูมิแพ้ 5 นาที	ก่อนทดสอบ ภูมิแพ้	หลังทดสอบ ภูมิแพ้ 5 นาที
กลุ่มควบคุม (n=12) (%Diff)	5.14 ± 1.52	8.58 ± 3.72	4.96 ± 1.90	8.57 ± 3.73
		(66.92)		(72.78)
กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12) (%Diff)	7.02 ± 1.52	9.55 ± 3.72	10.79 ± 1.90 ^{*,†}	10.97 ± 3.73
		(36.04)		(1.67)
กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12) (%Diff)	7.78 ± 1.53	10.04 ± 3.72	9.06 ± 1.90 ^{*,†}	8.63 ± 3.73
		(29.05)		(4.75)

tp < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม *p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 64 พบว่า ค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พบว่า ค่าเฉลี่ยไฮโดรโคเรลลิวคินของกุ่มฝีกอกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกุ่มฝีกอกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางแตกต่างกันกับกุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



ตารางที่ 65 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ (pg/ml)			
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ
	ภูมิภาค	ภูมิภาค 5 นาที	ภูมิภาค	ภูมิภาค 5 นาที
กลุ่มควบคุม	11.43 ±	20.04 ±	16.44 ±	13.88 ±
(n=12)	16.84	18.04	12.30	6.77
(%Diff)		(75.33)		(-15.57)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา	35.03 ±	23.75 ±	12.22 ±	8.09 ±
(n=12)	16.84	18.04	12.30*	6.77
(%Diff)		(-32.20)		(-33.80)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	51.11 ±	59.25 ±	35.63 ±	29.27 ±
(n=12)	16.84	18.04	12.30	6.77
(%Diff)		(15.93)		(-20.09)

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 65 พบว่า ค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 66 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูและไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	อัตราส่วนอินเตอร์ลิวคินทูต่อไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ (pg/ml)			
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ
	ภูมิภาค	ภูมิภาค 5 นาที	ภูมิภาค	ภูมิภาค 5 นาที
กลุ่มควบคุม	0.72 ± 0.10	1.27 ± 0.66	0.56 ± 0.09	0.78 ± 0.25
(n=12)				
(%Diff)		(76.39)		(39.29)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา	0.99 ± 0.39	1.42 ± 0.65	1.46 ± 0.44 ^{*,†}	1.71 ± 0.61
(n=12)				
(%Diff)		(43.43)		(-7.12)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	0.55 ± 0.12	0.61 ± 0.13	0.96 ± 0.28 ^{*,†}	0.61 ± 0.10
(n=12)				
(%Diff)		(10.91)		(-36.46) [†]

†p < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม *p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 66 พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนอินเตอร์ลิวคินทูต่อไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยอัตราส่วนอินเตอร์ลิวคินทูต่อไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนอินเตอร์ลิวคินทูต่อไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ ของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้พบว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยอัตราส่วนอินเทอร์ลิวคินทูต่อไซโตไคน์อินเทอร์ลิวคินไฟฟ
ก่อนทดสอบภูมิแพ้และหลังทดสอบภูมิแพ้โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของกลุ่มฝีกออกกำลังกาย
แบบต่อเนื่องระดับปานกลางแตกต่างกันกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



ตารางที่ 67 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์ (pg/ml)			
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ก่อนทดสอบ ภูมิแพ้	หลังทดสอบ ภูมิแพ้ 5 นาที	ก่อนทดสอบ ภูมิแพ้	หลังทดสอบ ภูมิแพ้ 5 นาที
กลุ่มควบคุม (n=12) (%Diff)	48.25 ± 16.01	54.10 ± 19.89	29.57 ± 24.84	63.72 ± 23.52 (115.49)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12) (%Diff)	54.04 ± 16.01	58.68 ± 19.89	20.74 ± 5.23*	28.17 ± 23.52 (35.82)
กลุ่มฝีก่ออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12) (%Diff)	54.16 ± 16.02	59.95 ± 19.89	18.97 ± 5.23*	20.31 ± 23.52 (7.06)

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 67 พบว่า ค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์ของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์ของกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 68 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไซโตไคน์ที่เอ็นเอฟอัลฟา ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง ระดับปานกลาง

กลุ่มตัวอย่าง	ไซโตไคน์ที่เอ็นเอฟอัลฟา (pg/ml)			
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ	ก่อนทดสอบ	หลังทดสอบ
	ภูมิแพ้	ภูมิแพ้ 5 นาที	ภูมิแพ้	ภูมิแพ้ 5 นาที
กลุ่มควบคุม	62.67 ±	17.56 ±	35.21 ±	15.83 ±
(n=12)	31.75	13.63	15.83	4.56
(%Diff)		(-71.98)		(-55.04)
กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา	29.22 ±	35.51 ±	14.19 ±	13.66 ±
(n=12)	31.75	13.63	15.83*	4.56
(%Diff)		(21.53)		(-3.74)
กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	54.21 ±	35.77 ±	39.89 ±	25.05 ±
(n=12)	31.75	13.63	15.83	4.56
(%Diff)		(-34.02)		(-37.20)

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 68 พบว่า ค่าเฉลี่ยไซโตไคน์ที่เอ็นเอฟอัลฟาของกลุ่มควบคุมและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยไซโตไคน์ที่เอ็นเอฟอัลฟาของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 69 ผลสรุปการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านใช้ได้คะแนนระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบช่วงหนึ่งสัปดาห์ และกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพันสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=12)			กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบช่วงหนึ่งสัปดาห์ (n=12)			กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง (n=12)		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff
ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทู	5.14 ± 1.52	4.96 ± 1.90	-3.50	7.02 ± 1.52	10.79 ± 1.90*†	53.70	7.78 ± 1.52	9.06 ± 1.90*†	16.45
ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ	11.43 ± 16.84	16.44 ± 12.30	43.83	35.03 ± 16.84	12.22 ± 12.30*	-65.12	51.11 ± 16.84	35.63 ± 12.30	-30.29
อีตราส่วนไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทู	0.72 ± 0.10	0.56 ± 0.09	-22.22	0.99 ± 0.39	1.46 ± 0.44*†	47.47	0.55 ± 0.12	0.96 ± 0.28*†	74.55
ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซีกส์	48.25 ± 16.02	29.57 ± 5.23	-38.72	54.04 ± 16.02	20.74 ± 5.23*	-61.62	54.16 ± 16.02	18.97 ± 5.23*	-64.97
ไซโตไคน์ทีเอ็นเอพีอัลฟา	62.67 ± 31.75	35.21 ± 15.83	-43.82	29.22 ± 31.75	14.19 ± 15.83*	51.44	54.21 ± 31.75	39.89 ± 15.83	-26.42

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา † p < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

จากตารางที่ 69 พบว่าค่าเฉลี่ยไฮโดรโคไนด์อินเตอร์ลิวคินทู และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนอินเตอร์ลิวคินทูต่ออินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ของกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ค่าเฉลี่ยไฮโดรโคไนด์อินเตอร์ลิวคินทู และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนอินเตอร์ลิวคินทูต่ออินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ ของกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ส่วนไฮโดรโคไนด์อินเตอร์ลิวคินซิกส์ของกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าค่าเฉลี่ยไฮโดรโคไนด์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ และค่าเฉลี่ยไฮโดรโคไนด์ที่เอ็นเอพอัลฟาในกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

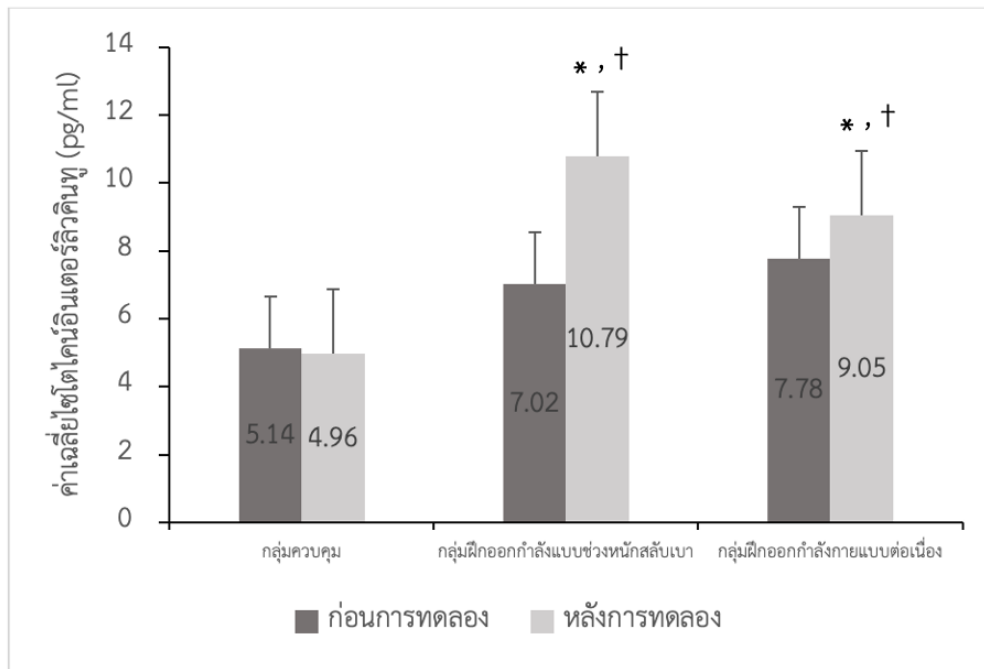
ตารางที่ 70 ผลสรุปการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านใช้ได้นั้นระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนึ่งสัปดาห์ และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องหนึ่งสัปดาห์

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=12)			กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนึ่งสัปดาห์ (n=12)			กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง (n=12)		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%Diff
ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทู	8.58 ± 3.72	8.57 ± 3.73	-0.12	9.56 ± 3.72	10.97 ± 3.73	14.75	10.04 ± 3.72	8.63 ± 12.73	-14.04
ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ์	20.04 ± 18.04	13.88 ± 6.77	-30.74	23.75 ± 18.04	8.09 ± 6.77	-65.94	59.25 ± 18.04	29.27 ± 6.77	-50.60
อัตราส่วนไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูต่ออินเตอร์ลิวคินไฟฟ์	1.27 ± 0.66	0.78 ± 0.25	-38.58	1.42 ± 0.65	1.71 ± 0.61	20.43	0.61 ± 0.13	0.61 ± 0.10	0
ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกซ์	54.10 ± 19.89	63.72 ± 23.52	17.78	58.68 ± 19.89	28.17 ± 23.52	-51.99	59.95 ± 19.89	20.31 ± 23.52	-66.12
ไซโตไคน์ทีเอ็นเอแอลฟา	17.56 ± 13.63	15.83 ± 4.56	-9.85	35.51 ± 13.63	13.66 ± 4.56	-61.53	35.77 ± 13.63	25.05 ± 4.56	-29.97

*p < .05 แตกต่างระหว่างระยะเวลา † p < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

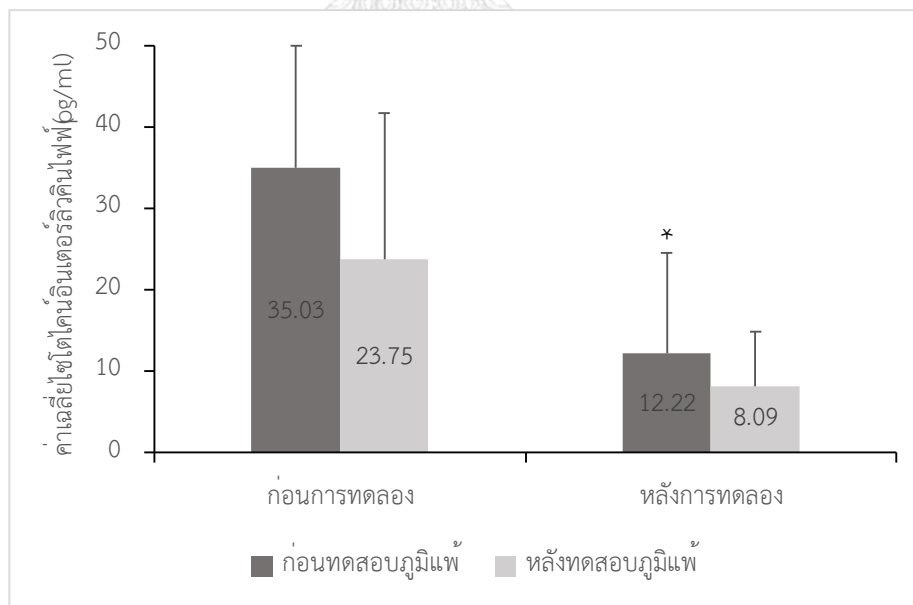
จากตารางที่ 70 พบว่าค่าเฉลี่ยไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทู ไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินไฟฟ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนอินเตอร์ลิวคินทูต่ออินเตอร์ลิวคินไฟฟ ไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินซิกส์และไฮโดรโคโรนที่ เอ็นเอพอัลฟา ของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลัง กายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม





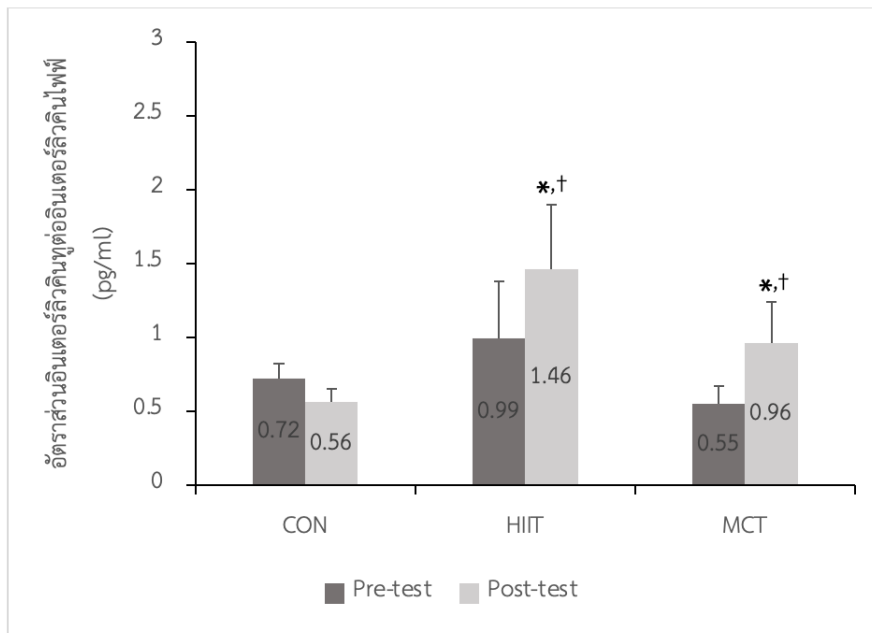
[†]p < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 35 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยไฮโดรคอร์ติซอลก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางก่อนการทดสอบภูมิแพ้ด้วยการพันสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก

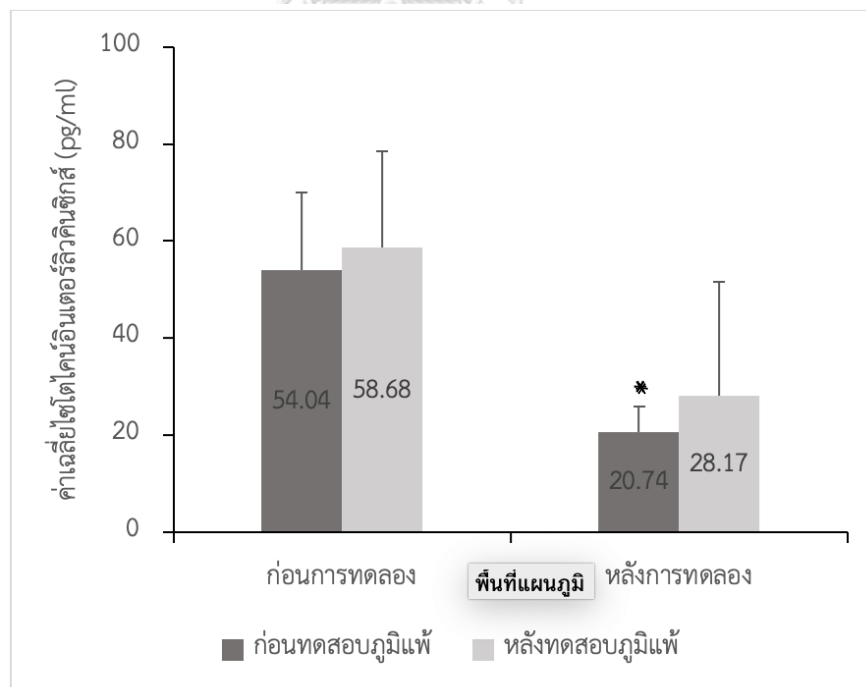


*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 36 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยไฮโดรคอร์ติซอลก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา

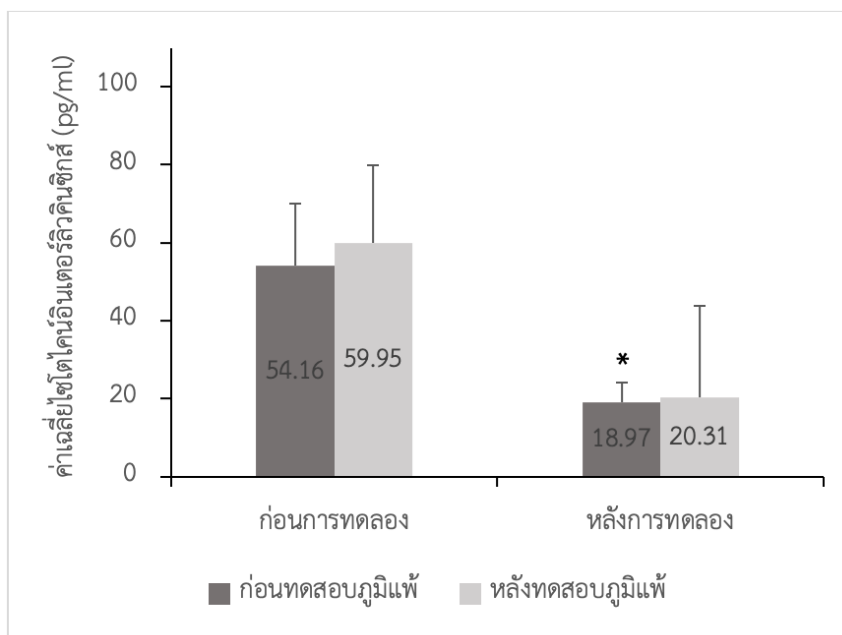


แผนภูมิที่ 37 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) อัตราส่วนค่าเฉลี่ยไซโตไคน์ อินเตอร์ลิวคินทูและอินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลัง ภายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางก่อนการทดสอบ ภูมิแพ้ด้วยการพันสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก



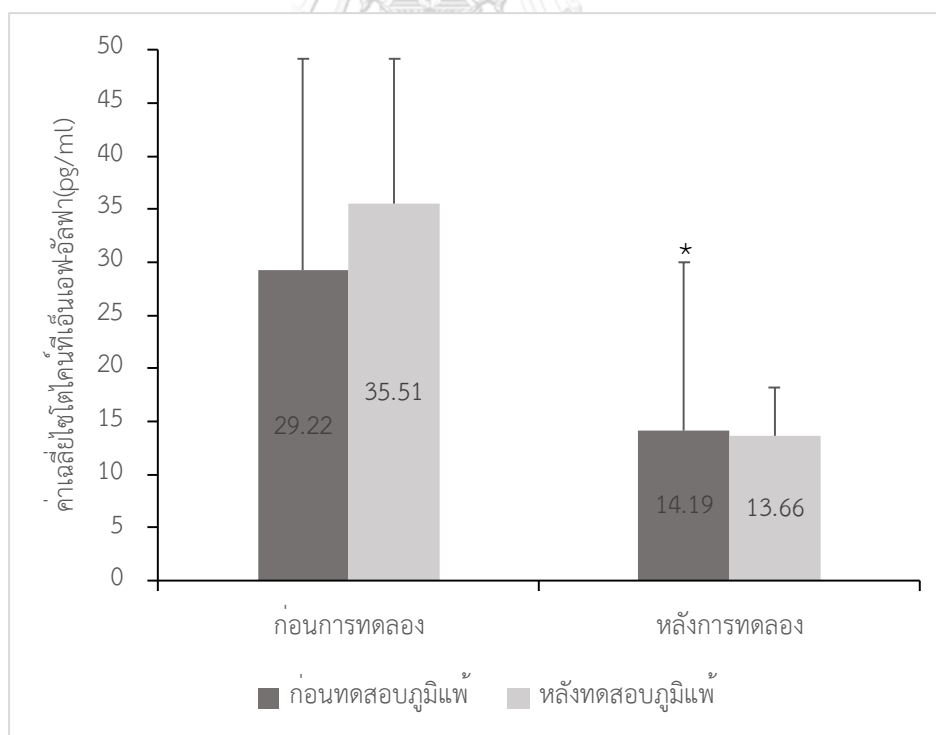
*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 38 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยไซโตไคน์ อินเตอร์ลิวคินซิกส์ ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา



* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 39 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยไฮโดรคอร์ติซอล ลิควินซิกส์ ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 40 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยไฮโดรคอร์ติซอล เอพอัลฟา ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา

ตารางที่ 71 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=12)				p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	
FeNO (ppb)	13.08	1.89	11.75	1.62	0.395

จากตารางที่ 71 พบว่า ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 72 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา

ตัวแปร	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (n=12)				p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	
FeNO (ppb)	17.55	1.97	9.91	1.69	0.001*

* p<0.05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 72 พบว่า ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 73 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	กลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12)				p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	
FeNO (ppb)	12.08	1.82	9.62	1.56	0.107

จากตารางที่ 73 พบว่า ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกของกลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 74 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง					
	กลุ่มควบคุม (n=12)		กลุ่มฝึกรอกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12)		กลุ่มฝึกรอกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับ ปานกลาง(n=12)	
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM
FeNO (ppb)	13.08	1.89	17.55	1.97	12.08	1.82

จากตารางที่ 74 พบว่า ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกก่อนการทดลอง ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 75 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกหลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	หลังการทดลอง					
	กลุ่มควบคุม (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบช่วงหนักสลับเบา (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกาย แบบต่อเนื่องระดับ ปานกลาง(n=12)	
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM
FeNO (ppb)	11.75	1.62	9.91	1.69	9.62	1.56

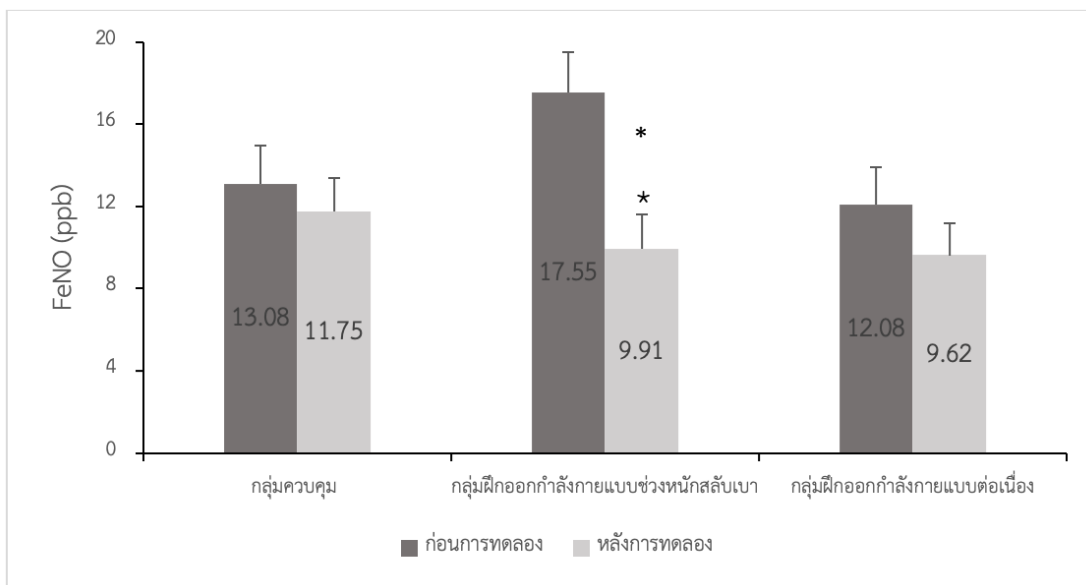
จากตารางที่ 75 พบว่า ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกหลังการทดลอง ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 76 ผลสรุปการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรค่าเฉลี่ยในตรีโกอิกไฮโดรคาร์บอนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (n=12)		กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12)		การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางชนิดวิตัดซ้ำ		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	Time	Group	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	Time*Group	Time*Group	
FeNO (ppb)	13.08 ± 1.89	11.75 ± 1.62	17.55 ± 1.97	9.91 ± 1.69*	12.08 ± 1.82	9.62 ± 1.56	0.001*	0.297	0.101

* p<0.05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 76 พบว่า ค่าเฉลี่ยในตรีโกอิกไฮโดรคาร์บอนของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาลดลงแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยในตรีโกอิกไฮโดรคาร์บอนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของพบว่า ค่าเฉลี่ยในตรีโกอิกไฮโดรคาร์บอนออก



* $p < 0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 41 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ ขณะหายใจออก ก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฟื้กออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฟื้กออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต

ตารางที่ 77 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านคุณภาพชีวิตระหว่างก่อนและหลังการทดลองระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=12)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM		
อาการทางจุก	2.81	0.23	2.89	0.04	-1.025	0.305
อาการทางตา	2.13	0.22	2.10	0.19	-1.266	0.205
อาการทางระบบอื่นๆ	2.74	0.36	2.7	0.24	-0.865	0.387
ปัญหาในการทำงานหรือการเรียน	2.14	0.18	1.81	0.15	-2.207	0.027*
กิจกรรมที่ได้จำกัด	2.72	0.21	2.50	0.28	-1.527	0.127
ด้านการนอนหลับ	2.33	0.35	2.44	0.26	-0.668	0.504
ด้านการเข้าสังคม	2.19	0.29	2.19	0.29	-0.302	0.763
ด้านอารมณ์	2.28	0.29	2.30	0.29	-0.824	0.410
ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวม	2.42	0.23	2.37	0.18	-0.785	0.432

* p<0.05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 77 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต ได้แก่ คุณภาพชีวิตด้านอาการทางจุก ด้านอาการทางตา อาการทางระบบอื่นๆ กิจกรรมที่ได้จำกัด ด้านการนอนหลับ ด้านการเข้าสังคม ด้านอารมณ์ และด้านคุณภาพชีวิตโดยรวมของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านปัญหาในการทำงานหรือการเรียนของกลุ่มควบคุม ลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 78 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านคุณภาพชีวิตระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา

ตัวแปร	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (n=12)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM		
อาการทางจมูก	2.99	0.13	1.70	0.04	-3.063	0.002*
อาการทางตา	2.52	0.27	1.52	0.17	-2.370	0.018*
อาการทางระบบอื่นๆ	2.33	0.20	1.67	0.11	-2.317	0.020*
ปัญหาในการทำงาน หรือการเรียน	2.31	0.22	1.33	0.14	-2.825	0.005*
กิจกรรมที่ทำได้จำกัด	2.67	0.25	1.25	0.11	-2.897	0.004*
ด้านการนอนหลับ	2.19	0.23	1.64	0.09	-2.395	0.017*
ด้านการเข้าสังคม	2.08	0.19	1.69	0.17	-0.870	0.384
ด้านอารมณ์	2.20	0.19	1.35	0.07	-2.689	0.007*
ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวม	2.41	0.13	1.46	0.05	-2.905	0.004*

* $p < 0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 78 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต ได้แก่ คุณภาพชีวิตด้านการเข้าสังคมของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านอาการทางจมูก ด้านอาการทางตา ด้านอาการทางระบบอื่นๆ ด้านปัญหาในการทำงานหรือการเรียน ด้านกิจกรรมที่ทำได้จำกัด ด้านการนอนหลับ ด้านอารมณ์ ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวมของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 79 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านคุณภาพชีวิตระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

ตัวแปร	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง (n=12)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	\bar{X}	SEM	\bar{X}	SEM		
อาการทางจมูก	2.69	0.14	1.99	0.22	-1.769	0.077*
อาการทางตา	2.63	0.23	1.68	0.24	-1.651	0.033*
อาการทางระบบอื่นๆ	2.28	0.19	1.97	0.20	-0.847	0.397
ปัญหาในการทำงานหรือการเรียน	1.56	0.19	1.17	0.08	-1.825	0.068
กิจกรรมที่ทำได้จำกัด	1.86	0.26	1.89	0.31	-0.142	0.887
ด้านการนอนหลับ	2.11	0.23	1.50	0.19	-1.247	0.046*
ด้านการเข้าสังคม	1.64	0.20	1.36	0.14	-0.535	0.592
ด้านอารมณ์	2.05	0.20	1.40	0.13	-2.284	0.022*
ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวม	2.10	0.13	1.62	0.12	-1.923	0.045*

* $p < 0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 79 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต ได้แก่ คุณภาพชีวิตอาการทางระบบอื่นๆ ปัญหาในการทำงานหรือการเรียน กิจกรรมที่ทำได้จำกัด และด้านการเข้าสังคมของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านอาการทางจมูก ด้านอาการทางตา ด้านการนอนหลับ ด้านอารมณ์ ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวมกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง ลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 80 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านคุณภาพชีวิตก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

คุณภาพชีวิต	ก่อนการทดลอง				
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มฝึกออกกำลังกาย	กลุ่มฝึกออกกำลังกาย	H	
		แบบช่วงหนักสลับเบา	แบบต่อเนื่องระดับปานกลาง		p-value
อาการทางจุก	2.81 ± 0.23	2.99 ± 0.13	2.69 ± 0.14	2.133	0.344
อาการทางตา	2.13 ± 0.22	2.52 ± 0.27	2.63 ± 0.23	1.286	0.526
อาการทางระบบอื่นๆ	2.74 ± 0.36	2.33 ± 0.20	2.28 ± 0.19	2.332	0.312
ปัญหาในการทำงานหรือการเรียน	2.14 ± 0.18	2.31 ± 0.22	1.56 ± 0.19	7.943	0.019
กิจกรรมที่ทำได้จำกัด	2.72 ± 0.21	2.67 ± 0.25	1.86 ± 0.26	8.385	0.015 [†]
ด้านการนอนหลับ	2.33 ± 0.35	2.19 ± 0.23	2.11 ± 0.23	0.816	0.665
ด้านการเข้าสังคม	2.19 ± 0.29	2.08 ± 0.19	1.64 ± 0.20	4.355	0.113
ด้านอารมณ์	2.28 ± 0.29	2.2 ± 0.19	2.05 ± 0.20	1.965	0.374
ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวม	2.42 ± 0.23	2.41 ± 0.13	2.10 ± 0.13	4.413	0.110

[†] p < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

จากตารางที่ 80 พบว่า คุณภาพชีวิตด้านกิจกรรมที่ทำได้จำกัดก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง แตกต่างกันระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



ตารางที่ 81 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านคุณภาพชีวิตหลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

คุณภาพชีวิต	หลังการทดลอง			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มฝึกออกกำลังกาย	H	p-value
		แบบช่วงหนักสลับเบา		
อาการทางรวม	2.89 ± 0.04	1.70 ± 0.04	11.830	0.003 [†]
อาการทางตา	2.10 ± 0.19	1.52 ± 0.17	3.403	0.182 [†]
อาการทางระบบอื่นๆ	2.70 ± 0.24	1.67 ± 0.11	7.173	0.028 [†]
ปัญหาในการทำงานหรือการเรียน	1.81 ± 0.15	1.33 ± 0.14	8.519	0.014 [†]
กิจกรรมที่ทำได้จำกัด	2.50 ± 0.28	1.25 ± 0.11	6.423	0.040 [†]
ด้านการนอนหลับ	2.44 ± 0.26	1.64 ± 0.09	12.476	0.002 [†]
ด้านการเข้าสังคม	2.19 ± 0.29	1.69 ± 0.17	6.385	0.041 [†]
ด้านอารมณ์	2.30 ± 0.29	1.35 ± 0.07	8.517	0.014 [†]
ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวม	2.37 ± 0.18	1.46 ± 0.05	13.061	0.001 [†]

†p < .05 แตกต่างกับระหว่างกลุ่ม

จากตารางที่ 81 พบว่า คุณภาพชีวิตด้านอาการทางจมูก อาการทางตา อาการทางระบบอื่นๆ ปัญหาในการทำงานหรือการเรียน กิจกรรมที่ทำได้จำกัด ด้านการนอนหลับ ด้านการเข้าสังคม ด้านอารมณ์ ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวมหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง แตกต่างกันระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



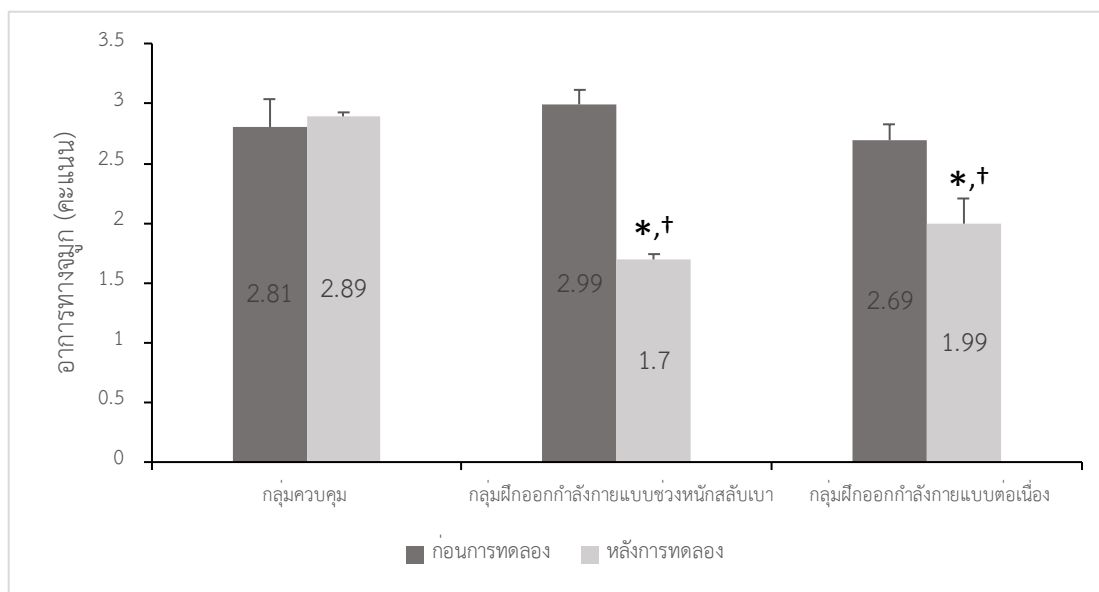
ตารางที่ 82 ผลสรุปการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านคุณภาพชีวิตระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนึ่งสัปดาห์ และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

คุณภาพชีวิต	กลุ่มควบคุม		กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนึ่งสัปดาห์		กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
อาการทางจมูก	2.81 ± 0.23	2.89 ± 0.04	2.99 ± 0.13	1.70 ± 0.04* [†]	2.69 ± 0.14	1.99 ± 0.22* [†]
อาการทางตา	2.13 ± 0.22	2.10 ± 0.19	2.52 ± 0.27	1.52 ± 0.17* [†]	2.63 ± 0.23	1.868 ± 0.24*
อาการทางระบบอื่นๆ	2.74 ± 0.36	2.70 ± 0.24	2.33 ± 0.20	1.67 ± 0.11* [†]	2.28 ± 0.19	1.97 ± 0.20 [†]
ปัญหาในการทำงานหรือการเรียน	2.14 ± 0.18	1.81 ± 0.15*	2.31 ± 0.22	1.33 ± 0.14* [†]	1.56 ± 0.19	1.17 ± 0.08 [†]
กิจกรรมที่ทำได้จำกัด	2.72 ± 0.21	2.50 ± 0.28	2.67 ± 0.25	1.25 ± 0.11* [†]	1.86 ± 0.26	1.89 ± 0.31
ด้านการนอนหลับ	2.33 ± 0.35	2.44 ± 0.26	2.19 ± 0.23	1.64 ± 0.09* [†]	2.11 ± 0.23	1.50 ± 0.19* [†]
ด้านการเข้าสังคม	2.19 ± 0.29	2.19 ± 0.29	2.08 ± 0.19	1.69 ± 0.17	1.64 ± 0.20	1.36 ± 0.14 [†]
ด้านอารมณ์	2.28 ± 0.29	2.30 ± 0.29	2.2 ± 0.19	1.35 ± 0.07* [†]	2.05 ± 0.20	1.40 ± 0.13* [†]
ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวม	2.42 ± 0.23	2.37 ± 0.18	2.41 ± 0.13	1.46 ± 0.05* [†]	2.10 ± 0.13	1.62 ± 0.12* [†]

*p < .05 แตกต่างกับก่อนการทดลอง [†] p < .05 แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

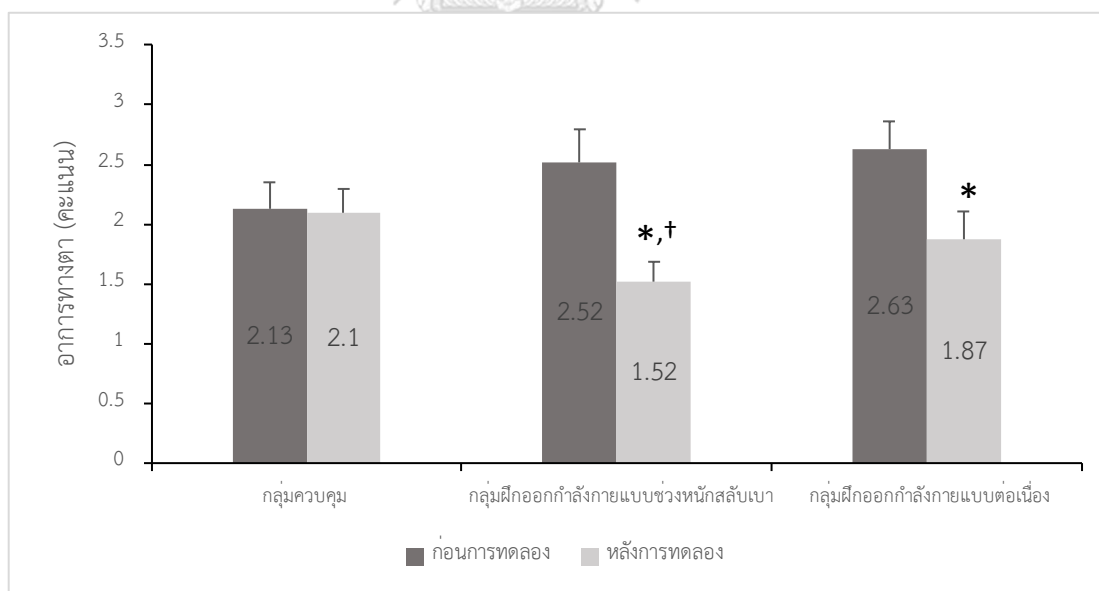
จากตารางที่ 84 พบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตด้านปัญหาในการทำงานหรือการเรียนลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตด้านอาการทางจุก ด้านอาการทางตา ด้านอาการทางระบบอื่นๆ ด้านปัญหาในการทำงานหรือการเรียน ด้านกิจกรรมที่ได้จำกัด ด้านการนอนหลับ ด้านอารมณ์ ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวมลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตด้านอาการทางจุก ด้านอาการทางตา ด้านการนอนหลับ ด้านอารมณ์ ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวม ลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05





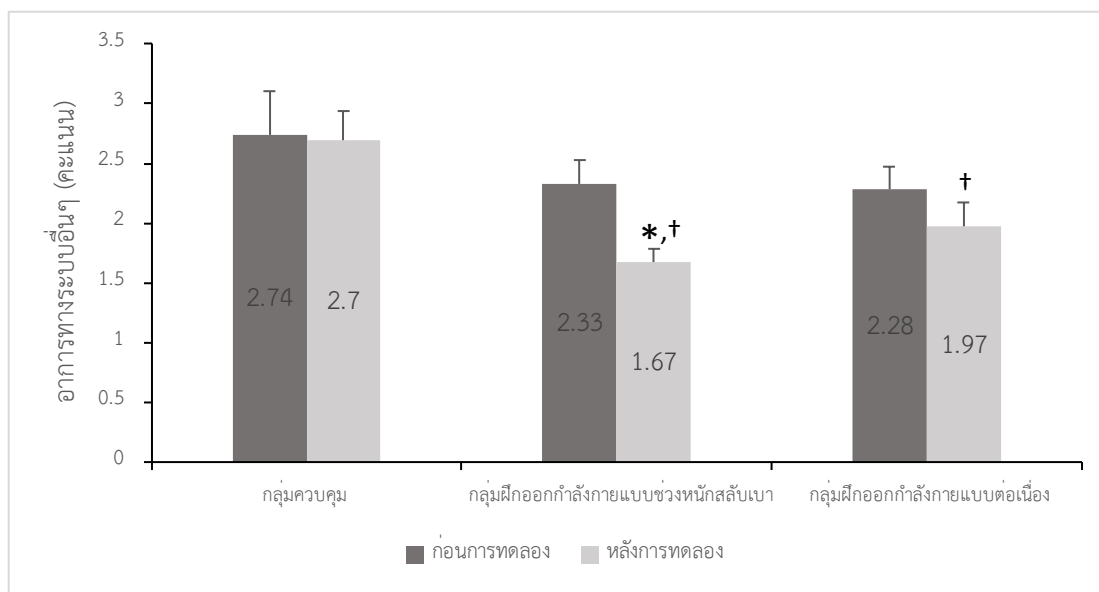
* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง † $p < .05$ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 42 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านอาการทางจมูกก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



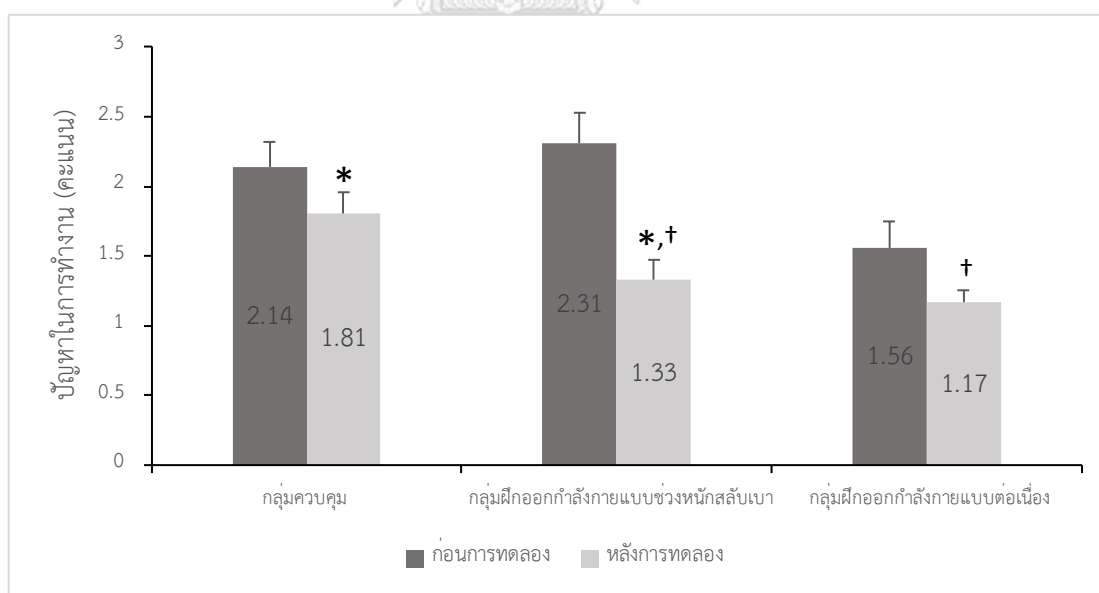
* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง † $p < .05$ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 43 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านอาการทางตา ก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีก่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



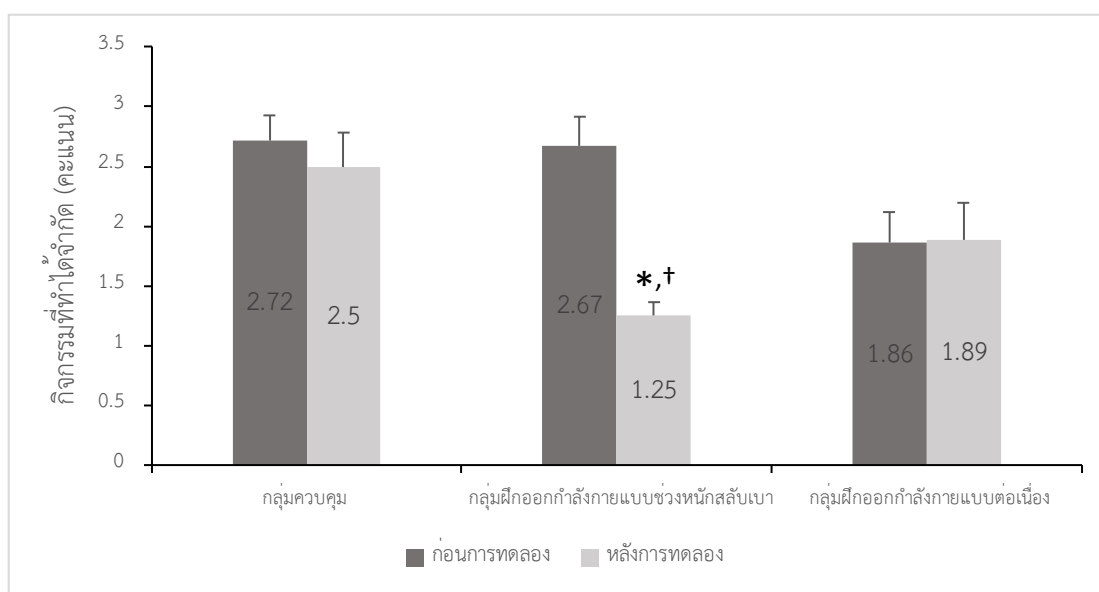
* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง † $p < .05$ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 44 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านอาการทางระบบอื่นๆก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



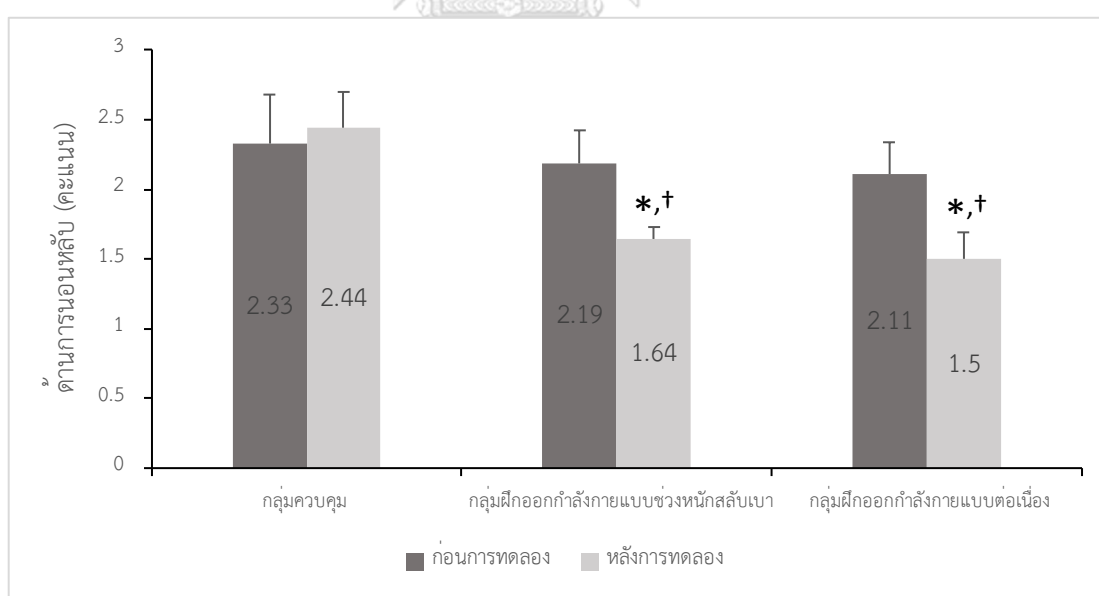
* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง † $p < .05$ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 45 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านปัญหาในการทำงานก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



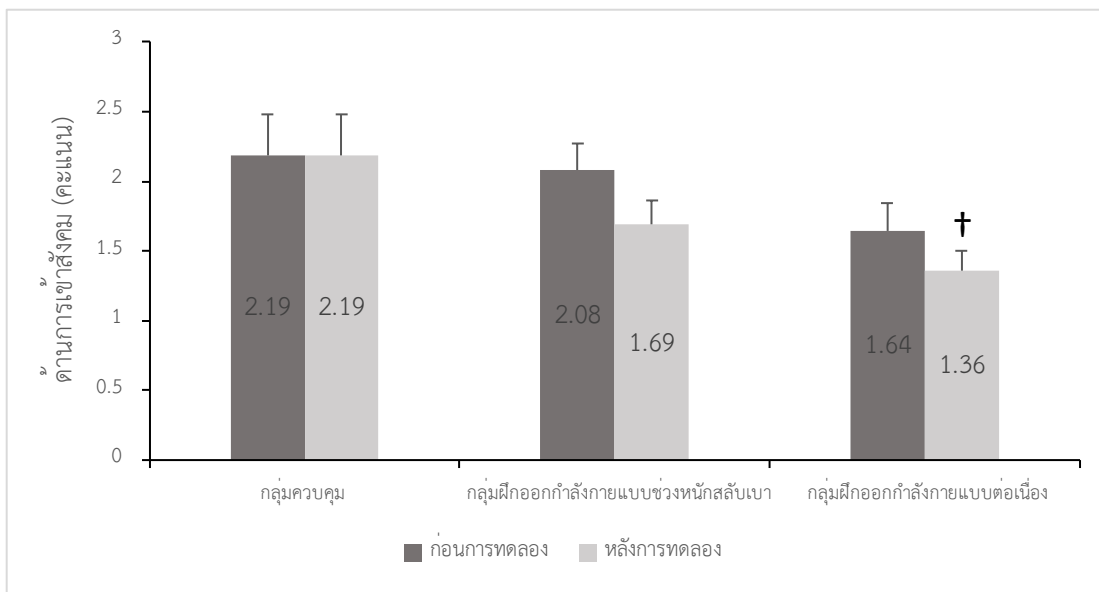
* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง $tp < .05$ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 46 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านกิจกรรมที่ได้จำกัดก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



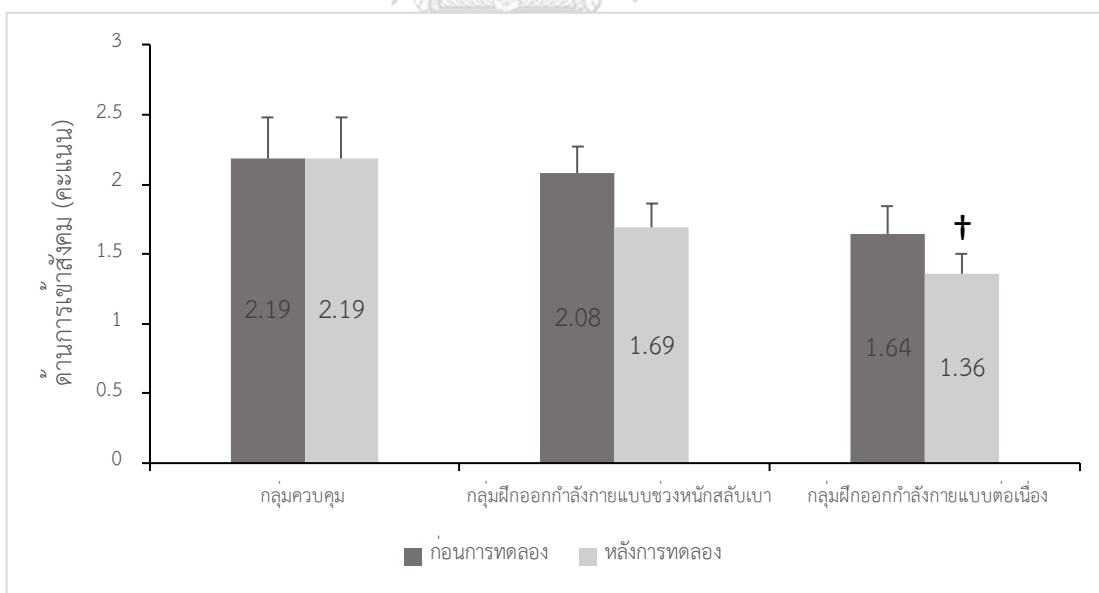
* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง $tp < .05$ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 47 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านการนอนหลับก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



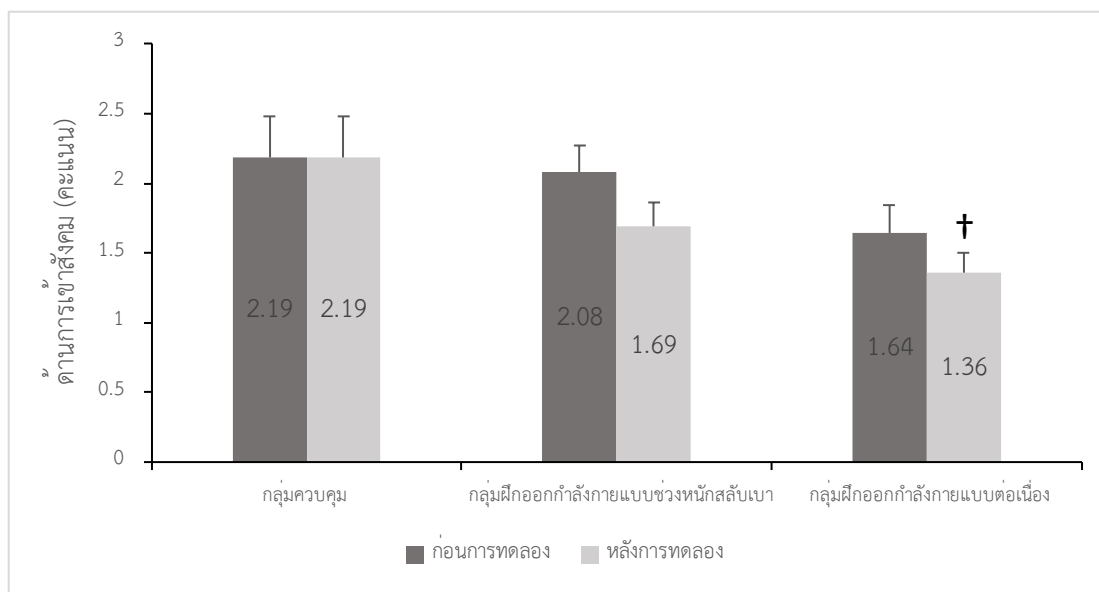
$tp < .05$ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 48 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านการเข้าถึงก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง $tp < .05$ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 49 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านอารมณ์ก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง



* $p < .05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง † $p < .05$ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

แผนภูมิที่ 50 แสดงค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านคุณภาพชีวิตโดยรวมก่อนและหลังการทดลองของระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฟีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

ผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เป็นนิสิตและบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มาใช้บริการศูนย์บริการสุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 12 คน ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา โดยการเดิน/วิ่งบนลู่วิ่ง ใช้เวลาประมาณ 40 นาที ซึ่งผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับการออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบ ได้แก่ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนักระดับสูงที่ 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นจะสลับด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 1 นาที ต่อเนื่องกันทันที โดยไม่มีการพักระหว่างช่วง โดยนับเป็น 1 รอบ ทำทั้งหมด 10 รอบต่อเนื่องกัน รวมเวลาทั้งหมด 20 นาที และโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนักระดับสูงที่ 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นจะสลับด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 2 นาที ต่อเนื่องกันทันที โดยไม่มีการพักระหว่างช่วง โดยนับเป็น 1 รอบ ทำทั้งหมด 8 รอบต่อเนื่องกัน รวมเวลาทั้งหมด 24 นาที ทำการทดสอบตัวแปรต่างๆ ได้แก่ 1. วัดตัวแปรด้านสรีรวิทยา ประกอบด้วย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิต และวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย 2. ตัวแปรด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ การประเมินอาการคัดจมูกของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ การไหลของเลือดในโพรงจมูก และปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า 3. ตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน ได้แก่ ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก 4. ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด 5. ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตร

ของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศ และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที โดยทำการทดสอบตัวแปรข้อที่ 2. - 5. ระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที แล้วนำผลข้อมูลไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เพื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างการทดลอง โดยทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกและค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า และตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน ระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาทีภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (Two-way Repeated-measures ANOVA) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5 การทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม และอาการน้ำมูกไหล ระหว่างก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาทีภายในกลุ่มโดยการทดสอบของฟริดแมน (Friedman test) ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5 และการทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม และอาการน้ำมูกไหล ระหว่างกลุ่ม โดยการทดสอบวิลคอกซ์ (Wilcoxon signed-rank test) ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5

ผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ที่เป็นนิสิตและบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มาใช้บริการ ศูนย์บริการสุขภาพแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 36 คน ผู้เข้าร่วมจะแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนัก

สลับเบา โดยการเดิน/วิ่งบนลู่วิ่ง ใช้เวลาประมาณ 40 นาที โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนัก ระดับสูงที่ 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นจะสลับด้วยการวิ่งที่ ระดับความหนักระดับต่ำ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 2 นาที ต่อเนื่องกัน ทั้งนี้ โดยไม่มีการพักระหว่างช่วง โดยนับเป็น 1 รอบ ทำทั้งหมด 8 รอบต่อเนื่องกัน รวมเวลาทั้งหมด 24 นาที และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความ หนักระดับสูงที่ 65-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 30 นาที ทำการทดสอบตัวแปร ต่างๆ ได้แก่ 1. วัดตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ปริมาณไขมัน อัตราการเต้นหัวใจ ขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว 2. ตัวแปรด้าน สมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่า ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วน ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุด ของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25- 75% ของปริมาตรอากาศ และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที 3. ตัว แปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และค่าแรงดันการ หายใจออกสูงสุด ตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกและค่าเฉลี่ยปริมาตร การไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า 4. ตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน ได้แก่ ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก 5. ตัวแปรด้านไซโตไคน์ ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินทู อินเตอร์ลิวคินไฟฟ อัตรส่วนอินเตอร์ลิวคินทูต่ออินเตอร์ลิวคินไฟฟ อินเตอร์ลิวคินซิกส์ และทีเอ็นเอฟอัลฟา 6. ตัวแปรด้าน ความสามารถทางแอโรบิก ได้แก่ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด 7. ตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต ได้แก่ การประเมินคุณภาพชีวิตของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยใช้แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิตโรค จมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้ ระหว่างก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกาย ภายในกลุ่มและระหว่าง กลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม (Mixed-design ANOVA ที่ระดับความมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ 0.5 การทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านอาการ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคัน จมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และอาการโดยรวม ตัวแปรด้านไซโตไคน์ ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินทู อินเตอร์ลิวคินไฟฟ อินเตอร์ลิวคินซิกส์ และทีเอ็นเอฟอัลฟา และตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต ได้แก่ อาการ ทางจมูก อาการทางตา อาการทางระบบอื่นๆ ปัญหาในการทำงานหรือการเรียน กิจกรรมที่ทำได้จำกัด การนอนหลับ การเข้าสังคม อารมณ์ และคุณภาพชีวิตโดยรวมระหว่างก่อนออกกำลังกายและหลังออก

กำลังกายภายในกลุ่มโดย การทดสอบของคริสคาลและวัลลิส และการทดสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยการทดสอบวิลคอกซัน ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5

สรุปผลการวิจัย

ผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

1. ตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว

1.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายด้วยโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 (HIIT 1:1) ผลการวิจัยพบว่า

1.1.1 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.1.2 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.1.3 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที แตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาที ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.1.4 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 45 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.1.5 ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังออกกำลังกาย 45 นาที เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.1.6 ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังออกกำลังกาย 45 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.1.7 ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบหลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาทีอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.2 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายด้วยโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 (HIIT 1:2) ผลการวิจัยพบว่า

1.2.1 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกายทันที และหลังออกกำลังกาย 15 นาที เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.2.2 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.2.3 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 15 นาทีอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.2.4 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 45 นาทีอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.2.5 ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวหลังออกกำลังกายทันที เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.2.6 ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบหลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังออกกำลังกาย 45 นาที ลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.3 เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรด้านสรีรวิทยาระหว่างโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 (HIIT 1:1) และ โปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 (HIIT 1:2) พบว่า ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราการไหลของอากาศที่

ค่านวนในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศ และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ผลการวิจัยพบว่า

2.1. ค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่พบความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.2 ค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่พบความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.3 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่พบความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.4 ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศที่ค่านวนในช่วงปริมาตรร้อยละ 25-75 ของปริมาตรอากาศสูงสุดก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่พบความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.5 ค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาทีก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่พบความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.6 เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรด้านสมรรถภาพปอดระหว่างโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 (HIIT 1:1) และ โปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 (HIIT 1:2) พบว่า ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด ผลการวิจัยพบว่า

3.1 ค่าเฉลี่ยแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดหลังการออกกำลังกายนาที่ที่ 15 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่พบความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างระหว่างกลุ่ม ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3.2 ค่าเฉลี่ยแรงดันการหายใจออกสูงสุดหลังการออกกำลังกายนาที่ที่ 15 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่พบความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างระหว่างกลุ่ม ระหว่างระยะเวลาในการทดสอบ และไม่พบความสัมพันธ์ของโปรแกรมการออกกำลังกายและระยะเวลาในการทดสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3.3 เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจระหว่างโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 (HIIT 1:1) และ โปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 (HIIT 1:2) พบว่า ก่อนออก

กำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. ตัวแปรด้านอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และอาการโดยรวม

4.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายด้วยโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 (HIIT 1:1) ผลการวิจัยพบว่า

4.1.1 ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกหลังออกกำลังกาย ลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.1.2 ค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.1.3 ค่าเฉลี่ยอาการจามหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.1.4 ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวม หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.2 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายด้วยโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 (HIIT 1:2) ผลการวิจัยพบว่า

4.2.1 ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูกหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.2.2 ค่าเฉลี่ยอาการคันจมูกหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.2.3 ค่าเฉลี่ยอาการจามหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลง แตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.2.4 ค่าเฉลี่ยอาการน้ำมูกไหลหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.2.5 ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลง แตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.2.6 ค่าเฉลี่ยอาการโดยรวมหลังออกกำลังกายทันทีแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 30 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และพบว่าหลังออกกำลังกาย 30 นาทีแตกต่างกับหลังออกกำลังกาย 60 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.3 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วย อัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 (HIIT 1:1) และ โปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วย อัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 (HIIT 1:2) พบว่า

4.3.1 ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหลและอาการโดยรวมระหว่างก่อน หลังออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และ หลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันระหว่าง HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

5. ตัวแปรการไหลของเลือดในโพรงจมูกและปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก ขณะหายใจเข้า ผลการวิจัยพบว่า

5.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายด้วยโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 (HIIT 1:1) ผลการวิจัยพบว่า

5.1.1 ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายทันทีที่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม HIIT 1:1 และ HIIT 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5.1.2 ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของ

อากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าหลังออกกำลังกายทันที มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5.1.3 ค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าหลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5.2 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายด้วยโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 (HIIT 1:2) ผลการวิจัยพบว่า

5.2.1 ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5.2.2 ค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5.2.3 ค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าหลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังออกกำลังกาย 45 นาที มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5.3 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 (HIIT 1:1) และ โปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 (HIIT 1:2) พบว่า

5.3.1 ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายทันที แตกต่างกันระหว่าง HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

5.3.2 ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันระหว่าง HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

6. ตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน ได้แก่ ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก ผลการวิจัยพบว่า

6.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายด้วยโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 (HIIT 1:1) ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกหลังออกกำลังกายทันที ไม่แตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

6.2 เมื่อกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายด้วยโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 (HIIT 1:2) ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกหลังออกกำลังกายทันทีลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

6.3 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 (HIIT 1:1) และ โปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 (HIIT 1:2) พบว่า ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกหลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ไม่แตกต่างกันระหว่าง HIIT 1:1 และ HIIT 1:2

ผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจ และอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

1. ตัวแปรด้านสรีรวิทยา ผลการวิจัยพบว่า

1.1 หลังการฝึก 12 สัปดาห์ ตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย และค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันของกลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน

1.2 หลังการฝึก 12 สัปดาห์ ตัวแปรด้านสรีรวิทยาของกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกับก่อนการทดลอง

2. ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และความสามารถทางแอโรบิก ผลการวิจัยพบว่า

2.1 หลังการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที และตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด แรงดันการหายใจออกสูงสุด และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มควบคุมของค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพของปอด ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และตัวแปรความสามารถทางแอโรบิกเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง

3. ตัวแปรด้านอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ผลการวิจัยพบว่า

3.1 หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูก อาการคัดจมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และอาการโดยรวมในช่วงสัปดาห์ที่ผ่านมาลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 หลังการฝีก 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยคะแนนอาการคัดจมูก อาการคัดจมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และอาการโดยรวมของกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกับก่อนการทดลอง

3.3 หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าก่อนทดสอบภูมิแพ้และหลังทดสอบภูมิแพ้เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.4 หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

3.5 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของการไหลของเลือดในโพรงจมูก ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

3.6 หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูกก่อนทดสอบภูมิแพ้เพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.7 กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูกหลังทดสอบภูมิแพ้เพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.8 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของการไหลของเลือดในโพรงจมูก ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

4. ตัวแปรด้านไซโตไคน์ และตัวแปรด้านความเครียดออกซิเดชัน ผลการวิจัยพบว่า

4.1 หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝีกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูหลังทดสอบภูมิแพ้ 5 นาทีแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.2. หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินไฟฟ้าก่อนทดสอบภูมิแพ้แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.3. หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินซีกส์ก่อนทดสอบภูมิแพ้แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.4 หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินไฟฟ้าก่อนทดสอบภูมิแพ้แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.5 พบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.6 พบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง

5. ตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต ผลการวิจัยพบว่า

7.1 หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตด้านปัญหาในการทำงานหรือการเรียนลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตด้านอาการทางจมูก ด้านอาการทางตา อาการทางระบบอื่นๆ กิจกรรมที่ทำได้จำกัด ด้านการนอนหลับ ด้านการเข้าสังคม ด้านอารมณ์ และด้านคุณภาพชีวิตโดยรวมไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง

7.2 หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตด้านอาการทางจมูก ด้านอาการทางตา ด้านอาการทางระบบอื่นๆ ด้านปัญหาในการทำงานหรือการเรียน ด้านกิจกรรมที่ทำได้จำกัด ด้านการนอนหลับ ด้านการเข้าสังคม ด้านอารมณ์ ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวมลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตด้านการเข้าสังคม ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง

7.3 หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตด้านอาการทางจมูก ด้านอาการทางตา ด้านการนอนหลับ ด้านอารมณ์ ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวม ลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าหลัง

การทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตอาการทางระบบอื่นๆ ปัญหาในการทำงานหรือการเรียน กิจกรรมที่ทำได้จำกัด และด้านการเข้าสังคม ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่าการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาส่งผลดีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ซึ่งจากผลการวิจัยสามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อตัวแปรด้านสรีรวิทยา

จากผลการศึกษาพบว่าหลังการออกกำลังกายทันทีที่ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบว่า หลังการออกกำลังกาย 15 นาทีมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว มีค่าลดลงแตกต่างกับหลังออกกำลังกายทันที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 การฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาในการศึกษาวิจัยนี้ เป็นการออกกำลังกายที่มีช่วงความหนักเป็นระยะเวลาสั้นๆ ด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ 80% - 95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด สลับด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำ 50-60% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่ใช้ออกซิเจนเพื่อนำออกซิเจนไปเป็นตัวช่วยในการเผาผลาญพลังงานให้แก่ร่างกาย เมื่อออกกำลังกายกล้ามเนื้อจะมีความต้องการสารอาหารในกระบวนการเผาผลาญพลังงานที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการไหลเวียนของเลือดไปที่กล้ามเนื้อมากขึ้น การออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic system) (Mutter et al., 2007) ซึ่งทำให้ปริมาณของเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที (Cardiac output) เพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาตรเลือดที่ถูกสูบฉีดออกจากหัวใจในการบีบตัวหนึ่งครั้ง (Stroke volume) และอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) ซึ่งส่งผลให้หัวใจทำงานและเต้นเร็วขึ้น (Ekblom & Hermansen, 1968) โดยการเพิ่มขึ้นของการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกยังส่งผลให้หลอดเลือดหดตัว (Vasoconstriction) และมีการเพิ่มขึ้นของปริมาตรเลือดที่ถูกสูบฉีดออกจากหัวใจในการบีบตัวหนึ่งครั้ง ส่งผลให้มีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเพิ่มขึ้น (Wigfull & Cohen, 2005) และปริมาตรของ

เลือดที่ออกจากหัวใจ 1 ครั้ง จะส่งผลต่อความต้านทานของหลอดเลือด ทำให้มีค่าความดันโลหิตที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย (Shepherd, 1987)

จากผลงานวิจัยพบว่าหลังจากออกกำลังกาย ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจลดลงและความดันโลหิตลดลง โดยผู้วิจัยจะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพักหลังจากออกกำลังกาย ซึ่งกลไกการฟื้นฟูร่างกายภายหลังออกกำลังกายจะเกิดจากมีการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic system) เพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีหน้าที่สำคัญในการพักผ่อน และคงการทำงานของอวัยวะต่างๆให้อยู่ในภาวะคงที่ และยับยั้งการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (Pober and Freedson, 2004) ทำให้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจลดลง (Howard, 2023) เมื่ออัตราการเต้นของหัวใจลดลงจะส่งผลให้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวลดลงตามไปด้วย เนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจจะแปรผันโดยตรงกับความดันโลหิต (Reule & Drawz, 2012) อีกทั้งภายหลังจากการออกกำลังกาย ร่างกายใช้พลังงานน้อยลงจะมีปริมาณของเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาทีลดลงและเกิดการคลายตัวของหลอดเลือด (Vasodilation) ซึ่งส่งผลให้ความต้านทานของหลอดเลือดลดลง ทำให้มีค่าความดันโลหิตลดลง (Joyner, 2000) โดยผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gonçalves et al. (2022) ที่ได้ทำการศึกษาผลฉับพลันของการเปรียบเทียบการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่ความหนักระดับสูงที่ 85-95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 4 นาที สลับกับความหนักระดับต่ำที่ 40% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 1 นาที รวมระยะเวลา 20 นาที และการออกกำลังกายระดับปานกลางแบบต่อเนื่องที่ 70-75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ระยะเวลา 27.5 นาที ผลการวิจัยพบว่าภายหลังจากการออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวสูงกว่าก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้งานวิจัยของ Shea et al. (2022) ที่ได้ทำการศึกษาผลฉับพลันของการเปรียบเทียบการออกกำลังกายแบบแอโรบิก โดยการวิ่งบนลู่วิ่งเป็นเวลา 30 นาที ผลการวิจัยพบว่าภายหลังจากการออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen et al. (2013) ที่ได้ศึกษาผลฉับพลันโดยเปรียบเทียบการยืดกล้ามเนื้อแบบยืดเหยียดค้าง การออกแรงต้าน และการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางพบว่าหลังจากการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องทำให้ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจและการประเมินระดับการรับรู้การออกแรงของร่างกายเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตอนที่ 2 ผลฉั้บพลันของการออกกำลั้งกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อตัวแปรด้านสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

จากผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศ และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที และตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงต้นการหายใจเข้าสูงสุด และค่าแรงต้นการหายใจออกสูงสุด หลังออกกำลั้งกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 และอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างก่อนออกกำลั้งกาย หลังออกกำลั้งกายทันที หลังออกกำลั้งกาย 15 นาที 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที การทำงานของระบบหายใจ เป็นการทดสอบค่าต่าง ๆ เพื่อวัดความสามารถในการทำงานของระบบหายใจ ซึ่งประกอบด้วยสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ จากผลการวิจัยครั้งนี้แสดงถึงการออกกำลั้งกายแบบช่วงหนักสลับเบาไม่ส่งผลต่อการทำงานของสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งเกิดจากกลไกการควบคุมความสมดุลของระบบประสาทซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติก ซึ่งเป็นระบบที่มีความสำคัญในการควบคุมการทำงานต่างๆ ของร่างกาย โดยระบบประสาทซิมพาเทติกมีหน้าที่ในการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ และกระตุ้นการทำงานของระบบหายใจให้ทำงานเพิ่มมากขึ้น ส่วนระบบประสาทพาราซิมพาเทติกมีหน้าที่ทำให้ร่างกายเกิดการผ่อนคลาย ความสมดุลของระบบดังกล่าวจึงมีความสำคัญในการควบคุมสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง (Beck et al., 2006) อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงการทำงานของปอดหลังออกกำลั้งกายสัมพันธ์กับความล้าของกล้ามเนื้อหายใจ (O'Kroy & Coast, 1992) ซึ่งส่งผลเสียต่อการทำงานของสมรรถภาพปอดอีกด้วย อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาผลฉั้บพลันของการออกกำลั้งกาย ซึ่งบางงานวิจัยศึกษาพบว่าผลฉั้บพลันของการออกกำลั้งกายด้วยความหนักระดับสูงนั้น ส่งผลต่อการทำงานของระบบหายใจโดยการกระตุ้นให้หลอดลมเกิดการหดตัวมากขึ้น (Bronchoconstriction) ทำให้มีค่าสมรรถภาพปอดที่ลดลง (Anderson, 2006) นอกจากนี้ยังพบว่าการออกกำลั้งกายส่งผลทำให้กระตุ้นอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยกระตุ้นให้เกิดอาการคัดจมูก คันจมูก จาม และน้ำมูกไหล (Silvers, W.

S., & Poole, J. A., 2006) แม้จะมีงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าผลของการออกกำลังกายแบบความหนักสูงส่งผลต่อการทำงานของสมรรถภาพปอดและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ แต่งานวิจัยในครั้งนี้นี้ไม่พบผู้เข้าร่วมคนใดแสดงอาการหายใจลำบากและกระตุ้นอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้เพิ่มมากขึ้นในระหว่างการดำเนินการทดลอง

จากผลการศึกษาคั้งนี้ที่พบว่าผลฉับพลันหลังออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพปอด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Andrade et al. (2020) ที่ได้ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาโดยวิ่งบนลู่วิ่งที่ความหนักระดับสูงที่ 90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 1 นาที สลับกับ ความหนักระดับที่ 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 1 นาที รวมระยะเวลา 20 นาที พบว่า ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ ค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณในช่วงปริมาตร 25-75% ของปริมาตรอากาศ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังทดลอง อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Beck et al. (2006) ที่ได้ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่ความหนักระดับเบาที่ 40% ของความสามารถในการออกแรงสูงสุดและระดับสูงที่ 75% ของความสามารถในการออกแรงสูงสุด พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพปอดระหว่างก่อนและหลังออกกำลังกายที่ความหนักระดับเบาและระดับสูง อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยที่ศึกษาพบว่าหลังจากการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาส่งผลให้มีสมรรถภาพปอดที่ลดลง (Pikaluk, 2014) ดังเช่นการศึกษาของ O'Neill C et al. (2017) ที่ทำการศึกษาศักยภาพฉับพลันของการออกกำลังกายหลายชนิดต่อสมรรถภาพปอด ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักระดับปานกลางส่งผลให้ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย และงานวิจัยของ Tipton et al. (2017) พบว่าการออกกำลังกาย 30 นาที เพิ่มปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1/FVC) นอกจากนี้ การศึกษาคั้งนี้พบว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และแรงดันการหายใจออก แสดงถึงสมรรถภาพของกล้ามเนื้อหายใจไม่เกิดการ

เปลี่ยนแปลง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าหลังจากการออกกำลังกายจนเหนื่อยหมดแรง (Oueslati et al., 2018) หรือหลังจากการออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านที่ระดับสูง จะทำให้ค่าแรงดันการหายใจเข้า และหายใจออกลดลง (Hackett, 2022; Hackett et al., 2012) ซึ่งแสดงถึงความล้าของกล้ามเนื้อหายใจ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทดสอบโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วน 1:1 และ อัตราส่วน 1:2 โดยใช้เวลา 20-24 นาที ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่ไม่หนักมาก จึงอาจไม่ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อหายใจเกิดความเมื่อยล้า

ตอนที่ 3 ผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อตัวแปรด้านอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ผลการวิจัยพบว่าหลังออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 และอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 ค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม และอาการโดยรวม หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 15 นาที หลังออกกำลังกาย 30 นาที หลังออกกำลังกาย 45 นาที และหลังออกกำลังกาย 60 นาที ลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณพร ทองตะโก และคณะ (2555) ที่ได้ทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางระดับความหนัก 65-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง พบว่าค่าเฉลี่ยอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลงทันทีหลังออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tongstako et al. (2012) ที่ได้ทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางระดับความหนัก 65-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง พบว่าค่าเฉลี่ยอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลงทันทีหลังออกกำลังกาย อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ของณัฏฐ์ดนัย เจริญสุขวิมลและคณะ (2555) ได้ศึกษาพบว่าการออกกำลังกายโดยการวิ่งบนลู่วิ่งเพื่อการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีของบรูซจนเหนื่อยหมดแรงและวิ่งด้วยลู่วิ่ง เป็นเวลา 30 นาทีที่ความหนัก 60 - 70% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง ผลการวิจัยพบว่าหลังการออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบมีค่าเฉลี่ยอาการคัดจมูก คันจมูก จาม และน้ำมูกไหลลดลงแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เป็นโรคที่เกิดจากการอักเสบของโพรงจมูก ทำให้เกิดอาการของโรค ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม และอาการน้ำมูกไหล เมื่อร่างกายได้รับสารก่อภูมิแพ้เข้าไป จะทำปฏิกิริยาต่อกับ Allergen-specific immunoglobulin E (IgE) จำเพาะต่อสารก่อภูมิแพ้นั้น ทำให้เกิดการอักเสบบริเวณเยื่อโพรงจมูก และปล่อยสารชักนำการอักเสบ (Inflammatory mediators) ออกมา

หลายชนิด เช่น ฮีสตามีน (Histamine), ลิวโคไตรอิน (Leukotriene), โพรสตาแกลนดิน (Prostaglandin) เป็นต้น ซึ่งเกิดระหว่างการเกิดปฏิกิริยาอักเสบจากภูมิแพ้ในระยะแรก (Early-phase response; EPR) โดยสารชักนำการอักเสบที่หลั่ง ออกมานี้จะไปกระตุ้นอวัยวะส่วนปลาย (End organs) ในเยื่อบุจมูก เช่น เส้นประสาท ต่อมสร้างสารคัดหลั่ง ต่อมสร้างมูก หลอดเลือด ทำให้เกิดอาการคัน จาม คัดจมูก และน้ำมูกไหล (ปารยะ อาศนะเสน, 2560) ทั้งนี้การลดลงของอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้หลังจากการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:1 และอัตราส่วน 1:2 อาจเป็นเพราะการออกกำลังกายส่งผลให้มีการลดการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและลดแรงต้านภายในโพรงจมูก ทำให้มีการเพิ่มช่องปริมาตรในโพรงจมูกมากขึ้น ส่งผลให้โพรงจมูกของผู้ป่วยโล่งมากขึ้น ซึ่งแสดงถึงอาการคัดจมูกที่ลดลง นอกจากนี้ การออกกำลังกายยังกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก ส่งผลให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือดในโพรงจมูก และลดแรงต้านในโพรงจมูกขณะออกกำลังกาย (Keleş, 2002; International Rhinitis Management Working Group, 1994; Katz, 1984) และยังพบว่าผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลางช่วยลดอัตราส่วนของอินเตอร์ลิวคินทูต่ออินเตอร์ลิวคินโฟว์ (IL-2/IL-4) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายช่วยลดไซโตไคน์ที่ทำให้เกิดการอักเสบ (Pro-inflammation) ทำให้อาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลง (Tongtako et al., 2012)

นอกจากนี้ การศึกษาวิจัยครั้งนี้ยังพบว่าอาการน้ำมูกไหลหลังออกกำลังกายทันที และหลังการออกกำลังกาย 15 นาทีลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยลดลงเฉพาะในกลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:2 และอาการน้ำมูกไหลหลังออกกำลังกายทันที และหลังการออกกำลังกาย 15 นาที แตกต่างกันระหว่างกลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:1 และอัตราส่วน 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อาการน้ำมูกไหลเกิดจากปฏิกิริยาอักเสบจากภูมิแพ้ ทำให้มีการหลั่งสารที่ทำให้เกิดการอักเสบโดยเฉพาะฮีสตามีน ซึ่งจะกระตุ้นให้เพิ่มการซึมผ่านผนังหลอดเลือด (Vascular permeability) ทำให้มีการหลั่งน้ำมูกออกมาทางโพรงจมูก (Sin & Togias, 2011) จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ากลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:2 สามารถช่วยลดอาการน้ำมูกไหลได้ดีกว่ากลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:1 อาจเป็นเพราะกลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:2 มีระยะเวลาพักที่นานกว่าการออกกำลังกายด้วยอัตราส่วน 1:1 โดยจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าระยะเวลาช่วงพักที่นานขึ้นจะช่วยฟื้นฟูร่างกายและเพิ่มความสามารถทางแอโรบิกหรือ ความสามารถในการใช้ออกซิเจน (Atakan et al., 2021) นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาช่วงพักที่นานขึ้นจะช่วย

พื้นฟูระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) และการตอบสนองทางเมตาบอลิซึม (Metabolic response) มากกว่าระยะเวลาช่วงพักสั้นๆ (Brandão et al., 2020) จากการศึกษาของ Gosselin et al. (2012) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วนความหนักสูงต่อความหนักเบาด้วยที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีระยะเวลาความหนักสูงนานที่สุดจะมีค่าเฉลี่ยแลคเตทที่สูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าในระยะเวลาช่วงความหนักสูงที่ต่อเนื่องเป็นเวลานานจะส่งผลให้ร่างกายมีการใช้พลังงานและกล้ามเนื้อทำงานหนักขึ้น ทำให้มีการผลิตแลคเตทเพิ่มมากขึ้นและส่งผลให้เกิดความล้าขณะออกกำลังกาย ดังนั้นออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:2 มีระยะเวลาพักที่นานขึ้น อาจช่วยลดความเสี่ยงในออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูงต่อเนื่องแล้วส่งผลต่อการเพิ่มอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Silvers & Poole, 2006) อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยบางส่วนที่พบว่าการออกกำลังกายที่มีความหนักระดับสูงทำให้เกิดโรคจมูกอักเสบเพิ่มขึ้น (Alves et al., 2010) การวิจัยครั้งนี้เป็นการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาไม่ทำให้เพิ่มอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกลดลงทันทีหลังจากการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่อัตราส่วน 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงให้เห็นว่ามีการไหลของเลือดไปยังบริเวณจมูกลดลง การไหลของเลือดในโพรงจมูก เป็นการตรวจวัดปริมาณการไหลของเลือดในโพรงจมูก ซึ่งเป็นการวัดโดยใช้เลเซอร์ในการวัดอัตราการไหลของเลือดในโพรงจมูก โดยเป็นวิธีที่ปลอดภัยและสะดวกรวดเร็ว (Lee et al., 2002) และอาจกล่าวได้ว่าการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผู้ป่วยมีอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มากขึ้น ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกลดลงทันทีหลังจากการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่อัตราส่วน 1:2 เป็นผลมาจากการที่หลอดเลือดบริเวณโพรงจมูกเกิดการหดตัว ซึ่งเกิดจากระบบประสาทซิมพาเทติกทำงานเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้ปริมาตรของหลอดเลือดลดลง นอกจากนี้ เนื่องจากเยื่อบุจมูกมีทั้งความต้านทานลดลงและมีปริมาตรหลอดเลือดที่เพิ่มขึ้น (Howarth et al., 2005) โดยการหดตัวของหลอดเลือดทั้งภายในและภายนอกของเยื่อบุจมูก ส่งผลให้ความต้านทานในหลอดเลือดลดลงและลดอาการคัดจมูก (Ohki et al., 1987) สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยที่พบว่า การไหลของเลือดในโพรงจมูกที่ลดลงสัมพันธ์กับอาการคัดจมูกที่ลดลงของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Tongtako et al., 2012) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ohki et al. (1987) ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่มีต่อการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและแรงดันในโพรง

จมูก (Nasal resistance) โดยทำการวัดก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายทันที หลังออกกำลังกาย 5 นาที 10 นาที 15 นาที 20 นาที 25 นาที และ 30 นาที ในผู้มีสุขภาพดีและผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ผลการวิจัยพบว่ามีความเปลี่ยนแปลงของไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกและแรงต้านในโพรงจมูกลดลง หลังออกกำลังกายทันที อย่างไรก็ตามกลุ่ม HIIT 1:1 ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยการนำจมูกไหล และค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่พบว่ามีแนวโน้มที่ลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้อจำกัดของงานวิจัย คือกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย จึงทำให้ไม่เกิดความแตกต่างทางการวิเคราะห์ทางสถิติ

นอกจากนี้การศึกษานี้พบว่าหลังจากออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทันทีทั้ง 2 โปรแกรม การวัดปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าเป็นการวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าจมูกโดยสามารถประเมินอาการคัดจมูก แน่นจมูก ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยค่าปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้ามีความสัมพันธ์กับอาการคัดจมูก (Agnihotri et al., 2019) การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากกลไกเช่นเดียวกับการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก โดยการออกกำลังกายจะกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติกให้ทำงานเพิ่มมากขึ้น ทำให้หลอดเลือดบริเวณโพรงจมูกเกิดการหดตัว ส่งผลต่อปริมาตรของหลอดเลือดที่ลดลง และช่วยลดความต้านทานในโพรงจมูก (Howarth et al., 2005) ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า ซึ่งผลของการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Tongtako et al. (2012) ทำการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกลดลง และค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าเพิ่มขึ้นหลังจากการออกกำลังกายจนหมดแรงและการออกกำลังกายระดับปานกลาง และยังคงสอดคล้องกับ Marioni et al. (2010) ที่ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพบว่าภายหลังการออกกำลังกายมีค่าปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานศึกษาของณัฐรัตน์ เจริญสุขวิมลและคณะ (2555) ได้ศึกษาพบว่าการออกกำลังกายโดยการวิ่งบนลู่วิ่งเพื่อการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีของบรูซจนเหนื่อยหมดแรงและวิ่งด้วยลู่วิ่ง เป็นเวลา 30 นาทีที่ความหนัก 60 - 70% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง ส่งผลดีทำให้จมูกโล่งขึ้นโดยการเพิ่มปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าได้

ตอนที่ 4 ผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจ (FeNO) ออกลดลงหลังออกกำลังกายทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ในกลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:2 การวัดค่าไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก เป็นปริมาณไนตริกออกไซด์ในทางเดินหายใจ ซึ่งแสดงถึงทางเดินหายใจเกิดการอักเสบ เมื่อทางเดินหายใจเกิดการอักเสบจะทำให้เซลล์เยื่อผิวของหลอดลมจะผลิตแก๊สไนตริกออกไซด์ในปริมาณสูงกว่าภาวะปกติจึงมีค่าเพิ่มขึ้น โดยส่วนมากจะมีปริมาณสูงในผู้ป่วยโรคหืด (Luo et al., 2021) ทั้งนี้มีงานวิจัยพบว่าผู้ป่วยโรคภูมิแพ้ที่มีค่าไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกที่สูงกว่าคนสุขภาพดีด้วยเช่นเดียวกัน (Zhu et al., 2016) การลดลงของค่าไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก เป็นผลมาจากการออกกำลังกายร่างกายจะต้องการออกซิเจนเพื่อนำไปผลิตพลังงานขณะออกกำลังกาย และมีกระตุ้นให้ร่างกายมีการระบายอากาศและการไหลเวียนของเลือดในปอดที่เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังมีการหายใจที่เพิ่มมากขึ้นและมีหายใจเข้า-ออกที่ลึกขึ้นขณะออกกำลังกาย ซึ่งส่งผลให้ไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกเกิดการแพร่ผ่านผนังทางเดินหายใจ (Airway wall) และขับออกจากร่างกายผ่านทางทางหายใจ (Verges et al., 2006) การออกกำลังกายทำให้มีความเข้มข้นของไนตริกออกไซด์ในผนังทางเดินหายใจลดลงและซึ่งช่วยลดปริมาณไนตริกออกไซด์ในเนื้อเยื่อได้อีกด้วย Evjenth et al. (2015) ผลจากการศึกษานี้ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ (Evjenth et al, 2015) ที่ได้ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายจนหมดแรง พบว่าค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลงหลังออกกำลังกายทันทีที่แตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษา และงานวิจัยของ Verges et al. (2006) ที่ได้ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูงที่ 60% ของความสามารถในการออกแรงสูงสุด 10 นาที สลับกับความหนักระดับเบาที่ 25% ของความสามารถในการออกแรงสูงสุด 2 นาที โดยทำสลับกันทั้งหมด 5 รอบ ผลการศึกษาพบว่าหลังออกกำลังกายมีการลดลงของค่าไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และยังสอดคล้องกับ Shin et al. (2003) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายความหนักระดับสูงต่อค่าไนตริกออกไซด์ในทางเดินหายใจออก โดยให้ออกกำลังกายความหนักระดับสูงที่ 90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 20 นาที ผลการศึกษาพบว่าหลังออกกำลังกายมีการลดลงของค่าไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และสอดคล้องกับการศึกษาของกับ Sheel et al. (1999) และ Petsky et al. (2013) ผลการศึกษาพบว่าผลฉับพลันของการออกกำลังกายส่งผลต่อการลดลงของค่าไนตริกออกไซด์

ในลมหายใจออก อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยของ Scollo et al.(2000) พบว่าไม่มีความแตกต่างในค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจ หลังจากการออกกำลังกายบนลู่วิ่ง

จากการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้นี้ แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาทั้ง 2 โปรแกรม ช่วยลดอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และอาการโดยรวม อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยการไหลของเลือดในโพรงจมูกลดลงหลังออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:2 และลดอาการน้ำมูกไหลมากกว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:1 ดังนั้นโปรแกรมออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:2 จึงอาจเป็นทางเลือกในการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่ช่วยลดอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และเหมาะสมกับผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:2 ในการนำไปฝึกออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ในผลการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ตอนที่ 5 ผลของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางต่อตัวแปรด้านสรีรวิทยา

จากผลการวิจัยที่พบว่าหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมัน และค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของกลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา กับกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก กระตุ้นให้ร่างกายเกิดการใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญไขมันเพื่อนำไปใช้เป็นพลังงานในการออกกำลังกาย ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่กระตุ้นการทำงานของระบบหัวใจและระบบหายใจ โดยมีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 20-60 นาที ส่งผลให้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีความแข็งแรงและทนทาน ทำให้สามารถช่วยลดไขมันในร่างกาย และควบคุมน้ำหนักได้ (ACSM, 2014) การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาช่วยลดค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมัน และค่าเฉลี่ย

ดัชนีมวลกายเนื่องมาจากการออกกำลังกายจะกระตุ้นให้มีการไหลเวียนของเลือดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีอัตราการออกซิเดชันของไขมันเพิ่มมากขึ้น (Khodadadi et al., 2023) อีกทั้งการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาการออกกำลังกายช่วงที่ความหนักสูงจะกระตุ้นการเพิ่มปฏิกิริยาของไมโทคอนเดรีย (Mitochondria biogenesis) ในกล้ามเนื้อลาย และเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงานได้มากขึ้น (Han & Yan, 2022) อีกทั้ง Boutcher (2011) พบว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายแบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก และนำมาซึ่งการปรับตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างที่ระบบการเผาผลาญพลังงานที่ดีมากขึ้นส่งผลให้มีการเผาผลาญไขมันและมีปริมาณไขมันที่ลดลง นอกจากนี้ ไขมันในร่างกายที่ลดลงมากขึ้นนั้นมาจากการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้น (Post-exercise oxygen consumption; EPOC) (Khodadadi et al., 2023) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Galedari et al. (2017) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกายในคนอ้วน ผลการวิจัยพบว่าหลังออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยการวิ่งบนลู่วิ่ง โดยความหนักระดับสูงที่ 90 - 95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 1 นาที สลับกับความหนักระดับเบาที่ 65 - 70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 1 นาที ทำซ้ำสลับกัน 6 - 12 รอบ โดยเริ่มสัปดาห์แรกด้วย 6 รอบ จากนั้นจะเพิ่มจำนวนรอบทุกๆ สัปดาห์ 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 เดือน ผลการวิจัยพบว่าหลังออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาช่วยลดค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมัน และค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Amaro-Gahete et al. (2019) ที่ได้ศึกษาผลของโปรแกรมออกกำลังกายรูปแบบต่างๆ ที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกายในผู้ใหญ่วัยกลางคนที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง ปริมาณการฝึก 40 - 65 นาทีต่อสัปดาห์ 95% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน ผลการวิจัยพบว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาช่วยลดค่าเฉลี่ยปริมาณไขมัน และค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ D'Amuri et al. (2021) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักระดับสูงที่ 100% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด 3 นาที สลับกับระดับเบาที่ 50% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด 1.5 นาที 13.5 -31.5 นาทีและออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางที่ความหนักระดับปานกลางที่ 60% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในผู้ป่วยโรคอ้วน พบว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางช่วยลดน้ำหนักตัวและปริมาณไขมันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่าการออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบนี้ช่วยลดองค์ประกอบของ

ร่างกาย โดยลดค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมัน และค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย แต่การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาสามารถประหยัดเวลาในการออกกำลังกายและเป็นแนวทางการออกกำลังกายที่น่าสนุกอีกอย่างหนึ่ง

ตอนที่ 6 ผลของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางส่งผลต่อตัวแปรด้านสมรรถภาพปอดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และความสามารถทางแอโรบิก

หลังการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (MVV) และตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (MIP) และแรงดันการหายใจออกสูงสุด (MEP) เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่ แสดงถึงปริมาตรอากาศที่จู่อยู่ในปอดเกือบทั้งหมด ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที แสดงถึงความทนทานของกล้ามเนื้อหายใจและความสามารถในการยืดขยายและการหดตัวกลับของปอดในช่วงเวลาประมาณ 12 วินาที ซึ่งค่าที่ได้จะเชื่อมโยงถึงการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจ ส่วนได้แก่ ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและแรงดันการหายใจออกสูงสุด แสดงถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออกการเปลี่ยนแปลงทางระบบหายใจนี้เกิดจากกลไกการเพิ่มขึ้นของค่าแรงดันการหายใจซึ่งมาจากการออกกำลังกายในระดับหนักสลับกับความหนักในระดับต่ำ ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นให้มีอัตราการหายใจและแรงดันอากาศเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle training) (Dunham & Harms, 2012) โดยมีงานวิจัยพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจจะเพิ่มมากขึ้นสัมพันธ์กับค่าแรงดันของการหายใจที่เพิ่มขึ้น (Enright et al., 2006) การเปลี่ยนแปลงทางระบบหายใจนี้เกิดจากการออกกำลังกายกระตุ้นให้ร่างกายมีอัตราการหายใจที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีการระบายอากาศเพิ่มขึ้น อีกทั้งกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติกทำให้หลอดเลือดเกิดการหดตัว กระตุ้นให้มีการไหลของเลือดไปเลี้ยงยังบริเวณปอดและกล้ามเนื้อ

หายใจเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งมีการหายใจถี่ขึ้นและลึกมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออกซ้ำๆ ส่งผลให้เกิดการปรับตัวและทำให้เพิ่มสมรรถภาพปอดและกล้ามเนื้อหายใจแข็งแรงมากขึ้น (Shadmehri et al., 2021) และการออกกำลังกายแบบแอโรบิกยังทำให้ปอดขยายตัวมีความยืดหยุ่นได้ดีขึ้น ส่งผลต่อปริมาตรของช่องอกที่เพิ่มมากขึ้น ปริมาตรความจุปอดจึงเพิ่มขึ้น อีกทั้งแรงต้านของทางเดินหายใจ (Airway resistance) ลดลง จากการที่หลอดลมถูกกระตุ้นให้มีการยืดขยาย (Scichilone et al., 2005) จึงทำให้ท่อทางเดินอากาศมีการไหลผ่านของอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการแพร่ที่ขึ้นแรงต้านของทางเดินหายใจลดลง การเพิ่มขึ้นของความสามารถในการออกซิเดชันของกล้ามเนื้อหายใจจึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการหายใจมากขึ้น (Angane et al., 2016) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจที่เพิ่มขึ้นทำให้มีขนาดของกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้นโดยการเพิ่มขึ้นของจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อและการเพิ่มขึ้นของระบบไหลเวียนในเส้นใยกล้ามเนื้อ (จำนวนของหลอดเลือดฝอยในเส้นใยกล้ามเนื้อ) (El-Kosery et al., 2011) ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดที่ดีขึ้น จากผลของการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dunham และ Harms (2012) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อสมรรถภาพปอด โดยกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นผู้มีสุขภาพดี 15 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบความทนทาน จำนวน 7 คน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา จำนวน 8 คน ผลการวิจัยพบว่าทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและค่าแรงดันในการหายใจเข้าเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบหนักสลับเบา มีค่าแรงดันการหายใจเข้ามากกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบทนทานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ.05 จากผลการศึกษาวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ นอกจากนี้ผลของงานวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับ Ahmad และคณะ (Azad et al., 2011) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแอโรบิกที่มีต่อสมรรถภาพปอดในนักเรียนที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คนที่มีภาวะอ้วนหรือน้ำหนักเกิน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองได้รับการฝึกด้วยการวิ่งบนลู่วิ่ง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมดำเนินกิจวัตรประจำวันตามปกติ จากการทดลองพบว่าสมรรถภาพปอดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มทดลองจากการเปรียบเทียบกับก่อนและหลังการฝึก และการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพ ค่าสมรรถภาพปอดยังสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที

กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มควบคุม งานวิจัยนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา จะได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2 เป็นเวลา 24 นาที และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางระดับปานกลาง ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายระดับปานกลางแบบต่อเนื่อง เป็นเวลา 30 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและระดับปานกลาง ช่วยเพิ่มความสามารถใช้ออกซิเจนหรือความสามารถทางแอโรบิกมากขึ้น และช่วยทำให้ร่างกายเกิดความล้าช้าลง การเพิ่มขึ้นของความสามารถใช้ออกซิเจนนี้จะช่วยชะลอการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งส่งผลทำให้กล้ามเนื้อเกิดความล้าช้าขึ้น (Ross et al., 2016) อีกทั้งการออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูงจะส่งผลให้ร่างกายเกิดการปรับตัวโดยการสร้างไมโทคอนเดรียในกล้ามเนื้อลายที่มากขึ้น (Mahatme et al., 2022) ซึ่งส่งผลต่อการผลิตพลังงานในขณะออกกำลังกายได้ดีมากขึ้นอีกด้วย อีกทั้งการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาจะกระตุ้นให้ร่างกายเกิดการปรับตัวของร่างกายส่วนกลาง (Central adaptations) ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของปริมาณการบีบตัวของหัวใจ (Systolic volume) และปริมาตรเลือดส่งออกจากหัวใจต่อนาที (Cardiac output) และการปรับตัวของร่างกายส่วนปลาย (Peripheral adaptations) ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของจำนวนและขนาดของไมโทครอนเดรีย (Number and size of mitochondria) การเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ในไมโทครอนเดรีย (Mitochondrial enzyme activity) การขยายตัวของหลอดเลือดแดง (Arterial vasodilation) การเพิ่มขึ้นของชีวปริมาณออกฤทธิ์ของไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide bioavailability) และการลดลงของความเครียดจากออกซิเดชัน (Oxidative stress) (Shadmehri et al., 2021) ซึ่งผลของการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Mador et al. (2009) ได้ทำการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานด้วยความหนักระดับสูงที่ 150% ของงานที่ทำได้สูงที่สุด เป็นเวลา 1 นาที สลับกับความหนักระดับเบาที่ 75% ของงานที่ทำได้สูงที่สุด เป็นเวลา 21 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลารวม 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าภายหลังจากการฝึกมีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂peak) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ O'Neil et al., 2021 ที่ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคหืด โดยแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มผู้ป่วยโรคหืด และกลุ่มควบคุม ทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับโปรแกรมการปั่นจักรยานด้วยความหนักระดับสูงที่ 90% ของความสามารถในการออก

แรงสูงสุด 1 นาที สลับกับความหนักระดับเบาที่ 10% ของความสามารถในการออกแรงสูงสุด เป็นเวลา 20 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลารวม 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ผลของการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Arboleda-Serna et al. (2019) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกช่วงหนักสลับเบาด้วยการวิ่งบนลู่วิ่งด้วยความหนักระดับสูงที่ 90 - 95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 15 - 30 วินาที สลับกับความหนักระดับเบาที่ 50 - 55% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 60 วินาที และการฝึกแบบต่อเนื่องด้วยความหนักระดับปานกลางที่ 65 - 75 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 40 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างคือผู้ชายสุขภาพดี ผลการวิจัยพบว่าการออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบช่วยเพิ่มความสามารถทางแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง ประสิทธิภาพของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาขึ้นอยู่กับปริมาณรวมของการออกกำลังกาย (Exercise volume) โดยขึ้นอยู่กับจำนวนรอบและจำนวนครั้ง ซึ่งมีส่วนสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางแอโรบิก และระยะเวลาที่เหมาะสมของโปรแกรมฝึก (Time-efficiency of a training program) (Garber et al., 2011) อีกทั้ง การออกกำลังกายรูปแบบหนักสลับเบาปริมาณสูง (High-volume high intensity interval training) ส่งผลดีมากกว่าการออกกำลังกายรูปแบบหนักสลับเบาปริมาณต่ำ (Low-volume high intensity interval training) เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของปริมาตรเลือดที่ถูกสูบฉีดออกจากหัวใจในการบีบตัวหนึ่งครั้ง (Stroke volume) (Wen et al., 2019) จากการวิจัยโปรแกรมฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาเป็นการออกกำลังกายรูปแบบหนักสลับเบาปริมาณต่ำ ซึ่งอาจเป็นผลทำให้ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง สรุปได้ว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางช่วยเพิ่มความสามารถทางแอโรบิกโดยการเพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้ไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 7 ผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาต่ออาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบากับการฝึกการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางที่ความหนักระดับปานกลาง

จากผลการวิจัยที่พบว่า หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มที่ได้รับการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางที่ความหนักระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยด้านอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และอาการโดยรวมลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ เป็นโรคที่เกิดจากการอักเสบของโพรงจมูก ทำให้เกิดอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ อาการคัด อาการคัน อาการจาม และอาการน้ำมูกไหล เมื่อร่างกายได้รับสารก่อภูมิแพ้เข้าไป จะทำปฏิกิริยากับ Allergen-specific immunoglobulin E (IgE) ที่จำเพาะต่อสารก่อภูมิแพ้นั้น ทำให้เกิดการอักเสบบริเวณเยื่อโพรงจมูก และปล่อยสารชักนำการอักเสบ (Inflammatory mediators) ออกมา เช่น ฮีสตามีน ลิวโคไตรอีน และพรอสตาแกลนดิน เป็นต้น ซึ่งเกิดระหว่างการเกิดปฏิกิริยาอักเสบจากภูมิแพ้ (ปารยะ อาศนะเสน, 2560) โดยอาการคัดจมูกเกิดจากการบวมของเนื้อเยื่อโพรงจมูกทำให้จมูกแคบขึ้น เนื่องจากการทำปฏิกิริยาของสารก่อภูมิแพ้และฮิสตามีน โภลูลินชนิดอี ทำให้เกิดสารคัดหลั่งออกมาซึ่งมีผลต่อหลอดเลือด มีการซึมผ่านของเลือดเพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการบวมของเนื้อเยื่อส่งผลให้โพรงจมูกแคบและเกิดอาการคัดแน่นจมูกขึ้น (Okubo et al.; 2017) อาการคันจมูกเกิดจากเนื้อเยื่อภายในจมูกดักจับสารก่อภูมิแพ้ได้ก่อนที่จะเข้าสู่ระบบภายในไปกระตุ้นให้ระบบภูมิคุ้มกันทำลายสารเหล่านั้น เกิดจากสาเหตุต่าง ๆ รวมทั้งปัจจัยทางกลุ่มสารที่ทำให้เกิดการระคายเคือง ในระบบทางเดินหายใจด้านบน (Respiratory tract) ทำให้เกิดอาการคันจมูกตามมา (อัศนี โชติพันธุ์วิทยากุล, 2557) อาการจามเป็นกลไกของร่างกายที่ไปกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันเพื่อที่จะกำจัดเชื้อโรค และอาการน้ำมูกไหล เกิดจากกลไกที่เรียกว่ารีฟล็กซ์ (Reflex) โดยผ่านทางเส้นประสาทเวียดียน (Vidian nerve) ซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการกระตุ้นให้มีการหลั่งของน้ำมูก ซึ่งเกิดจากต่อสร้างน้ำมูกผลิตน้ำมูกมากขึ้น (ปกิต วิชาพันธ์, 2543) การลดลงของอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ภายหลังฝึกออกกำลังกายนั้นเป็นผลมาจากกลไกการออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก โดยกระตุ้นให้หลอดเลือดเกิดการหดตัวช่วยลดแรงต้านในเยื่อโพรงจมูก (Olson, 1987) ซึ่งการลดลงของแรงต้านในโพรงจมูกอาจเกิดจากการลดลงของการไหลของเลือดในโพรงจมูก ส่งผลให้อาการคัดจมูกลดลงได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกช่วยเพิ่มไซโตไคน์ที่ช่วยลดการอักเสบ (Anti-inflammatory cytokines) ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินทู และลดการผลิตไซโตไคน์ที่กระตุ้นให้การอักเสบ (Pro-inflammatory cytokines) ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินโฟร์ ทำให้ช่วยลดการอักเสบบริเวณโพรงจมูกและลดอาการต่างๆในผู้ป่วยจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้ (Tongtako et al., 2018) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tongtako

et al. (2018) ที่พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการรับประทานวิตามินซี 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็น เวลา 8 สัปดาห์ ช่วยลดอาการคัดจมูก คันจมูก น้ำมูกไหล จาม และอาการโดยรวมในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุลิน จิระพงษ์ธรและคณะ (2563) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกพิลาทิส 60 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีอาการคัดจมูก คันจมูก น้ำมูกไหล จาม และอาการโดยรวมลดลงแตกต่างกับก่อนฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้ยังพบว่าหลังฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและฝึกออกกำลังกายต่อเนื่อง ระดับปานกลาง ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าเฉลี่ยปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการทดสอบ ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าสามารถใช้ตรวจสอบความโล่งของโพรงจมูก (Teixeira et al., 2011) โดยผลจากงานวิจัยนี้พบว่า ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าเพิ่มขึ้นหลังจากฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางที่ความหนักระดับปานกลาง สอดคล้องกับการศึกษาของ Marioni et al. (2010) ที่พบว่าค่าปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้าเพิ่มขึ้นหลังจากมีการออกกำลังกาย นอกจากนี้ผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับ Tongtako et al. (2018) ที่ศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลางเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เพิ่มปริมาตรการไหลของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกได้ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางช่วยเพิ่มปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า แสดงถึงจมูกมีความโล่งเพิ่มมากขึ้น ซึ่งหมายถึงการมีอาการคัดจมูกที่ลดลง

ผลจากการวิจัยนี้ยังพบว่าหลังการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางที่ความหนักระดับปานกลางเป็นเวลา 12 สัปดาห์ มีการลดลงของค่าการไหลของเลือดในโพรงจมูก โดยอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีความสัมพันธ์กับการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก โดยอาการคัดแน่นจมูกเกิดจากการบวมของเนื้อเยื่อในเยื่อโพรงจมูก ทำให้ช่องจมูกแคบลง ส่งผลต่อการเพิ่มการไหลเวียนของเลือดในโพรงจมูก (Busse & Holgate, 1995; Okubo et al., 2017) การออกกำลังกายช่วยลดการไหลของเลือดในโพรงจมูก ที่ส่งผลให้อาการบวมในโพรงจมูกลดลง และทำให้อาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ลดลงได้ (Mendenhall, 2011) จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็นกลไกการเปลี่ยนแปลงเดียวกันกับอาการของโรค

จุมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยพบว่าการออกกำลังกายช่วยทำให้จุมูกโล่งขึ้น เกิดจากการเพิ่มขึ้นของการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก ทำให้หลอดเลือดเกิดการหดตัว ส่งผลให้การไหลเวียนของเลือดมาที่เยื่อโพรงจุมูกลดลง เพิ่มช่องทางเดินอากาศในโพรงจุมูก ส่งผลให้เกิดตันในโพรงจุมูกลดลง ทำให้อาการคัดจุมูกลดลง อีกทั้งยังส่งผลต่อการเพิ่มปริมาตรการไหลของอากาศสูงสุดในโพรงจุมูก และลดการไหลเวียนของเลือดบริเวณจุมูกอีกด้วย ผลจากการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Tongtako et al. (2018) ที่ทำการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลาง 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ช่วยลดการไหลของเลือดในโพรงจุมูกในผู้ป่วยโรคจุมูกอักเสบจากภูมิแพ้ นอกจากนี้ Junta et al. (2022) ศึกษาการฝึกโยคะในผู้ป่วยโรคจุมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โดยงานวิจัยนี้ใช้โยคะเป็นการออกกำลังกายที่ความหนักระดับเบา ซึ่งพบว่าช่วยลดการไหลของเลือดในโพรงจุมูกได้เช่นเดียวกัน

จึงอาจสรุปได้ว่าการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางที่ความหนักระดับปานกลางช่วยลดอาการของโรคจุมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ได้แก่ อาการคัดจุมูก อาการคันจุมูก อาการจาม อาการน้ำมูกไหล และอาการโดยรวม สัมพันธ์กับการลดลงของการไหลของเลือดในโพรงจุมูกและการเพิ่มขึ้นของปริมาตรอากาศสูงสุดในโพรงจุมูก

ตอนที่ 8 ผลของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางที่มีต่อตัวแปรด้านสารชีวเคมีในสารคัดหลั่งในโพรงจุมูกและตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชันในผู้ป่วยโรคจุมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ตัวแปรด้านสารชีวเคมีในสารคัดหลั่งในโพรงจุมูกในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ระดับของไซโตไคน์ ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินทู (IL-2) อินเตอร์ลิวคินโฟร์ (IL-4) อินเตอร์ลิวคินไฟฟ์ (IL-5) อินเตอร์ลิวคินซิกซ์ (IL-6) อินเตอร์ลิวคินเทอร์ทีน (IL-13) อินเตอร์เฟอรอนแกมมา (IFN- γ) และทีเอ็นเอฟอัลฟา (TNF- α) ทั้งนี้พบว่าอินเตอร์ลิวคินโฟร์ อินเตอร์ลิวคินเทอร์ทีน และอินเตอร์เฟอรอนแกมมา ไม่สามารถตรวจพบได้ในสารคัดหลั่งในโพรงจุมูกของผู้เข้าร่วมงานวิจัยมากกว่าร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จึงไม่นำมาวิเคราะห์เนื่องจากไม่สามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้ งานวิจัยนี้จึงวิเคราะห์จากผลของค่าเฉลี่ยระดับอินเตอร์ลิวคินทู อินเตอร์ลิวคินไฟฟ์ อินเตอร์ลิวคินซิกซ์ และทีเอ็นเอฟอัลฟา จากการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และพบว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยไซโตไคน์

อินเตอร์ลิวคินทูแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ไฮโดรโคโรนเป็นโมเลกุลที่ถูกสร้างขึ้นและมีผลทำให้เซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยไฮโดรโคโรนที่หลั่งออกมาจะมีขนาดเล็กและสามารถเคลื่อนที่ไปได้อย่างรวดเร็ว จากนั้นจะไปจับกับตัวรับไฮโดรโคโรน (Cytokine receptor) ที่อยู่ในบริเวณเซลล์ต่างๆ เพื่อทำหน้าที่ในการสื่อสารกันระหว่างเซลล์ และควบคุมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้เป็นไปในทิศทางต่างๆ (ดิเรกฤทธิ์ เชี่ยวเชิงกล, 2562) จากการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาไฮโดรโคโรนที่ช่วยลดการอักเสบ (Anti-inflammatory cytokine) ได้แก่ ไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทู และไฮโดรโคโรนที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ (Pro-inflammatory cytokine) ได้แก่ ไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินไฟฟ์ ไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินซิกส์ และไฮโดรโคโรนทีเอ็นเอฟอัลฟา โดยไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทูเป็นไฮโดรโคโรนที่มีความสำคัญมากในระบบภูมิคุ้มกัน มีหน้าที่ในการกระตุ้นการเพิ่มจำนวนและการทำงานของทีลิมโฟไซต์ (T lymphocyte) บีลิมโฟไซต์ (B lymphocyte) และ เนทเชอรัลคิลเลอร์เซลล์ (Natural killer cells; NK cell) (Chaaban and Naclerio, 2014) โดยสร้างมาจากทีลิมโฟไซต์ จากนั้นจะส่งสัญญาณให้มีการผลิตไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทูมากขึ้น อีกทั้งยังพบว่าไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทู สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโต (Proliferation and Differentiation) ของเนทเชอรัลคิลเลอร์เซลล์ ซึ่งมีบทบาทในการกำจัดเซลล์แปลกปลอมในร่างกาย (ดิเรกฤทธิ์ เชี่ยวเชิงกล, 2562) นอกจากนี้ไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทู มีบทบาทในการยับยั้งการเกิดการอักเสบในร่างกายได้ มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ และส่งสัญญาณเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกัน อีกทั้งตอบสนองต่อเชื้อโรค และแบคทีเรียต่างๆที่เข้ามาในร่างกาย ช่วยลดการอักเสบบริเวณโพรงจมูกได้ (Hoyer et al., 2008) การลดลงของไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทูมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการเป็นโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้ (Wang et al., 2019) การออกกำลังกายแบบแอโรบิกส่งผลให้ร่างกายเกิดการปรับตัวโดยการเพิ่มการสร้างผลิตเซลล์ทีเฮลเปอร์เซลล์ชนิดที่ 1 (T helper-1 cell) เพิ่มขึ้น ทำให้มีการหลั่งไฮโดรโคโรนชนิดที่ช่วยลดการอักเสบเพิ่มขึ้น (Matkowska & Sawczuk, 2023) ซึ่งได้แก่ อินเตอร์ลิวคินทู จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลาง ช่วยเพิ่มระดับของไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทูได้ สามารถบ่งชี้ว่ามีการอักเสบบริเวณจมูกที่ลดลงและอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ดีขึ้น ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tongtako et al. (2018) ที่ทำการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลาง 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ช่วยลดระดับของไฮโดรโคโรนอินเตอร์ลิวคินทูได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Arai et al.

(2006) ผลการศึกษาพบว่า หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก ช่วยลดระดับของไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์เป็นไซโตไคน์ที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ มีบทบาทสำคัญในการต่อสู้กับเชื้อโรคและก่อให้เกิดการอักเสบ มีส่วนชักนำในการเจริญเติบโตของทีลิมโฟไซต์ ให้ไปเป็นทีเฮลเปอร์เซลล์ชนิดที่ 2 (T helper-2 cell) ซึ่งมีส่วนสำคัญในการเกิดการอักเสบเรื้อรัง (Chronic inflammation) ในร่างกายที่เพิ่มมากขึ้น และพบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้จะมีปริมาณอินเตอร์ลิวคินซิกส์สูง (Reshaib et al., 2023) เป็นผลมาจากกลไกการออกกำลังกายแบบฉับพลันจะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเกิดการทำงานที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการบาดเจ็บ ค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เมื่อออกกำลังกายเป็นประจำจะทำให้ร่างกายเกิดการปรับตัวซึ่งมีสัมพันธ์กับกลไกการควบคุมปริมาณของอินเตอร์ลิวคินซิกส์ ส่งผลให้มีการลดลงของค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์ จึงส่งผลให้มีปริมาณของไซโตไคน์ที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบลดลง (Nash et al., 2023) อีกทั้งการออกกำลังกายกระตุ้นให้ร่างกายมีปริมาณไกลโคเจน (Glycogen content) และความสามารถในการออกซิเดชันของกล้ามเนื้อ (Muscle oxidative capacity) เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณของไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์ที่ลดลง (Mavi et al., 2015) ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mavi et al. (2015) พบว่าหลังจากออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Xiang et al. (2005) ผลการศึกษาพบว่า หลังจากออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้ จากการศึกษาพบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟถูกสร้างจากเซลล์ทีเฮลเปอร์ชนิดที่ 2 มีหน้าที่ในการกระตุ้นการเพิ่มจำนวนและการทำงานของอีโอซิโนฟิล (Eosinophil) โดย อีโอซิโนฟิล จะปล่อยสารต่างๆออกมาเพื่อต่อสู้กับเชื้อโรค ทำให้เกิดการอักเสบในร่างกาย (Terada et al., 1992) จากงานวิจัยของ Sim et al. (1994) และ Garrelds et al. (1995) พบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีค่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อีกทั้งงานวิจัยของ Benson et al. (1999) ผลการวิจัยพบว่าผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้มีระดับไซโตไคน์อินเตอร์

ลิวคินไฟฟ้สูงชันเมื่อมีสารก่อภูมิแพ้มากระตุ้น อีกทั้งระดับไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้สัมพันธ์กับปริมาณของอีโอซิโนฟิล แสดงถึงร่างกายที่เกิดการอักเสบที่เพิ่มมากขึ้น โดยในผู้ป่วยโรคภูมิแพ้จากภูมิแพ้จะมีการอักเสบบริเวณจมูกที่เพิ่มมากขึ้น จากผลการวิจัยที่พบว่าเฉลี่ยไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ลดลงนั้น อาจอธิบายได้ว่าร่างกายมีการผลิตอีโอซิโนฟิล และเกิดการอักเสบบริเวณโพรงจมูกที่ลดลง เป็นผลมาจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทำให้ร่างกายผลิตอีโอซิโนฟิล และแมโครฟาจ (Macrophage) ในทางเดินหายใจลดลง ทำให้มีการหลั่งของอินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ลดลง (Moraes-Ferreira et al., 2022) ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Moraes-Ferreira et al. (2022) ที่ได้ศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีผลต่อตัวแปรที่เกี่ยวกับการอักเสบในผู้ป่วยโรคหืด โดยฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางที่ 70-80% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง 35 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 3 เดือน ผลการวิจัยพบว่าหลังการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางช่วยลดไซโตไคน์ที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ ได้แก่ ทีเอ็นเอฟอัลฟา และอินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนอินเตอร์ลิวคินทูต่อไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยอินเตอร์ลิวคินทูเป็นไซโตไคน์ที่ยับยั้งการเกิดการอักเสบ ส่วนอินเตอร์ลิวคินไฟฟ้เป็นไซโตไคน์ที่ชักนำให้เกิดการอักเสบ เมื่อนำมาคิดเป็นอัตราส่วนจะพบว่าค่าอัตราส่วนของอินเตอร์ลิวคินทูต่อไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ร่างกายเกิดการอักเสบที่ลดลง เนื่องจากมีปริมาณของอินเตอร์ลิวคินทูที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแปรผกผันกับอินเตอร์ลิวคินไฟฟ้ที่ลดลง

อีกทั้ง ผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยไซโตไคน์ทีเอ็นเอฟอัลฟาแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทีเอ็นเอฟอัลฟา TNF- α เป็นไซโตไคน์ที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ มีบทบาทสำคัญในการต่อสู้กับเชื้อโรค และก่อให้เกิดการอักเสบเช่นเดียวกับอินเตอร์ลิวคินซิกส์ กระตุ้นให้เกิด Cell activation และ Cell proliferation ทำหน้าที่เข้าไปจัดการกับเชื้อโรค และกระตุ้นแมโครฟาจ ให้เกิดการสร้างและหลั่งอินเตอร์ลิวคินวัน อินเตอร์ลิวคินซิกส์ และทีเอ็นเอฟอัลฟามากขึ้นไปอีก ขณะที่มีการอักเสบ ทีเอ็นเอฟอัลฟามักทำงานร่วมกันกับอินเตอร์ลิวคินวัน อินเตอร์ลิวคินซิกส์ก่อให้เกิดการอักเสบและมีผลต่อสมองส่วนไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) กระตุ้นให้เกิดไข้ (ดิเรกฤทธิ์ เชี่ยวเชิงกล, 2562) ซึ่งทีเอ็นเอฟอัลฟา มีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดการอักเสบบริเวณโพรงจมูกในผู้ป่วยโรคภูมิแพ้จากภูมิแพ้ โดยพบว่าการลดลงของทีเอ็นเอฟอัลฟา สามารถยับยั้งการเกิดอาการของผู้ป่วยโรคภูมิแพ้จากภูมิแพ้ได้ (Iwasaki et al., 2003) ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ Moraes-Ferreira et

al. (2022) ที่ได้ศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีผลต่อตัวแปรที่เกี่ยวกับการอักเสบในผู้ป่วยโรคหืด ผลการวิจัยพบว่าหลังการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางช่วยลดไซโตไคน์ที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ ได้แก่ ทีเอ็นเอฟอัลฟา และอินเตอร์ลิวคินไฟฟ และยังคงสอดคล้องกับ Hadiono & Kushartanti, (2019) ผลการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาช่วยลดระดับทีเอ็นเอฟอัลฟาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างของกลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจากความหนักในการออกกำลังกายจะแปรผันกับการปรับตัวของการผลิตของทีเอ็นเอฟอัลฟา (Matkowska, & Sawczuk, 2023) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Sloan et al. (2007) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการออกกำลังกายระดับปานกลางและการออกกำลังกายระดับสูง พบว่ากลุ่มผู้ที่ออกกำลังกายระดับสูงมีค่าเฉลี่ยทีเอ็นเอฟอัลฟาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จะเห็นได้ว่าการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางกระตุ้นให้ร่างกายมีการหลั่งไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทูที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีหน้าที่ในการยับยั้งการอักเสบในโพรงจมูก มีการหลั่งไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซีสต์ลดลง ซึ่งส่งผลให้มีการอักเสบในโพรงจมูกที่ลดลงและมีการผลิตสารชักนำการอักเสบที่ลดลง อย่างไรก็ตาม มีเพียงการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาสามารถลดไซโตไคน์ทีเอ็นเอฟอัลฟา และไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟได้

จากศึกษาวิจัยนี้พบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 การวัดค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ในทางเดินหายใจแสดงถึงการอักเสบของทางเดินหายใจ เมื่อทางเดินหายใจเกิดการอักเสบจะทำให้เซลล์เยื่อหุ้มของหลอดเลือดจะผลิตแก๊สไนตริกออกไซด์ที่เพิ่มมากขึ้น โดยนิยมใช้ในการประกอบการวินิจฉัยโรคทางระบบหายใจ ได้แก่ โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ และโรคหืด (Duong-Quy et al., 2017) จากผลการวิจัยที่พบว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลงนั้น อธิบายได้ว่าเป็นผลมาจากกลไกการออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูงจะมีการระบายอากาศที่เพิ่มมากขึ้นและช่วยเพิ่มอัตราการแพร่ของระดับไนตริกออกไซด์ออกผ่านทางลมหายใจออก ซึ่งส่งผลให้มีการลดลงของไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก (Shin et al., 2003) นอกจากนี้พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกช่วยลดการผลิตเอนไซม์ อินดิวิซิเบิลไนตริกออกไซด์ซินเทส (Inducible nitric oxide synthase; iNOS) ซึ่งมีหน้าที่ในการกระตุ้นการผลิตไนตริกออกไซด์ทางผนังทางเดินหายใจออกมา ส่งผลให้บริเวณเยื่อหุ้มทางเดินหายใจมีการผลิตไนตริกออกไซด์ลดลง ซึ่งช่วยลดการอักเสบในทางเดินหายใจที่ลดลง (Song et al.,

2006) ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Gonçalves et al. (2008) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดยการวิ่งบนลู่วิ่งด้วยความหนัก 60 - 70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 30 นาที ร่วมกับการฝึกหายใจ 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าผู้ป่วยโรคหืดมีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ในทางเดินหายใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้ การศึกษาของ Mendes et al. (2017) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดยการวิ่งบนลู่วิ่งด้วยความหนัก 60 - 80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 30 นาที ร่วมกับการฝึกหายใจ 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าผู้ป่วยโรคหืดมีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ในทางเดินหายใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อีกทั้งการศึกษาวินิจฉัยนี้กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางและกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกไม่แตกต่างกันกับการทดลอง แต่พบว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกลดลง อย่างไรก็ตาม ผลจากงานวิจัยนี้แตกต่างกับการศึกษาของ Winn et al. (2012) และ McNarry et al. (2021) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคหืด เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกไม่แตกต่างกันกับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ Toennesen et al. (2017) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้ป่วยโรคหืด เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกไม่แตกต่างกันกับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้ ค่าไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกยังสัมพันธ์กับไซโตไคน์ที่เอ็นเอฟแอลฟา โดยที่เอ็นเอฟแอลฟาจะกระตุ้นการเกิดการอักเสบในทางเดินหายใจ ซึ่งส่งผลทำให้มีการผลิตอินดิวิซิเบิลไนตริกออกไซด์ซินเทส (Inducible nitric oxide synthase; iNOS) เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีร่างกายมีการผลิตไนตริกออกไซด์มากขึ้นและส่งผลให้มีค่าไนตริกออกไซด์ในทางเดินหายใจที่เพิ่มขึ้น บ่งบอกถึงทางเดินหายใจเกิดการอักเสบ (Yates, 2001) จากผลการวิจัยที่พบว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยไซโตไคน์ที่เอ็นเอฟแอลฟาก่อนทดสอบภูมิแพ้แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงให้เห็นได้ว่าการลดลงของค่าเฉลี่ยไซโตไคน์ที่เอ็นเอฟแอลฟามีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่าเฉลี่ยไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก

ตอนที่ 9 ผลของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางต่อตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต

จากผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตด้านอาการทางจุก ด้านอาการทางตา ด้านอาการทางระบบอื่นๆ ด้าน

ปัญหาในการทำงานหรือการเรียน ด้านกิจกรรมที่ทำได้จำกัด ด้านการนอนหลับ ด้านการเข้าสังคม ด้านอารมณ์ ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวม ลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตด้านอาการทางจุก ด้านอาการทางตา ด้านการนอนหลับ ด้านอารมณ์ ด้านคุณภาพชีวิตโดยรวม ลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยพบว่าระดับคุณภาพชีวิตในกลุ่มประชากรวัยเด็กจนถึงวัยผู้ใหญ่ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคจุกอักษะจากภูมิแพ้และโรคหืด พบว่าคุณภาพชีวิตต่ำกว่าประชากรปกติในทุกๆ ด้าน (Sritipsukho et al., 2015) การออกกำลังกายสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตได้ โดยหลังออกกำลังกายภาวะน้ำตาลในเลือดจะลดลงในเวลากลางคืนที่จะขัดขวางการตื่นนอนตอนกลางคืน และส่งผลในเชิงบวกต่อคุณภาพชีวิตในประชากร จากความสนุกสนานเพลิดเพลินในการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาแสดงให้เห็นถึงการมีคุณภาพชีวิตที่ดีและเพิ่มมากขึ้น ผลการศึกษานี้ได้สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่รายงานว่า การออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาช่วยเพิ่มความเพลิดเพลินในการออกกำลังกาย (Roy et al., 2018) จากผลการศึกษานี้ที่ได้กล่าวไปข้างต้นเกี่ยวกับการออกกำลังกายช่วยลดอาการต่างๆ ในผู้ป่วยโรคจุกอักษะจากภูมิแพ้ได้นั้น ส่งผลให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและกลุ่มฝึกการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางมีคุณภาพชีวิตในด้านต่างๆ ที่ลดลง เนื่องมาจากอาการของโรคที่ลดลง มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิต (Wu & Lian, 2020) การลดลงของอาการของโรคจุกอักษะจากภูมิแพ้จะช่วยเพิ่มความสนใจในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้และส่งผลคือคุณภาพชีวิตโดยรวม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Anderson et al. (2016) ซึ่งได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางที่มีผลต่อคุณภาพชีวิต ผลการวิจัยพบว่าการออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบนี้ส่งผลให้มีคุณภาพชีวิตดีขึ้นในผู้ป่วยโรคหัวใจ และยังสอดคล้องกับ Ang et al. (2023) ได้ศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ส่งผลต่อการควบคุมอาการของโรคหืดและคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยโรคหืด ผลการศึกษพบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกช่วยเพิ่มความสามารถในการควบคุมอาการ ลดอาการผู้ป่วยโรคหืดและส่งผลให้ผู้ป่วยโรคหืดมีคุณภาพชีวิตที่เพิ่มมากขึ้น จะเห็นได้ว่าการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการฝึกการออกกำลังกายต่อเนื่องระดับปานกลางช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยโรคจุกอักษะจากภูมิแพ้ได้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง ส่งผลช่วยเพิ่มสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ช่วยพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ลดอาการของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ช่วยเพิ่มไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินทู และช่วยลดไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินซิกส์ นอกจากนี้ยังพบว่าการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาช่วยลดไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ลดระดับไซโตไคน์ที่เอ็นเอฟแอลฟาและไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินไฟฟ์ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่าง 2 รูปแบบการออกกำลังกาย จึงสรุปได้ว่าการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาและการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลางนั้นส่งผลดีต่อผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้และช่วยลดอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ควรมีกิจกรรมออกกำลังกายต่อเนื่อง ทำเป็นกิจวัตรประจำวัน
2. จากโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา 3 วันต่อสัปดาห์ ในงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมสุขภาพและออกกำลังกายในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ซึ่งสามารถช่วยพัฒนาสมรรถภาพปอดและลดอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ได้
3. สามารถนำโปรแกรมจากงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในการออกกำลังกายกับผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับโรคทางเดินหายใจ เช่น ผู้ป่วยโรคหืด และโรคหุดหทัยเฉียบพลัน เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาในกลุ่มตัวอย่างอื่นๆ เช่น ผู้ป่วยโรคหืด ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เป็นต้น
2. ควรมีการศึกษาการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยประเภทการออกกำลังกายแบบอื่นๆ เช่น การปั่นจักรยาน เป็นต้น ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
3. ควรมีการศึกษาการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา โดยวิเคราะห์สารชีวเคมีทางเลือดอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ระดับฮีสตามีน สารอนุมูลอิสระ และสารต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น

ข้อจำกัดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้ควบคุมการทานอาหารของผู้เข้าร่วมการวิจัย นอกจากนี้ช่วงเดือนเมษายนมีสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นวันหยุดยาว จึงทำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยบางท่านติดโควิดและขอออกจากงานวิจัย ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย จึงอาจจะทำให้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่เกิดความแตกต่างที่ชัดเจน



บรรณานุกรม

Dunham, C. and C. A. Harms (2012). "Effects of high-intensity interval training on ภาษาไทย

กิตติศักดิ์ ธาณิทรัพย์. (2558). เรียนรู้การฝึกหายใจ เรื่องง่ายๆที่มีประโยชน์มากกว่าที่คิด. ใน ธวัชชัย
อัศววิพุธ (บรรณาธิการ), เวชบันทึกศิริราช (หน้า 122-125)

คณาจารย์ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2552). สรีรวิทยา 1. พิมพ์ครั้งที่
4. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ณัฐดนัย เจริญสุขวิมล. (2554). ผลของการออกกำลังกายฉับพลันที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทาง
สรีรวิทยาและอาการในผู้ป่วยโรคภูมิแพ้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต).
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดิเรกฤทธิ์ เชี่ยวเชิงกล. (2562). ภูมิคุ้มกันวิทยาทางการแพทย์. กรุงเทพฯ: คณะแพทยศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร. (2555). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. (พิมพ์ครั้งที่ 2). ตีรณสาร.

นารินทร์ จันบำรุง. (2560). ผลของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบพิลาทิสที่มีต่อสมรรถภาพปอด
และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้สูงอายุเพศหญิง. [วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปารยะ อาศนะเสน. (2560). Allergic rhinitis. เข้าถึงได้จาก
<http://www.rcot.org/2016/Doctor/Detail/389>

ปกติ วิชานนท์. (2541). Allergy 2000's ตำราโรคภูมิแพ้. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

ปรียาลักษณ์ ไคหนองบัว, ศราวุธ อินทรพงษ์, และผกาพร ธนปริสุทธิ. (2010). ผลของความหนักใน
การออกกำลังกายต่อระดับสารต้านอนุมูลอิสระในพลาสมา. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ,
12(3), 225-233

เพ็ญพรรณ เวชวิทยาคลัง. (2012). ฤทธิ์ต้านการอักเสบของโสม (Anti-inflammatory of
Ginseng). Thai Bulletin of Pharmaceutical Sciences, 7(1), 41-55.

มณี สุวรรณศิริกุล. (2562). ประโยชน์ของการออกกำลังกาย. สืบค้นจาก
<https://www.sukumvithospital.com/healthcontent.php?id=49>

รัชฎา แก่นสาร. (2552). สรีรวิทยา. (พิมพ์ครั้งที่ 9). โครงการสวัสดิการวิชาการ สถาบันพระบรมราช

ชนก.

- วรรณพร ทองตะโก. (2558). *กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของมนุษย์* [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. แขนง
วิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนงนาฏ ไพนุพงศ์. (2560). อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระกับสุขภาพ. *PKRU SciTech
Journal*, 1(2), 20-27.
- อนันต์ จันทา. (2554). ผลของการฝึกโยคะที่มีต่ออาการและไซโตไคน์ในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจาก
ภูมิแพ้. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Alves, A., Martins, C., Delgado, L., Fonseca, J., & Moreira, A. (2010). Exercise-induced rhinitis in competitive swimmers. *American journal of rhinology & allergy*, 24(5), e114-e117.
- Anderson, S. D. (2006). How does exercise cause asthma attacks? *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 6, 37–42.
- Ang, J., Moussa, R., Shaikh, S., & Mele, S. (2023). Effects of aerobic exercise on asthma control and quality of life in adults: a systematic review. *Journal of Asthma*, 60(5), 845-855.
- Amaro-Gahete, F. J., De-la-O, A., Jurado-Fasoli, L., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Gutierrez, A. (2019). Effects of different exercise training programs on body composition: A randomized control trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(7), 968-979.
- American College of Sports Medicine. (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- ACSM. (2014). *High-intensity interval training*. Retrieved from <https://www.acsm.org/docs/default-source/files-for-resource-library/high-intensity-interval-training.pdf>
- Arai, M. H., Duarte, A. J., & Natale, V. M. (2006). The effects of long-term endurance

training on the immune and endocrine systems of elderly men: the role of cytokines and anabolic hormones. *Immunity & Ageing*, 3, 1-7.

Arboleda-Serna, V. H., Feito, Y., Patiño-Villada, F. A., Vargas-Romero, A. V., & Arango-Vélez, E. F. (2019). Effects of high-intensity interval training compared to moderate-intensity continuous training on maximal oxygen consumption and blood pressure in healthy men: A randomized controlled trial. *Biomedica*, 39(3), 524-536.

Asher, M. I., Montefort, S., Björkstén, B., Lai, C. K., Strachan, D. P., Weiland, S. K., ... & ISAAC Phase Three Study Group. (2006). Worldwide time trends in the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and eczema in childhood: ISAAC Phases One and Three repeat multicountry cross-sectional surveys. *The Lancet*, 368(9537), 733-743.

Atakan, M. M., Li, Y., Koşar, Ş. N., Turnagöl, H. H., & Yan, X. (2021). Evidence-based effects of high-intensity interval training on exercise capacity and health: A review with historical perspective. *International journal of environmental research and public health*, 18(13), 7201.

Azab, N., El-Mahallawy, I. I., Agha, M. A., Abd El-Shafy, I. A., & Abd El-Aziz, W. M. (2017). Respiratory muscle strength in patients with allergic rhinitis. *Menoufia Medical Journal*, 30(3), 918.

Bogdanis, G. C., Stavrinou, P., Fatouros, I. G., Philippou, A., Chatzinikolaou, A., Draganidis, D., ... & Maridaki, M. (2013). Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. *Food and Chemical Toxicology*, 61, 171-177.

Bousquet, J., Schünemann, H. J., Samolinski, B., Demoly, P., Baena-Cagnani, C. E., Bachert, C., & Nafti, S. (2012). Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA): achievements in 10 years and future needs. *Journal of Allergy and Clinical*

Immunology, 130(5), 1049-1062.

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

Brandão, L. H. A., Chagas, T. P. N., Vasconcelos, A. B. S., de Oliveira, V. C., Fortes, L. D. S., De Almeida, M. B., ... & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2020). Physiological and performance impacts after field supramaximal high-intensity interval training with different work-recovery duration. *Frontiers in Physiology*, 11, 1075.

Caimmi, D., Marseglia, A., Pieri, G., Benzo, S., Bosa, L., & Caimmi, S. (2012). Nose and lungs: one way, one disease. *Italian journal of pediatrics*, 38(1), 1-5.

Celik, M., Tuncer, A., Soyer, O. U., Saçkesen, C., Tanju Besler, H., & Kalayci, O. (2012). Oxidative stress in the airways of children with asthma and allergic rhinitis. *Pediatric Allergy and Immunology*, 23(6), 556-561.

Chen, W. Y. (1978). Reactivity of normal airways to short-term exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 38, 277-280.

Chaaban, M.R. and Naclerio, R.M. (2014) Immunology and Allergy. In: Johanson, J.T., Rosen, C.A., Eds., *Head and Neck Surgery-Otolaryngology*, 5th Edition, Lippincott-William and Wilkins, Philadelphia, 379-406.

Coppoolse, R. A., Schols, A. M., Baarends, E. M., Mostert, R., Akkermans, M. A., Janssen, P. P., & Wouters, E. M. (1999). Interval versus continuous training in patients with severe COPD: a randomized clinical trial. *European Respiratory Journal*, 14(2), 258-263.

D'Amuri, A., Sanz, J. M., Capatti, E., Di Vece, F., Vaccari, F., Lazzer, S., ... & Passaro, A. (2021). Effectiveness of high-intensity interval training for weight loss in adults with obesity: A randomised controlled non-inferiority trial. *BMJ Open Sport &*

Exercise Medicine, 7(3), e001021.

Dunham, C. A. (2010). *The effects of high intensity interval training on pulmonary function* (Doctoral dissertation, Kansas State University).

Dunham, C., & Harms, C. A. (2012). Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. *European journal of applied physiology*, 112(8), 3061-3068.

Duong-Quy, S., Vu-Minh, T., Hua-Huy, T., Tang-Thi-Thao, T., Le-Quang, K., Tran-Thanh, D., ... & Dinh-Xuan, A. T. (2017). Study of nasal exhaled nitric oxide levels in diagnosis of allergic rhinitis in subjects with and without asthma. *Journal of asthma and allergy*, 75-82.

Ekblom, B., & Hermansen, L. (1968). Cardiac output in athletes. *Journal of Applied Physiology*, 25(5), 619-625.

Enright, S. J., Chatham, K., Ionescu, A. A., Unnithan, V. B., & Shale, D. J. (2007). The influence of body composition on respiratory muscle, lung function and Diaphragm thickness in adults with cystic fibrosis. *J Cyst Fibros*, 6(6): 384-390.

Enright, S. J., Unnithan, V. B., Heward, C., Withnall, L., & Davies, D. H. (2006). Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Physical therapy*, 86(3), 345-354.

Evjenth, B., Hansen, T. E., & Holt, J. (2015). The effect of exercise on exhaled nitric oxide depends on allergic rhinoconjunctivitis in children. *Journal of Asthma*, 52(8), 795-800.

Fairley, James W., Luke H. Durham, And Stephen R. Ell. "Correlation of subjective sensation of nasal patency with nasal inspiratory peak flow rate." *Clinical Otolaryngology & Allied Sciences* 18.1 (1993): 19-22.

Galedari, M., Azarbayjani, M. A., & Peeri, M. (2017). Effects of type of exercise along with

caloric restriction on plasma apelin 36 and HOMA-IR in overweight men. *Science & Sports*, 32(4), e137-e145.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ... & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise

Garrelds, I. M., De Graaf-in't Veld, T., Nahori, M. A., Vargaftig, B. B., van Wijk, R. G., & Zijlstra, F. J. (1995). Interleukin-5 and eosinophil cationic protein in nasal lavages of rhinitis patients. *European journal of pharmacology*, 275(3), 295-300.

Gonçalves, R. C., Nunes, M. P. T., Cukier, A., Stelmach, R., Martins, M. A., & Carvalho, C. R. F. (2008). Effects of an aerobic physical training program on psychosocial characteristics, quality-of-life, symptoms and exhaled nitric oxide in individuals with moderate or severe persistent asthma. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 12(2), 127-135.

Gosselin, L. E., Kozłowski, K. F., DeVinney-Boymel, L., & Hambridge, C. (2012). Metabolic response of different high-intensity aerobic interval exercise protocols. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2866-2871.

Gulibositan, Abudurusuli, Youledusi, & Zhang, J. (2010, Dec). [Changes in lung function in patients with allergic rhinitis]. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*, 24(23), 1068-1070.

Hackett, D. A., Johnson, N. A., & Chow, C. M. (2012). High-volume resistance training session acutely diminishes respiratory muscle strength. *Journal of sports science & medicine*, 11(1), 26–30.

Hadiono, M., & Kushartanti, B. W. (2019, February). High intensity interval training (HIIT) and moderate intensity training (MIT) against TNF- α and IL-6 levels in rats. *In 2nd International Conference on Sports Sciences and Health 2018 (2nd ICSSH*

2018) (pp. 87-90). Atlantis Press.

- Han, C., Lu, P., & Yan, S. Z. (2022). Effects of high-intensity interval training on mitochondrial supercomplex assembly and biogenesis, mitophagy, and the AMP-activated protein kinase pathway in the soleus muscle of aged female rats. *Experimental Gerontology*, *158*, 111648.
- Han, M., Lee, D., Lee, S. H., & Kim, T. H. (2021). Oxidative Stress and Antioxidant Pathway in Allergic Rhinitis. *Antioxidants*, *10*(8), 1266.
- Heritier, F., Rahm, F., Pasche, P. & Fitting, J. W. (1994). Sniff nasal inspiratory Pressure. A noninvasive assessment of inspiratory muscle strength. *Am J Respir Crit Care Med*, *150*(6 Pt 1): 1678-1683.
- Howard E. LeWine. (2023) How to lower your resting heart rate. Retrieved from: <https://www.health.harvard.edu/blog/increase-in-resting-heart-rate-is-a-signal-worth-watching-201112214013>
- Hoyer, K. K., Doms, H., Barron, L., & Abbas, A. K. (2008). Interleukin -2 in the development and control of inflammatory disease. *Immunological reviews*, *226*(1), 19-28.
- Ito, S. (2019). High-intensity interval training for health benefits and care of cardiac diseases-the key to an efficient exercise protocol. *World journal of cardiology*, *11*(7), 171.
- Iwasaki, M., Saito, K., Takemura, M., Sekikawa, K., Fujii, H., Yamada, Y., ... & Ito, Y. (2003). TNF- α contributes to the development of allergic rhinitis in mice. *Journal of allergy and clinical immunology*, *112*(1), 134-140.
- Jafari, M., Azad, F. J., Farid, R., Tehrani, H., & Mansouri-Torghabeh, H. (2016). Effects of persistent allergic rhinitis on spirometric parameters. *J Allergy Ther*, *7*(05).
- Kalmarzi, R. N., Khazaei, Z., Shahsavar, J., Gharibi, F., Tavakol, M., Khazaei, S., & Shariat, M. (2017). The impact of allergic rhinitis on quality of life: a study in western

- Iran. *Biomedical Research and Therapy*, 4(9), 1629-1637.
- Katz, R. M. (1984). Rhinitis in the athlete. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 73 (5, Part 2), 708-711.
- Keles, N. (2002). Treating allergic rhinitis in the athlete. *Rhinology*, 40(4), 211-214.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H. & Costill, D. L. (2012.). *Physiology of sport and exercise*. United State.
- Kim et al. (2017). Exhaled Nitric Oxide and Symptom Severity in Children with Allergic Rhinitis. *J Allergy Ther* 2017, 8:4.
- Khodadadi, F., Bagheri, R., Negaresh, R., Moradi, S., Nordvall, M., Camera, D. M., ... & Suzuki, K. (2023). The Effect of High-Intensity Interval Training Type on Body Fat Percentage, Fat and Fat-Free Mass: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Journal of clinical medicine*, 12(6), 2291.
- Kokkinos, P., Kaminsky, L. A., Arena, R., Zhang, J., & Myers, J. (2017). New generalized equation for predicting maximal oxygen uptake (from the Fitness Registry and the Importance of Exercise National Database). *The American journal of cardiology*, 120(4), 688-692.
- Luo, J. Y., Chen, H. A., Ma, J., Xiao, Y. X., Yao, J. J., Liang, J. M., ... & Sun, B. Q. (2021). Clinical application of fractional exhaled nitric oxide and nasal nitric oxide levels for the assess eosinophilic inflammation of allergic rhinitis among children. *Translational Pediatrics*, 10(4), 746.
- Mador, M. J., Krawza, M., Alhajhusian, A., Khan, A. I., Shaffer, M., & Kufel, T. J. (2009). Interval training versus continuous training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 29(2), 126-132.

- Mahatme, S., Vaishali, K., Kumar, N., Rao, V., Kovela, R. K., & Sinha, M. K. (2022). Impact of high-intensity interval training on cardio-metabolic health outcomes and mitochondrial function in older adults: a review. *Medicine and Pharmacy Reports*, 95(2), 115.
- Matkowska, P., & Sawczuk, M. (2023). Cytokines as biomarkers for evaluating physical exercise in trained and non-trained individuals: a narrative review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(13), 11156.
- Marioni, G., Ottaviano, G., Staffieri, A., Zaccaria, M., Lund, V. J., Tognazza, E., ... & Ermolao, A. (2010). Nasal functional modifications after physical exercise: olfactory threshold and peak nasal inspiratory flow. *Rhinology*, 48(3), 277.
- Mavi, N. K., Nikbakht, H., Gaieni, A. A., & Ghazalian, F. (2015). Effects of High Intensity Interval Training (HIIT) on Interleukin 6 (IL-6) in Young Inactive Women. *Advances in Environmental Biology*, 9(3), 806-810.
- McNarry, M. A., Lester, L., Ellins, E. A., Halcox, J. P., Davies, G., Winn, C. O. N., & Mackintosh, K. A. (2021). Asthma and high-intensity interval training have no effect on clustered cardiometabolic risk or arterial stiffness in adolescents. *European Journal of Applied Physiology*, 121, 1967-1978.
- Mendes, F. A., Almeida, F. M., Cukier, A., Stelmach, R., Jacob-Filho, W., Martins, M. A., & Carvalho, C. R. (2011). Effects of aerobic training on airway inflammation in asthmatic patients. *Med Sci Sports Exerc*, 43(2), 197-203.
- Mishra, M., Chakravarti, A., Kumar, R., & Mishra, V. (2014). Subclinical airflow obstruction in allergic rhinitis. *Lung India*, 31(3), 311-312.
- Moraes-Ferreira, R., Brandao-Rangel, M. A. R., Gibson-Alves, T. G., Silva-Reis, A., Souza-Palmeira, V. H., Aquino-Santos, H. C., ... & Vieira, R. P. (2022). Physical training reduces chronic airway inflammation and mediators of remodeling in asthma. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022.

- Nash, D., Hughes, M. G., Butcher, L., Aicheler, R., Smith, P., Cullen, T., & Webb, R. (2023). IL-6 signaling in acute exercise and chronic training: Potential consequences for health and athletic performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 33(1), 4-19.
- Nathan, R. A. (2003). Pharmacotherapy for allergic rhinitis: a critical review of leukotriene receptor antagonists compared with other treatments. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 90(2), 182-191.
- O'Kroy, J. A., Loy, R. A., & Coast, J. R. (1992). Pulmonary function changes following exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 24(12), 1359-1364.
- O'Neill, C., & Dogra, S. (2020). Reducing Anxiety and Anxiety Sensitivity With High-Intensity Interval Training in Adults With Asthma. *Journal of Physical Activity and Health*, 17(8), 835-839.
- O'Neill, C., & Dogra, S. (2021). Low volume high intensity interval training leads to improved asthma control in adults. *Journal of Asthma*, 58(9), 1256-1260.
- O'Neill, C. D., Patlan, I., Jeffery, M., Lewis, D., Jenkins, M., Jones-Taggart, H., ... & Dogra, S. (2022). Effects of high intensity interval training on cardiorespiratory fitness and salivary levels of IL-8, IL-1ra, and IP-10 in adults with asthma and non-asthma controls. *Journal of Asthma*, 59(12), 2520-2529.
- Petsky HL, Kynaston JA, McElrea M, Turner C, Isles A, Chang AB. Cough and exhaled nitric oxide levels: what happens with exercise?. *Front Pediatr*. 2013;1:30.
- Reule, S., & Drawz, P. E. (2012). Heart rate and blood pressure: any possible implications for management of hypertension?. *Current hypertension reports*, 14, 478-484.
- Romer, L. M., & Polkey, M. I. (2008). Exercise-induced respiratory muscle fatigue:

- Implications for performance. *J Appl Physiol*, 104(3): 879-888.
- Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J. P., Franklin, B. A., ... & Wisløff, U. (2016). Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 134(24), e653-e699.
- Sagdic, A., Sener, O., Bulucu, F., Karadurmus, N., Özel, H. E., Yamanel, L., ... & Aydin, A. (2011). Oxidative stress status and plasma trace elements in patients with asthma or allergic rhinitis. *Allergologia et immunopathologia*, 39(4), 200-205.
- Saranz, R. J., Lozano, A., Valero, A., Lozano, N. A., Martijena, M. B., Agresta, F., ... & Ponzio, M. F. (2016). Impact of rhinitis on lung function in children and adolescents without asthma. *Allergologia et Immunopathologia*, 44(6), 556-562.
- Scollo M, Zanconato S, Ongaro R, Zaramella C, Zacchello F, Baraldi E. Exhaled nitric oxide and exercise-induced bronchoconstriction in asthmatic children. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;161:1047-1050.
- Sequeira, S., Rao, A. V., & Rao, A. (2012). Increased oxidative stress and altered antioxidants status in patients with chronic allergic rhinitis. *Advances in Bioscience and Biotechnolog.* 3, 951-956
- Sin, B., & Togias, A. (2011). Pathophysiology of allergic and nonallergic rhinitis. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 8(1), 106-114.
- Sloan, R. P., Shapiro, P. A., DeMeersman, R. E., McKinley, P. S., Tracey, K. J., Slavov, I., ... & Flood, P. D. (2007). Aerobic exercise attenuates inducible TNF production in humans. *Journal of applied physiology*, 103(3), 1007-1011.
- Shadmehri, S., Kazemi, N., & Heydari, F. Z. (2021). Comparison of Effect of High-Intensity Interval Training and Aerobic Training on Respiratory Volumes in Female Students. *Tanaffos*, 20(4), 337.

- Sheel, AW., Road, J., & McKenzie, DC. (1999). Exhaled nitric oxide during exercise. *Sports Med* 28(2), 83-90.
- Shepherd, J. T. (1987). Circulatory response to exercise in health. *Circulation*, 76(6 Pt 2), VI3-10.
- Shin, H. W., Rose-Gottron, C. M., Cooper, D. M., Hill, M., & George, S. C. Impact of high-intensity exercise on nitric oxide exchange in healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2003;35:995-1003.
- Silvers, W. S., & Poole, J. A. (2006). Exercise-induced rhinitis: a common disorder that adversely affects allergic and nonallergic athletes. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 96(2), 334-340.
- Sim, T. C., Grant, J. A., Hilsmeier, K. A., Fukuda, Y., & Alam, R. (1994). Proinflammatory cytokines in nasal secretions of allergic subjects after antigen challenge. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 149(2), 339-344.
- Sonawane, N. S., Gour, S. M., Munje, R. P., & PB, V. (2018). Spirometric evaluation in patients with allergic rhinitis-emphasising need of early diagnosis: a tertiary care experience from Central India. NS et al. *Int J Adv Med*. 2018 Dec;5(6):1460-1464
- Song, W., Kwak, H. B., & Lawler, J. M. (2006). Exercise training attenuates age-induced changes in apoptotic signaling in rat skeletal muscle. *Antioxidants & redox signaling*, 8(3-4), 517
- Snyder, E. M., Beck, K. C., Dietz, N. M., Joyner, M. J., Turner, S. T., & Johnson, B. D. (2006). Influence of β 2-adrenergic receptor genotype on airway function during exercise in healthy adults. *Chest*, 129(3), 762-770.
- Taylor, J. L., Holland, D. J., Spathis, J. G., Beetham, K. S., Wisløff, U., Keating, S. E., & Coombes, J. S. (2019). Guidelines for the delivery and monitoring of high

intensity interval training in clinical populations. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 62(2), 140-146.

Terada, N., Konno, A., Tada, H., Shirotori, K., Ishikawa, K., & Togawa, K. (1992). The effect of recombinant human interleukin-5 on eosinophil accumulation and degranulation in human nasal mucosa. *Journal of allergy and clinical immunology*, 90(2), 160-168.

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 and Exercise Medicine*, 3, e000210. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2016-000210>

Toennesen, L. L., Meier, N., Hostrup, M., Porsbjerg, C., & Backer, V. (2016). High-intensity interval training improves maximal oxygen consumption in untrained adult asthmatics. In A69. *PULMONARY REHABILITATION IN PULMONARY HYPERTENSION, INTERSTITIAL LUNG DISEASE, AND OTHER CONDITIONS: WHAT'S NEW?* (pp. A2304-A2304). American Thoracic Society.

Tongtako, W., Klaewsongkram, J., Jaronsukwimal, N., Buranapraditkun, S., Mickleborough, T. D., & Suksom, D. (2012). The effect of acute exhaustive and moderate intensity exercises on nasal cytokine secretion and clinical symptoms in allergic rhinitis patients. *Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology*, 30(3), 185.

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.

Verges, S., Tonini, J., Flore, P., et al. (2006). Exhaled nitric oxide in single and repetitive

prolonged exercise. *Journal of Sports Sciences* 24(11), 1157-1163.

Wang, N., Schoos, A. M. M., Larsen, J. M., Brix, S., Thysen, A. H., Rasmussen, M. A., ... & Chawes, B. L. (2019). Reduced IL-2 response from peripheral blood mononuclear cells exposed to bacteria at 6 months of age is associated with elevated total-IgE and allergic rhinitis during the first 7 years of life. *EBioMedicine*, 43, 587-593.

Welch, J. F., Kipp, S. & Sheel, A. W. (2019). Respiratory muscles during Exercise: mechanics, energetics, and fatigue. *Current Opinion in Physiology*, 10: 102-109

Wigfull, J., & Cohen, A. T. (2005). Critical assessment of haemodynamic data. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain*, 5(3), 84-88.

Wen, D., Utesch, T., Wu, J., Robertson, S., Liu, J., Hu, G., & Chen, H. (2019). Effects of different protocols of high intensity interval training for VO₂max improvements in adults: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Journal of science and medicine in sport*, 22(8), 941-947.

Winn, C. O., Mackintosh, K. A., Eddolls, W. T., Stratton, G., Wilson, A. M., McNarry, M. A., & Davies, G. A. (2019). Effect of high-intensity interval training in adolescents with asthma: The eXercise for Asthma with Commando Joe's®(X4ACJ) trial. *Journal of Sport and Health Science*.

Westerholm-Ormio, Mia. (2020). Immunologic Inflammation in the Small Intestine of Children : Cytokine Profiles and Immunologic Markers in Potential Coeliac Disease, Type 1 Diabetes, Graft- versus-Host Disease, and Food Allergy.

Wu, X., Gao, S., & Lian, Y. (2020). Effects of continuous aerobic exercise on lung function and quality of life with asthma: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Thoracic Disease*, 12(9), 4781.

Xiang, L., Naik, J., & Hester, R. L. (2005). Exercise-induced increase in skeletal muscle vasodilatory responses in obese Zucker rats. *American Journal of Physiology-*

Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 288(4), R987-R991.

Yates, D. H. (2001). Role of exhaled nitric oxide in asthma. *Immunology and cell Biology*, 79(2), 178-190.

Zhu, Z., Xie, Y., Guan, W., Gao, Y., Xia, S., Zhong, N., & Zheng, J. (2016). FeNO for detecting lower airway involvement in patients with allergic rhinitis. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 12(4), 2336-2340.

Zwetsloot, K. A., John, C. S., Lawrence, M. M., Battista, R. A., & Shanely, R. A. (2014). High-intensity interval training induces a modest systemic inflammatory response in active, young men. *Journal of inflammation research*, 7, 9.

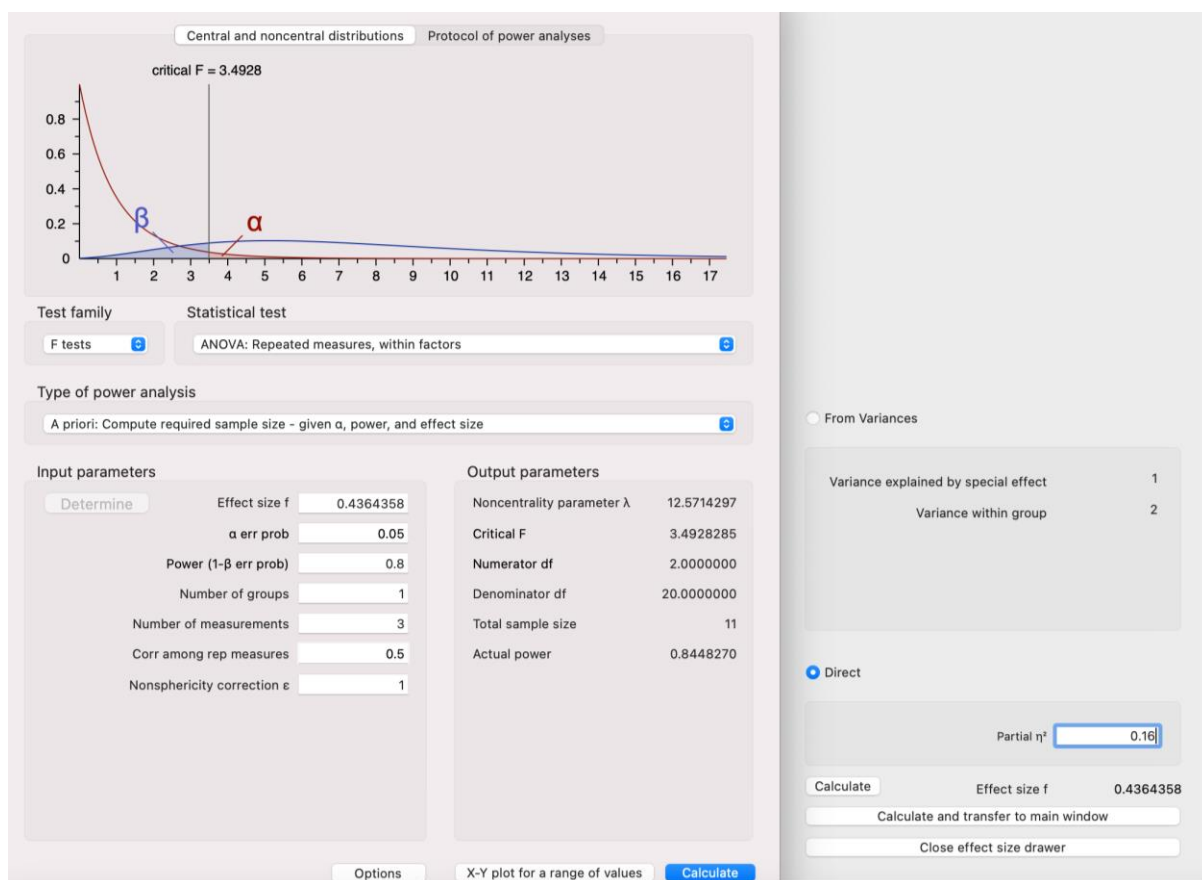




ภาคผนวก ก

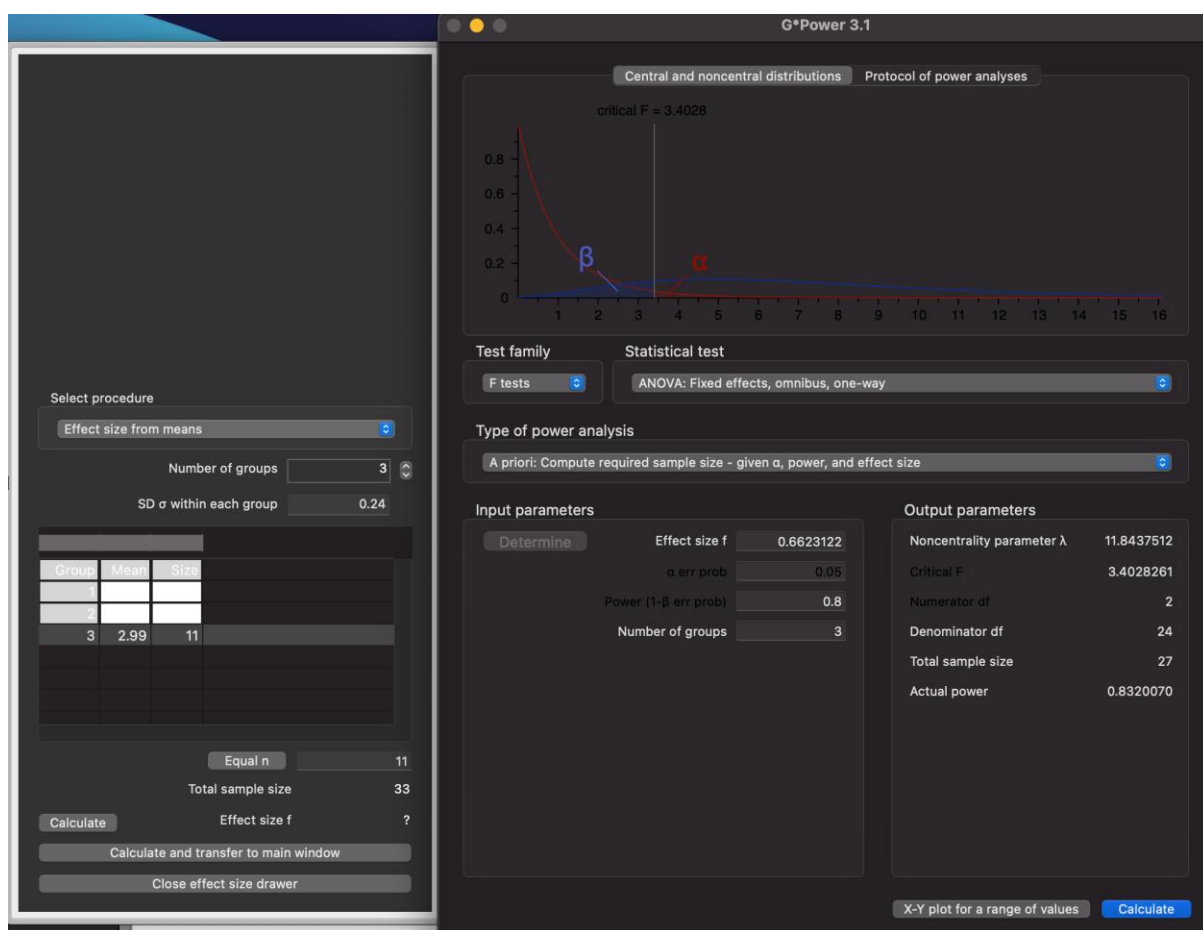
การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power)

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) โดยใช้ข้อมูลของ Winn et al. (2021) กำหนดอำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ 0.8 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Probable Error; α) ที่ 0.05 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size; d) ที่ 0.44 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 11 คน ดังแสดงในรูปที่



รูปที่ 16 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของผลจับพจน์ของการออกกำลังกายแบบช่วงหนัก สลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) โดยใช้บทความของ Tongtako et al. (2018) กำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ 0.8 และระดับความมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5 ได้ค่าขนาดของผลกระทบที่ 0.66 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 15 คน ดังแสดงในรูปที่



รูปที่ 17 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนัก สลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ภาคผนวก ข
แบบบันทึกข้อมูล ตัวแปรต่างๆทางสรีรวิทยา
สำหรับการศึกษาผลฉับพลัน

Subject No. _____ เพศ ชาย หญิง

ส่วนสูง _____ cm น้ำหนัก _____ kg BMI _____ kg/m²

โรคประจำตัว โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ยาที่รับประทานเป็นประจำ _____

ประเภทของ AR Seasonal allergic rhinitis Persistent allergic rhinitis

ทานอาหารเสริมหรือไม่ ทาน ไม่ทาน

อาหารที่ทานมาก่อนการทดสอบ (24 ชั่วโมง) _____

ออกกำลังกายครั้งล่าสุดเมื่อวันที่ _____

1. ตัวแปรด้านสรีรวิทยาทั่วไป

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
Resting HR (bpm)		
BP (mmHg)		

2. ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง				
		ทันที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
FVC (L)						
FEV ₁ (L)						
FEV ₁ /FVC (%)						
PEF (L/min)						
FEF _{25-75%} (%)						
MVV (L/min)						

3. ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง				
		ทันที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
MIP (cm/H ₂ O)						
MEP (cm/H ₂ O)						

4. ปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง				
		ทันที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
PNIF (L/min)						

5. การไหลของเลือดในโพรงจมูก

ค่าที่วัด		ก่อนการทดลอง		หลังการทดลองทันที	
		Peak	Mean	Peak	Mean
Speed	ด้านซ้าย				
	ด้านขวา				

ค่าที่วัด		หลังการทดลอง 15 นาที		หลังการทดลอง 30 นาที	
		Peak	Mean	Peak	Mean
Speed	ด้านซ้าย				
	ด้านขวา				

ค่าที่วัด		หลังการทดลอง 45 นาที		หลังการทดลอง 60 นาที	
		Peak	Mean	Peak	Mean
Speed	ด้านซ้าย				
	ด้านขวา				

6. ตัวแปรวัดระดับความเครียดออกซิเดชัน

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง				
		ทันที	15 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที
FeNO (ppb)						



ภาคผนวก ค
แบบบันทึกข้อมูล ตัวแปรต่างๆทางสรีรวิทยา
สำหรับการศึกษาผลของการฝึก

Subject No. _____

เพศ ชาย หญิง

ส่วนสูง _____ cm น้ำหนัก _____ kg BMI _____ kg/m²

โรคประจำตัว โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ยาที่รับประทานเป็นประจำ _____

ประเภทของ AR Seasonal allergic rhinitis Persistent allergic rhinitis

1. ตัวแปรด้านสรีรวิทยาทั่วไป

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
Resting HR (bpm)		
BP (mmHg)		
BMI (kg/mm)		
VO ₂ max		

2. ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
FVC (L)		
FEV ₁ (L)		
FEV ₁ /FVC (%)		
PEF (L/min)		
FEF _{25-75%} (%)		
MVV (L/min)		

3. ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
MIP (cm/H ₂ O)		
MEP (cm/H ₂ O)		

4. ตัวแปรวัดระดับความเครียดออกซิเดชัน

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
FeNO (ppb)		

5. การทดสอบภูมิแพ้โดยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก (Nasal challenge test)

5.1 ก่อนการทดสอบ ทำการทดสอบภูมิแพ้โดยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก

1. ปริมาณการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
ครั้งที่ 1		
ครั้งที่ 2		

2. การไหลของเลือดในโพรงจมูก

ค่าที่วัด		ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
		Peak	Mean	Peak	Mean
Speed	ด้านซ้าย				
	ด้านขวา				

3. ผลการตรวจสารชีวเคมีในสารคัดหลั่งในจมูก

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
Cytokines IL-2		
Cytokines IL-5		
Cytokines IL-6		
TNF- α		

5.2 หลังการทดสอบภูมิแพ้โดยการพ่นสารก่อภูมิแพ้ในโพรงจมูก

1. ปริมาณการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
ครั้งที่ 1		
ครั้งที่ 2		

2. การไหลของเลือดในโพรงจมูก

ค่าที่วัด		ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
		Peak	Mean	Peak	Mean
Speed	ด้านซ้าย				
	ด้านขวา				

3. ผลการตรวจสารชีวเคมีในสารคัดหลั่งในจมูก

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
Cytokines IL-2		
Cytokines IL-5		
Cytokines IL-6		
TNF- α		

ภาคผนวก ง
แบบประเมินอาการของผู้ป่วยโรคจุกอักเสบจากภูมิแพ้

ข้อที่	อาการในช่วง 1 สัปดาห์ ที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน	ความรุนแรงของอาการ			
		ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก
1	คัดจมูก				
2	คันจมูก				
3	จาม				
4	น้ำมูกไหล				

*หมายเหตุ สำหรับเกณฑ์การตัดเข้า มีการแปลระดับคะแนนดังนี้ ไม่มี 0 คะแนน เล็กน้อย 1 คะแนน ปานกลาง 2 คะแนน และมาก 3 คะแนน

โดยการประเมินใช้ 4 อาการหลัก ได้แก่ อาการคัดจมูก อาการคันจมูก อาการน้ำมูกไหล และอาการจาม โดยหากคะแนนประเมินจาก 4 อาการนี้รวมกันได้ 7 คะแนนขึ้นไปจะตัดเข้าร่วมโครงการวิจัย

ภาคผนวก จ

โปรแกรมบรูซ (Bruce protocol)

เริ่มการทดสอบ 3 นาทีแรกจะทำการเก็บค่าพื้นฐานหรือค่าขณะพัก (Baseline) จากนั้นจะความเร็วเริ่มต้นขั้นที่ 1 (นาทีที่ 0-3) ความเร็ว 1.7 ไมล์/ ชั่วโมง ที่ความชัน 10% โดยจะมีการเพิ่มระดับของการทดสอบ (Increment) โดยเพิ่มความเร็วและความชันทุก ๆ 3 นาที ขั้นที่ 2 (นาทีที่ 4-6) ความเร็ว 2.5 ไมล์/ ชั่วโมง ที่ความชัน 12% ขั้นที่ 3 (นาทีที่ 7-9) ความเร็ว 3.4 ไมล์/ ชั่วโมง ที่ความชัน 14% ปฏิบัติจนผู้ถูกทดสอบไม่สามารถวิ่งต่อได้ จากนั้นคลายอุ้งร่างกาย (Cool down) เป็นเวลา 3 นาที

Stage	นาทีที่	Speed (Miles/hours)	Grade (%)
1	0-3	1.7	10
2	4-6	2.5	12
3	7-9	3.4	14
4	10-12	4.2	16
5	13-15	5.0	18
6	16-18	5.5	20
7	19-21	6.0	22

ที่มา: Kokkinos, 2017

ภาคผนวก ฉ

แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิตโรคจมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้

Rhinoconjunctivitis quality of life questionnaire – 36 (Rcq-36)

Appendix. (Thai version) แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิต (Rcq-36) โรคจมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจว่าอาการของโรคจมูกและตาอักเสบจากภูมิแพ้มีผลกระทบต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของคุณอย่างไร เพื่อนำไปสู่การรักษาที่ดีขึ้นต่อไปในอนาคต ขอให้คุณใช้เวลาสักครู่ตอบแบบสอบถามนี้ โปรดตอบคำถามทุกคำถามโดยทำเครื่องหมาย O ลงในช่องทางขวามือของแต่ละข้อ ถ้าหากไม่แน่ใจให้เลือกคำตอบที่คุณคิดว่าใกล้เคียงที่สุด

1. ในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา อาการเหล่านี้สร้างความรำคาญแก่คุณ มากน้อยเพียงใด					
	ไม่มีเลย	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) น้ำมูกไหล	1	2	3	4	5
(2) คันจมูก	1	2	3	4	5
(3) คัดแน่นจมูก	1	2	3	4	5
(4) จาม	1	2	3	4	5
(5) ไอ	1	2	3	4	5
(6) คอแห้ง ปากแห้ง	1	2	3	4	5
(7) มีเสมหะ	1	2	3	4	5
2. ในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา อาการเหล่านี้สร้างความรำคาญแก่คุณ มากน้อยเพียงใด					
	ไม่มีเลย	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) คันตา	1	2	3	4	5
(2) เคืองตา	1	2	3	4	5
(3) น้ำตาไหล	1	2	3	4	5
(4) ไม่สบายตา	1	2	3	4	5
(5) มองไม่โล่ง	1	2	3	4	5
(6) อ่อนเพลีย	1	2	3	4	5
(7) เหนื่อยง่าย	1	2	3	4	5
(8) ปวดเมื่อยตามตัว	1	2	3	4	5
(9) ปวดศีรษะ	1	2	3	4	5
(10) ง่วงนอนตลอดเวลา	1	2	3	4	5
สงวนลิขสิทธิ์ (พ.ศ.2544) ศ.พญ.ฉวีวรรณ บุณนาค ภาควิชาโสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล					
3. ในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา อาการในข้อ 1 และ / หรือ ข้อ 2 ที่คุณเป็นอยู่ขณะนี้ ทำให้คุณมีปัญหา เหล่านี้มากน้อยเพียงใด					
	ไม่มีเลย	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) ต้องหยุดงาน หรือ หยุดเรียนหนังสือ	1	2	3	4	5
(2) ไม่มีสมาธิในการทำงาน หรือ เรียนหนังสือ	1	2	3	4	5
(3) เป็นอุปสรรคต่อการทำงาน เช่น ทำให้ทำงานผิด ๆ ชัด ๆ	1	2	3	4	5
4. ในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา อาการในข้อ 1 และ / หรือ ข้อ 2 ที่คุณเป็นอยู่ขณะนี้ ทำให้คุณมีปัญหาในการทำกิจกรรมต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด					
	ไม่มีเลย	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) เล่นกีฬาหรือออกกำลังกายหนัก ๆ หรือ ทำกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมาก ๆ	1	2	3	4	5
(2) เล่นกีฬาหรือออกกำลังกายปานกลาง หรือ ทำกิจกรรมที่ใช้แรงปานกลาง	1	2	3	4	5
(3) เดินเป็นระยะทางครึ่งกิโลเมตร	1	2	3	4	5
5. ในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา อาการในข้อ 1 และ / หรือ ข้อ 2 ที่คุณเป็นอยู่ขณะนี้ มีผลกระทบต่อการนอนหลับของคุณมากน้อยเพียงใด					
	ไม่มีเลย	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) ต้องตื่นกลางดึกบ่อย ๆ	1	2	3	4	5
(2) นอนหลับยาก	1	2	3	4	5
(3) นอนหลับไม่สนิท	1	2	3	4	5

Appendix. (Thai version) (ต่อ)

6. ในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมาอาการในข้อ 1 และ/หรือ ข้อ 2 ที่คุณเป็นอยู่ขณะนี้ทำให้คุณมีปัญหาเหล่านี้เวลาเช้าสังคม และพบปะสังสรรค์กับผู้อื่นมากน้อยเพียงใด

	ไม่มีเลย	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) รู้สึกสูญเสียความมั่นใจในการพบปะคนอื่น	1	2	3	4	5
(2) พบปะสังสรรค์กับเพื่อนหรือคนอื่น ๆ น้อยลง	1	2	3	4	5
(3) รู้สึกไม่อยากออกไปไหน	1	2	3	4	5

7. ในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา อาการในข้อ 1 และ/หรือ ข้อ 2 ที่คุณเป็นอยู่ขณะนี้ ทำให้คุณมีความรู้สึกเหล่านี้มากน้อยเพียงใด

	ไม่มีเลย	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) รู้สึกรำคาญตนเอง	1	2	3	4	5
(2) กังวลใจ	1	2	3	4	5
(3) หงุดหงิด	1	2	3	4	5
(4) ไม่แจ่มใส เบิกบาน	1	2	3	4	5
(5) รำคาญที่ต้องพบกระต่ายชำระ หรือ ผ้าเช็ดหน้ามากกว่าปกติ	1	2	3	4	5

8. คุณคิดว่า สุขภาพโดยรวมของคุณในขณะนี้ เป็นอย่างไร (โปรดทำเครื่องหมายลงในช่องว่างเพียงคำตอบเดียว)

- ดีมาก
 ดี
 ปานกลาง
 แย่
 แย่มาก

9. อาการในข้อ 1 และ / หรือ ข้อ 2 ที่คุณเป็นอยู่ขณะนี้ ทำให้คุณต้องหยุดทำงานหรือหยุดเรียนหนังสือ โดยเฉลี่ยประมาณกี่วันต่อเดือน



ภาคผนวก ข
แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย (PAR-Q+)

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

ส่วนของคำถามทั่วไป

การออกกำลังกาย หรือ กิจกรรมทางกาย มีหลักฐานที่ชัดเจนแล้วว่า มีประโยชน์ต่อสุขภาพ คนส่วนใหญ่ควรมีกิจกรรมทางกายในทุกวันของสัปดาห์ การมีกิจกรรมทางกายมีความปลอดภัยสำหรับประชาชนส่วนใหญ่ แบบสอบถามนี้จะบอกได้ว่า มีความจำเป็นที่จะขอคำแนะนำเพิ่มเติมจากแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกกำลังกายก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายที่หนักขึ้นจากเดิมที่เคยมีกิจกรรมทางกาย หรือไม่

- | โปรดอ่านคำถาม 7 ข้อด้านล่างอย่างถี่ถ้วนและตอบด้วยความสัตย์จริงว่า ใช่ หรือไม่ใช่ | ใช่ | ไม่ใช่ |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. คุณเคยได้รับทราบจากแพทย์ว่า เป็นโรคเกี่ยวกับ <input type="checkbox"/> โรคหัวใจ หรือ <input type="checkbox"/> ความดันโลหิตสูง | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. คุณรู้สึกเจ็บที่หน้าอกในขณะที่พัก หรือระหว่างมีกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือระหว่างออกกำลังกาย | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยเวียนศีรษะจนเสียการทรงตัว หรือเป็นลมไม่รู้สึกตัว หรือไม่
(ในกรณีนี้ที่ออกกำลังกายอย่างหนักจนทำให้หายใจเร็ว แล้วตามด้วยการเวียนศีรษะ ให้ตอบว่าไม่ใช่) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. คุณได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเรื้อรังนอกเหนือจากโรคหัวใจหรือโรคความดันโลหิตสูง หรือไม่
ถ้าตอบว่าใช่ ให้ระบุว่าโรคเรื้อรังอะไร | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. ปัจจุบันคุณได้รับประทานยาเพื่อรักษาโรคเรื้อรัง หรือไม่
โปรดระบุเงื่อนไขและยาที่ได้รับ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. ปัจจุบัน หรือ ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาเรื่องกระดูกและข้อหรือกล้ามเนื้อเส้นเอ็น ซึ่งอาการจะแย่ลงเมื่อมีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น
(ในกรณีที่คุณมีปัญหากระดูก ข้อ กล้ามเนื้อหรือเส้นเอ็นในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา แต่ปัจจุบันภาวะดังกล่าวได้หายไปแล้ว และไม่ส่งผลต่อความสามารถต่อการออกกำลังกายหรือกิจกรรมทางกายในปัจจุบัน ให้ตอบไม่ใช่) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. แพทย์เคยบอกคุณว่า คุณควรได้รับคำแนะนำก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือออกกำลังกาย | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ถ้าตอบว่าไม่ใช่ทุกข้อ คุณสามารถที่จะออกกำลังกายได้ และให้ลงนามในคำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย โดยไม่ต้องตอบคำถามในหน้า 2-3

- > ให้เริ่มการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น โดยค่อยๆเพิ่มความแรงของกิจกรรมทางกาย
- > ให้คุณออกกำลังกายให้สอดคล้องกับอายุตามแนวทางของ **International Physical activity guideline** (www.who.int/dietphysicalactivity/en/).
- > คุณควรที่จะได้รับการประเมินสมรรถภาพทางกาย (**fitness**) และประเมินสุขภาพ/ตรวจสุขภาพประจำปี (**health**)
- > ถ้าคุณอายุมากกว่า 45 ปี และไม่ได้ฝึกซ้อมออกกำลังกายความหนักมาก่อน ให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายก่อนไปร่วมกิจกรรมทางกายที่มีความหนัก
- > ถ้าคุณมีปัญหาเกี่ยวกับกิจกรรมทางกาย ให้สอบถามแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย

Participant Declaration (คำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย)

ข้าพเจ้า ผู้ซึ่งลงนามในคำประกาศนี้ ได้อ่าน เข้าใจ โดยตอบคำถามทั้งหมดอย่างเต็มใจ และตระหนักเป็นอย่างดีว่า คำประกาศนี้จะใช้ได้ภายใน **12** เดือนนับจากวันที่ได้ตอบแบบสอบถาม และจะไม่มีผลในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไข ข้าพเจ้ายินยอมที่จะให้ผู้จัด/ศูนย์ฝึก กิจกรรมทางกายได้สำเนาเอกสารนี้เก็บไว้อีกฉบับ โดยผู้จัด/ศูนย์ฝึกกิจกรรมทางกายต้องไม่นำข้อมูลไปเปิดเผยและปฏิบัติตามการรักษาความลับตามที่กฎหมายกำหนด

ชื่อ ลายเซ็น

พยาน ลายเซ็นของพ่อแม่/ผู้ปกครอง (กรณีที่ยังไม่บรรลุนิติภาวะ)

ในกรณีที่ตอบไม่ใช่ 1 ข้อ หรือมากกว่า 1 ข้อ ให้ตอบคำถามในหน้า 2-3

⚠ ให้ชะลอการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่

- ✓ คุณกำลังป่วยเป็นโรคปัจจุบันที่ไม่ใช่โรคเรื้อรัง เช่น เป็นหวัด หรือมีไข้ ให้หายจากหวัดหรือไข้ก่อนจนกว่าอาการดีขึ้นถึงจะเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย
- ✓ คุณกำลังตั้งครรภ์ ให้ปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย หรือให้ตอบคำถามใน ePAR-X+ www.eparmedx.com ก่อนเพื่อที่จะให้คำแนะนำการมีกิจกรรมทางกายที่เหมาะสมก่อนจะเพิ่มระดับของกิจกรรมทางกายจากเดิม
- ✓ คุณมีการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพ ให้ตอบคำถามในหน้า 2-3 หรือปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายตามโปรแกรมที่เคยได้รับ

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

ส่วนของคำถามต่อเนื่อง เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์

	ใช่	ไม่ใช่
1. คุณมีอาการข้ออักเสบ กระดูกพรุน หรือมีปัญหาปวดหลัง ใช่หรือไม่ (ถ้าใช่ ตอบข้อ 1a-1c) <input type="checkbox"/> ไม่ใช่ข้ามไปตอบข้อ 2		
a. คุณมีปัญหาในเรื่องความปวด โดยการใช้ยาหรือการรักษาด้วยวิธีอื่นนอกจากยาเพื่อควบคุมอาการ (ตอบไม่ใช่ กรณีที่ปัจจุบันคุณไม่ได้รับประทานยาหรือการรักษาด้วยวิธีอื่นที่ไม่ใช่ยา)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. ในปัจจุบันหรือที่ผ่านมา คุณมีอาการปวดที่เกิดจากข้อ , กระดูกหักเนื่องจากกระดูกพรุนหรือเป็นมะเร็ง ,กระดูกสันหลังเคลื่อน (spondylolisthesis) ,กระดูกสันหลังเสื่อม (spondylosis) หรือกระดูกสันหลังยุบ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. จัดยาหรือรับประทานยาในกลุ่มสเตียรอยด์ติดต่อกันเป็นเวลามากกว่า 3 เดือน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. คุณเป็นมะเร็งชนิดใดชนิดหนึ่ง ใช่หรือไม่ (ถ้าใช่ให้ตอบ ข้อ 2a -2b) <input type="checkbox"/> ไม่ใช่ ข้ามไปตอบข้อ 3		
a. ประเภทของมะเร็งที่เป็นได้แก่ มะเร็งปอดหรือหลอดลม มะเร็งของระบบ ตีระนะ หู คอ จมูก ,multiple myeloma ใช่หรือไม่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. ท่านกำลังรักษา มะเร็งด้วย เคมีบำบัดหรือรังสีบำบัดอยู่ ใช่หรือไม่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. คุณป่วยเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งรวมถึงโรคหลอดเลือดหัวใจ หัวใจล้มเหลว หรือจังหวะการเต้นของหัวใจผิดปกติของหรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ ให้ตอบข้อ 3a-3b <input type="checkbox"/> ไม่ใช่ ข้ามไปข้อ 4		
a. คุณต้องใช้ยาหรือวิธีการรักษาอย่างอื่นที่ไม่ใช่ยาเพื่อควบคุมอาการของโรคอยู่ (ถ้าเคยรับประทานยาแต่ตอนนี้ไม่ต้องรับประทานยาหรือการรักษาอื่นที่ไม่ใช่ยาแล้ว ให้ตอบว่าไม่ใช่)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. คุณเคยต้องใช้ยาเพื่อรักษาภาวะการเต้นของหัวใจผิดปกติ เช่น การเดินผิดจังหวะเช่น AF หรือ PVC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. คุณเป็นโรคหัวใจล้มเหลวแบบเรื้อรัง	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. คุณได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ และไม่ได้ออกกำลังกายในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. คุณเป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 4a-4b <input type="checkbox"/> ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 5		
a. คุณต้องควบคุมความดันโลหิตโดยใช้ยาหรือการรักษาอื่น ๆที่ไม่ใช่ยาหรือไม่ (ถ้าเคยได้รับแต่ปัจจุบันไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่ไม่ใช่ยาแล้วให้ตอบข้อนี้ว่า ไม่ใช่)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. ขณะนี้ คุณมีความดันโลหิตขณะพัก มากกว่าหรือเท่ากับ 160/90 ไม่ว่าจะรับประทานยาหรือไม่ได้รับประทานยา หรือไม่ (ถ้าไม่ทราบค่าความดันโลหิตขณะพักของคุณ ให้ตอบว่าใช่)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. คุณเป็นโรคเบาหวานหรือมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงที่เรียกว่าภาวะก่อนเบาหวานหรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 5a-5e <input type="checkbox"/> ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 6		
a. คุณต้องควบคุมเบาหวานด้วยยา และการรักษาอื่น ๆที่ไม่ใช่ยาหรือไม่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. คุณประสบปัญหาภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำหลังจากการออกกำลังกายหรือมีกิจกรรมประจำวันเป็นประจำ ใช่หรือไม่ (อาการของการมีน้ำตาลต่ำในเลือดได้แก่ มีคลื่น ใจสั่น กระวนกระวาย เหงื่อออกมาก เวียนศีรษะ ปวดศีรษะเล็กน้อย สับสน พูดไม่รู้เรื่องหรือพูดลำบาก อ่อนเพลียหรือ ซึม)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. คุณมีอาการหรืออาการแสดงของผลแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน ได้แก่ผลแทรกซ้อนของระบบหัวใจหรือหลอดเลือด หรือผลแทรกซ้อนทางตา ไต หรือมีอาการชาที่เท้าและนิ้วเท้า หรือไม่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. คุณมีผลแทรกซ้อนอื่น ๆหรือไม่ เช่น เป็นเบาหวานที่เกิดจากการตั้งครรภ์ หรือโรคไตวายเรื้อรัง หรือโรคตับ ใช่หรือไม่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. คุณมีโปรแกรมที่จะออกกำลังกายที่หนักขึ้นกว่าที่เคยออกกำลังกายปกติ ในอนาคตอันใกล้ ใช่หรือไม่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. คุณมีปัญหาสุขภาพจิต เช่นความจำเสื่อม โรคซึมเศร้า โรควิตกกังวล ความผิดปกติของการกิน โรคจิต โรคที่มีผลต่อตัวบ่งชี้ เช่น กลุ่มอาการดาวน์ ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 6a-6c <input type="checkbox"/> ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 7		
a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรคเหล่านี้ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. คุณเป็นโรคกลุ่มอาการดาวน์ (Down syndrome) และมีปัญหาปวดหลังอยู่ใช่หรือไม่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

7. คุณมีโรคของระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ โรคอุดกั้นทางเดินหายใจแบบเรื้อรัง โรคหอบหืด โรคความดันของเส้นเลือดในปอดสูง (Pulmonary high blood pressure) ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 7a-7d ไม่ใช่ให้ข้ามไปข้อ 8
- a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นตามที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรคเหล่านี้หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่)
- b. แพทย์เคยบอกกับคุณว่า คุณมีปริมาณออกซิเจนในเลือดอยู่ในระดับต่ำทั้งในขณะที่พักหรือขณะออกกำลังกาย และจำเป็นต้องให้ออกซิเจนเพิ่มเติมเนื่องจากออกซิเจนในอากาศไม่เพียงพอ ใช่หรือไม่
- c. ในกรณีที่คุณเป็นโรคหอบหืด ขณะนี้คุณมีอาการ แน่นหน้าอก หายใจได้ย่ำแย่ หายใจลำบาก ใจเป็นประจำ (มากกว่า 2 วันต่อสัปดาห์) หรือต้องได้รับการรักษาแบบฉุกเฉินมากกว่า 2 ครั้งในช่วงสัปดาห์ที่ผ่านมา ใช่หรือไม่
- d. แพทย์เคยบอกกับคุณว่า คุณมีความดันในเส้นเลือดที่ปอดสูง ใช่หรือไม่
-
8. คุณได้รับบาดเจ็บที่ไขสันหลัง และเป็นอัมพาตทั้งตัว หรือครึ่งซีก ถ้าใช่ให้ตอบข้อ 8a-8c ไม่ใช่ข้ามไปตอบข้อ 9
- a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรค ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่)
- b. คุณประสบปัญหาความดันโลหิตขณะพักต่ำจนทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ ปวดศีรษะเล็กน้อย หรือเป็นลมไม่รู้สึกตัว ใช่หรือไม่
- c. แพทย์เคยบอกกับคุณว่า คุณมีภาวะความดันโลหิตสูงขึ้นอย่างฉับพลัน ที่เรียกในทางการแพทย์ว่า Autonomic dysreflexia ใช่หรือไม่
-
9. คุณป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) ซึ่งรวมถึง โรคที่หลอดเลือดสมองหดตัวชั่วคราว ทำให้เกิดอาการชั่วคราว แล้วกลับมามีปกติภายใน 24 ชั่วโมง ที่ทางการแพทย์เรียกว่า Transient Ischemia Attack (TIA) หรือเป็น อัมพาต/อัมพฤกษ์ ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ ให้ตอบคำถามข้อ 9a-9c ไม่ใช่ให้ข้ามไปตอบข้อ 10
- a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรค ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่)
- b. คุณมีปัญหาในด้านการเดินหรือการเคลื่อนไหว ใช่หรือไม่
- c. คุณเคยป่วยด้วยโรคเส้นเลือดสมองหรือมีปัญหาระบบประสาทหรือกล้ามเนื้อในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา ใช่หรือไม่
-
10. คุณมีปัญหาด้านสุขภาพนอกเหนือจาก 9 ข้อด้านบนหรือไม่ หรือมีโรค มากกว่าหรือเท่ากับ 2 โรค ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 10a-10c ไม่ใช่ให้ข้ามไปอ่านข้อแนะนำในหน้า 4
- a. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยประสบอุบัติเหตุที่ศีรษะ จนหน้ามืด เป็นลมหมดสติ หรือสลบ หรือได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่า Cerebral concussion ใช่หรือไม่
- b. คุณมีโรคอื่นนอกจากที่โรคที่ได้กล่าวมาแล้ว เช่น โรคลมชัก (ลมบ้าหมู) โรคของระบบประสาท หรือโรคไต ใช่หรือไม่
- c. ปัจจุบันคุณมีโรคหรือภาวะทางการแพทย์ มากกว่าหรือเท่ากับ 2 โรค/ภาวะ ใช่หรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ โปรดระบุ โรคหรือภาวะที่ท่านเป็นอยู่ในปัจจุบัน และชื่อยาหรือการรักษาอื่น ที่ใช้



**ไปที่หน้า 4 เพื่อดูคำแนะนำเกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ในปัจจุบันของคุณ
พร้อมทั้งลงนามในคำประกาศของผู้เข้าร่วมกิจกรรมทางกาย**

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

✓ ถ้าคุณตอบไม่ใช่ในทุกข้อ ของคำถามที่เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ คุณมีความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือการออกกำลังกายที่เพิ่มมากขึ้น ให้คุณลงชื่อใน คำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย (Participant Declaration)

- แนะนำให้คุณปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกกำลังกายเพื่อแนะนำวิธีการออกกำลังกายที่ปลอดภัยและโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับปัญหาสุขภาพของคุณ
- แนะนำให้เริ่มออกกำลังกายแบบเบาๆก่อนแล้วค่อยๆเพิ่มความหนักอย่างช้าๆ โดยออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่ความหนักระดับเบาหรือปานกลาง 20-50 นาทีต่อครั้ง อาทิตย์ละ 3-5 วัน รวมถึงการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วย
- ถ้าคุณมีความก้าวหน้าของการออกกำลังกาย คุณควรมีเป้าหมายในการออกกำลังกายด้วยความหนักขนาดปานกลาง สะสมให้ได้ 150 นาทีหรือมากกว่า ต่อสัปดาห์
- ถ้าคุณอายุมากกว่า 45 ปี และไม่ได้ฝึกฝนในการออกกำลังกายที่มีความหนักเป็นประจำ คุณควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายก่อนที่จะสมัครเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายต้องใช้ความหนักที่เพิ่มขึ้น

✗ ถ้าท่านตอบว่าใช่ 1 หรือมากกว่า 1 ข้อ ของคำถามที่เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ คุณต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมก่อนที่จะไปร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายที่หนักเพิ่มขึ้น คุณควรที่จะตอบแบบสอบถามเฉพาะ คือ ePARmed-X+ ที่ web site www.eparmedx.com และ/หรือ ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายที่ผ่านการรับรอง เพื่อช่วยให้คุณแบบสอบถามใน ePARmed-X+ หรือการค้นหาข้อมูลข่าวสารอื่นๆ

⚠ ให้ชะลอการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น ในกรณีนี้

- ✓ คุณกำลังป่วยเป็นโรคปัจจุบันที่ไม่ใช่โรคเรื้อรัง เช่น เป็นหวัด หรือมีไข้ โดยให้หายจากหวัดหรือไข้ก่อนจนกว่าอาการดีขึ้น
- ✓ ถ้าคุณกำลังตั้งครรภ์ ให้ปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย หรือให้ตอบคำถามใน ePAR-X+ www.eparmedx.com ก่อนเพื่อที่จะให้คำแนะนำการมีกิจกรรมทางกายที่เหมาะสมก่อนจะเพิ่มกิจกรรมทางกาย
- ✓ ถ้าคุณมีการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพ ให้ตอบคำถามในหน้า 3-4 หรือปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายตามโปรแกรมที่เคยได้รับ

คุณควรถ่ายรูป PAR-Q ทั้ง 4 หน้า และไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงคำตอบที่ได้ตอบก่อนหน้า ถ้ามีข้อสงสัยในการใช้ PAR-Q+ หรือ ePARMed-X ภายหลังที่คุณได้ตอบแบบสอบถาม ให้ปรึกษาแพทย์ ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกาย/ออกกำลังกาย

คำประกาศของผู้เข้าร่วมกิจกรรมทางกาย (Participant Declaration)

- ทุกท่านที่ได้ตอบแบบสอบถาม PAR-Q+ จนครบทุกข้อ โปรดลงนามในคำประกาศด้านล่าง
- ผู้ที่ยังไม่บรรลุนิติภาวะตามกฎหมาย ต้องได้รับคำยินยอมจาก พ่อแม่ ผู้ปกครอง และร่วมลงนามในประกาศนี้ด้วย

ข้าพเจ้า ผู้ซึ่งลงนามในคำประกาศนี้ ได้อ่าน เข้าใจ และได้ตอบคำถามทั้งหมดอย่างเต็มใจ และตระหนักเป็นอย่างดีว่า คำประกาศนี้สามารถใช้ได้ภายใน 12 เดือนนับจากวันที่ได้ทำแบบสอบถาม และจะไม่ผลในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไข ข้าพเจ้ายินยอมที่จะให้ ผู้จัด/ ศูนย์ฝึกกิจกรรมทางกาย ได้สำเนาเอกสารนี้เก็บไว้ถือฉบับ โดยผู้จัด/ศูนย์ฝึก ต้องไม่นำข้อมูลไปเปิดเผยและรักษาความลับตามที่กฎหมายกำหนด

ชื่อ ลายเซ็น วันที่

พยาน ลายเซ็นของพ่อแม่/ผู้ปกครอง (กรณีที่ยังไม่บรรลุนิติภาวะ)

ภาคผนวก ข

ใบรายการสรุปการเตรียมตัวก่อนเข้าร่วมการวิจัยสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัย

การเตรียมตัวก่อนเข้าร่วมการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หยุดยาก่อนและระหว่างร่วมโครงการวิจัยได้ ได้แก่

-Antihistamine อย่างน้อย 3 วัน

- Oral steroid และ Nasal steroid อย่างน้อย 2 สัปดาห์

- Leukotriene receptor antagonist อย่างน้อย 1 สัปดาห์

2. งดดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ก่อนเข้าร่วมการทดสอบ 24 ชม. งดทานอาหารที่มีส่วนประกอบของไนเตรท (Nitrate) ได้แก่ ผักร็อคเก็ต ผักโขม ผักกาดหอม หัวไชเท้าฝรั่ง ปืรุธ ผักกาดหอมจีน ผักกาด กะหล่ำปลี ถั่วเขียว กระเทียม ต้นหอม แดงกวา แครอท มันฝรั่ง และพริกหยวก ก่อนเข้าร่วมการทดสอบ 12 ชม. และงดทานอาหาร เครื่องดื่มทุกชนิด การออกกำลังกาย ก่อนเข้าร่วมการทดสอบ 1 ชม.

3. สวมชุดกีฬาและรองเท้ากีฬา

ภาคผนวก ฅ
มาตรการการป้องกันโควิด-19



ภาคผนวก ญ
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องวัดความดันโลหิต (Digital blood pressure)



เครื่องมือ

เครื่องวัดความดันโลหิต (Digital blood pressure) ยี่ห้อ Omron ประเทศญี่ปุ่น

วิธีการทดสอบ

1. ให้ผู้ทดสอบสวมปลอกแขนบริเวณต้นแขน ให้เหนือข้อพับ 2 – 3 เซนติเมตร และวางจุดรับสัญญาณบริเวณต้นแขนด้านใน
2. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบหงายมือขึ้นและวางแขนให้สบาย
3. กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการทดสอบและบันทึกผล

2. เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate monitor)



เครื่องมือ

เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อโพลาร์ (Polar) ประเทศฟินแลนด์

วิธีการทดสอบ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ โดยการสวมสายคาดบริเวณใต้ราวนม โดยให้ตราของสายอยู่กึ่งกลางของลำตัว และปรับสายให้กระชับพอดี
2. เชื่อมต่อเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจกับจอแสดงผล และตรวจสอบว่าสามารถตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจขึ้นจอหรือไม่
3. บันทึกข้อมูล

3. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Dual-energy x-ray absorptiometry)



เครื่องมือ

เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Dual-energy x-ray absorptiometry) ประเทศสหรัฐอเมริกา

วิธีการทดสอบ

1. ผู้ทดสอบทำการกรอกข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้ารับการทดสอบลงโปรแกรมและเลือกโปรแกรมการวัดโดยเลือก Total Body
2. ให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบถอดอุปกรณ์โลหะออกจากร่างกาย และให้ผู้เข้ารับการทดสอบนอนลงบนเตียงของเครื่อง DEXA
3. ผู้ทดสอบทำการจัดท่าตามที่เครื่องได้กำหนดไว้ และจัดท่าการนอนให้ตรงกับเส้นกึ่งกลางลำตัวของผู้เข้ารับการทดสอบ มือขนานกับลำตัว
4. จากนั้นกดเริ่มการทดสอบ ใช้เวลาประมาณ 7 นาที โดยผู้เข้ารับการทดสอบจะไม่สามารถขยับในระหว่างการทดสอบได้

4. เครื่องวัดการไหลของเลือดด้วยเลเซอร์ (Laser Doppler flowmeter)



เครื่องมือ

เครื่องวัดการไหลของเลือดด้วยเลเซอร์ (Laser doppler flowmetry) ยี่ห้อเพอริเมด (Perimed) รุ่น PeriFlux System 5000 ประเทศสวีเดน

วิธีการทดสอบ

1. ให้ผู้รับการทดสอบอยู่ในท่านั่งที่สบาย เท้าทั้งสองข้างวางกับพื้น
2. ใช้โพรบสอดเข้าไปในช่องจมูกด้านใน โดยใช้หลังมือแนบกับแก้มของผู้ถูกทดสอบ และมีกระดาษทิชชูรองแก้มเพื่อป้องกันการสัมผัสที่ใบหน้าของผู้รับการทดสอบโดยตรง ค้างไว้ประมาณ 15 - 20 วินาที
3. บันทึกค่าที่วัดจากจอแสดงผล หรือกดวิเคราะห์ข้อมูล จากกราฟในช่วง 10 วินาที ได้แก่ Perfusion unit (PU) , Total backscattered light (TB), Concentration Moving Blood Cells (CMBC), และ Velocity ทั้งทางด้านซ้ายและด้านขวาของโพรงจมูก

5. เครื่องวัดปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า (Peak nasal inspiratory flow meter)



เครื่องมือ

เครื่องวัดปริมาตรการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูกขณะหายใจเข้า (Peak nasal inspiratory flow meter) ยี่ห้อ อินเชค (In-check nasal inspiratory flow meter) ประเทศอังกฤษ

วิธีการทดสอบ

1. ผู้ทำการทดสอบสวมถุงมืออย่างก่อนสัมผัสอุปกรณ์ทุกครั้ง
2. ผู้ทำการทดสอบจะต้องเคาะอุปกรณ์ในแนวตั้งจากท้ายเครื่องให้วาล์วสีแดงและลูกเหล็กลงทุกครั้งก่อนใช้งาน
3. อธิบายแก่ผู้รับการทดสอบว่าในการทดสอบนี้ จะให้ทำการสูดหายใจเข้าทางจมูกอย่างรวดเร็วและแรงเป็นเวลาสั้น ๆ และให้เม้มริมฝีปากตลอดเวลาเพื่อป้องกันการใช้ปากในการหายใจ
4. ให้ผู้รับการทดสอบอยู่ในท่านั่ง หายใจออกเต็มที่แล้วใช้น้ำกากครอบจมูกปิดปากให้ตั้งฉากกับใบหน้า

5. จากนั้นสูดหายใจเข้าทางจมูกผ่านเครื่องเต็มแรงและเร็วที่สุด ก็จะได้ค่าออกมาเป็นค่าการไหลผ่านของอากาศสูงสุดในโพรงจมูก (Peak nasal inspiratory flow meter) หน่วยเป็น L/min

6. ให้ผู้ทำการทดสอบตรวจสอบค่าที่ได้ และทำการทดสอบซ้ำ 2-3 ครั้งโดยก่อนจะเริ่มการทดสอบใหม่ ให้เคาะอุปกรณ์จากท้ายเครื่อง (ให้วาล์วสีแดงและลูกเหล็กกลับลงมา) แล้วจึงทำการทดสอบต่อไป



6. เครื่องวัดระดับไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก



เครื่องมือ

เครื่องวัดระดับไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Exhaled Nitric Oxide) ยี่ห้อ NObreather ประเทศสหราชอาณาจักร

วิธีการทดสอบ

1. ให้ผู้รับการทดสอบหายใจเข้าลึก ๆ (ประมาณ 2-3 วินาที)
2. จากนั้นเป่าใส่ตัวเครื่องโดยสังเกตว่า ในแท่ง Flo ที่เป่าจะมีแท่งพลาสติกใสซึ่งภายในมีลูกเหล็กขนาดเล็ก ผู้รับการทดสอบจะต้องเป่าโดยต้องเลี้ยงระดับลูกเหล็กให้ลอยถึงช่วงสีขาวเข้มไว้ ซึ่งการทดสอบนี้จะใช้เวลา 12 วินาที
3. เสร็จสิ้นการทดสอบ และบันทึกผล

7. เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory Pressure Meter)



เครื่องมือ

เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory Pressure Meter) ยี่ห้อไมโครเมดดิคอล (Micromedical) ประเทศอังกฤษ

วิธีการทดสอบ

1. ผู้ทำการทดสอบสวมถุงมืออย่างก่อนสัมผัสอุปกรณ์ทุกครั้ง
2. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบใส่ที่หนีบจมูก
3. สำหรับวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า วิธีการทดสอบจะให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจออกให้หมด เมื่อรู้สึกว่ามีอากาศเหลืออยู่ในปอดแล้วให้อมบริเวณฟิลเตอร์เครื่องมาแล้วดูให้เร็วและแรงที่สุดเป็นเวลา 1-2 วินาที จากนั้นทำการทดสอบซ้ำจนกว่าค่าที่ได้จะมีความเสถียร
4. สำหรับวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก วิธีการทดสอบจะให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจเข้าให้เต็มที เมื่อรู้สึกว่าจะไม่สามารถหายใจเข้าได้อีกให้อมบริเวณฟิลเตอร์เครื่องมาแล้วเป่าให้เร็วและแรงที่สุดเป็นเวลา 1-2 วินาที จากนั้นทำการทดสอบซ้ำจนกว่าค่าที่ได้จะมีความเสถียร

8. เครื่องวัดความจุปอด (Spirometry)



เครื่องมือ

เครื่องวัดความจุปอด (Spirometry) สไปโรแบงก์ จี (Spirobank G) ประเทศสหรัฐอเมริกา

วิธีการทดสอบ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบอมบริเวณฟิลเตอร์กระดาษที่เป่าซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอดแบบคอมพิวเตอร์
2. ใส่ที่หนีบจมูก (Nose clip)
3. สำหรับโปรแกรม FVC ให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจเข้าออกปกติจำนวน 2 – 3 ครั้ง หลังจากนั้นทำการหายใจเข้าเต็มที่แล้วเป่าออกมาอย่างแรงและเร็วจนลมออกจนหมด และให้หายใจเข้าอย่างเร็วและแรงอีกที
5. สำหรับโปรแกรม MVV ให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจออกและเข้าอย่างลึกและเร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ภายในระยะเวลา 12 วินาที
6. เสร็จสิ้นการทดสอบ และบันทึกผล

ภาคผนวก ญ
ทำในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

ท่าที่ 1 Neck forward flexion and lateral flexion

- ให้กลุ่มตัวอย่างมองตรงไปด้านหน้า เอียงหัวไปทางด้านข้างทางซ้าย พยายามให้หูไปแตะไหล่ ยึดจนรู้สึกตึงและค้างไว้ 20 วินาที แล้วสลับข้าง



ท่าที่ 2 Arm across chest

- ให้กลุ่มตัวอย่างยืดแขนตรงไปทางด้านซ้าย จากนั้นใช้แขนขวากดทับไว้ ตั้งศอกตั้งแขนเข้าหาลำตัว ยืดจนรู้สึกตึงและค้างไว้ 20 วินาที แล้วสลับข้าง



ท่าที่ 3 Arm hug

- ให้กลุ่มตัวอย่างยืดแขนทั้ง 2 ข้างไปทางด้านข้าง จากนั้นให้นำมือซ้ายมาจับบริเวณด้านข้างไหล่ด้านขวา และนำมือขวามาจับบริเวณด้านข้างไหล่ด้านซ้าย ลักษณะคล้ายการกอดตัวเอง ยืดจนรู้สึกตึงและค้างไว้ 20 วินาที



ท่าที่ 4 Chest stretch

- ให้กลุ่มตัวอย่างนำมือมาประสานกันด้านหลัง จากนั้นค่อยๆยกแขนขึ้น ยืดจนรู้สึกตึงและค้างไว้ 20 วินาที



ท่าที่ 5 Biceps wall stretch

- ให้กลุ่มตัวอย่างยืนด้านข้างผนัง นำมือที่อยู่ใกล้กับผนังกางออกไปทางด้านหลังระดับไหล่ โดยหันด้านฝ่ามือขนานกับผนัง จากนั้นยืดให้รู้สึกตึงและค้างไว้ 20 วินาที แล้วสลับข้าง



ท่าที่ 6 Elbow behind the head

- ให้กลุ่มตัวอย่างใช้แขนด้านขวาอแขนข้ามหัวไปทางด้านหลัง จากนั้นนำมือซ้ายมาจับข้อศอกด้านขวา ดึงข้อศอกจนรู้สึกตึงและค้างไว้ 20 วินาที แล้วสลับข้าง



ท่าที่ 7 Side lunge

- ให้กลุ่มตัวอย่างยืนตรง สไลด์ขาออกด้านข้างยาวๆ พร้อมกับย่อเข่าอีกข้างหนึ่งตาม ขณะย่อตัว ลำตัวต้องตรงไม่ก้ม งอตัว เมื่อรู้สึกตึงให้ค้างไว้ 20 วินาที



ท่าที่ 8 Butterfly stretch

- ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งท่าขัดสมาธิ ยืดหลังตรง ทำเท้าให้ประกบกัน จากนั้นกดเข่าลงไปที่ใกล้พื้นมากที่สุด เมื่อรู้สึกตึงให้ค้างไว้ 20 วินาที



ท่าที่ 9 quadriceps stretch

- ให้กลุ่มตัวอย่างยืนตรง งอขาซ้ายไปทางด้านหลัง และใช้มือขวาจับเท้าซ้ายดึงขึ้นเข้าหาลำตัว ให้นำหน้าขา รู้สึกตึงและค้างไว้ 20 วินาที แล้วสลับข้าง



ท่าที่ 10 Seated single-leg hamstring stretch

- ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งท่าขัดสมาธิ ยืดขาซ้ายไปทางด้านหน้า ใช้มือทั้ง 2 ข้างจับบริเวณปลายเท้า ก้มตัวไปด้านหน้าจนรู้สึกตึงและแสบค้างไว้ 20 วินาที แล้วสลับข้าง



ท่าที่ 11 Seated Back Twist

- ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งบนพื้น ยกเข่าและขาขวาขึ้นมาไขว้กับขาซ้าย วางแขนซ้ายไว้นอกเข่าขวา วางมือขวาบนพื้นด้านหลัง ค่อยๆ เอี้ยวตัวไปทางด้านขวาจนรู้สึกตึงและค้างไว้ 20 วินาที แล้วสลับข้าง

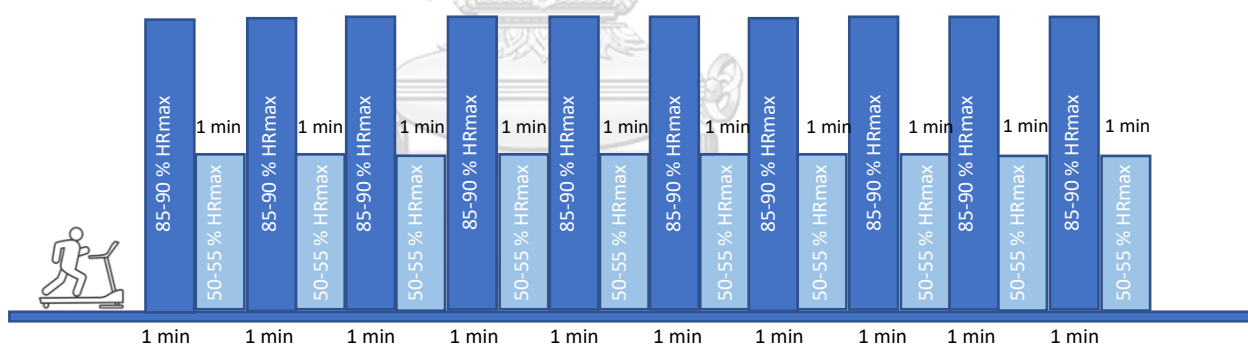


ภาคผนวก ก

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1

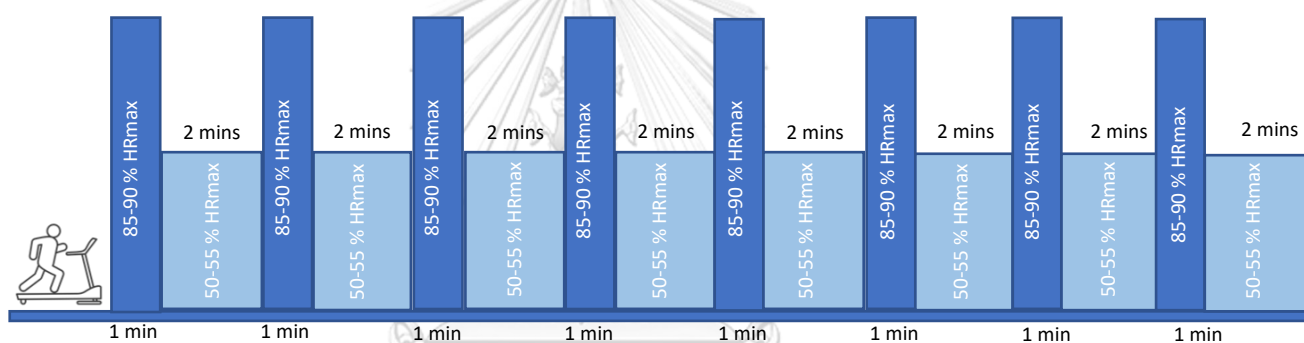
ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval exercise) โดยการเดิน/วิ่งบนลู่วิ่ง (Treadmill) ใช้เวลาประมาณ 40 นาที ซึ่งขณะออกกำลังกายจะให้กลุ่มตัวอย่างสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) เพื่อให้ตรวจสอบว่าขณะออกกำลังกายมีอัตราการเต้นของหัวใจเป็นไปตามอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย โดยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 จะให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนักระดับสูงที่ 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นจะสลับด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 1 นาที โดยนับเป็น 1 รอบ ทำทั้งหมด 10 รอบ รวมเวลาทั้งหมด 20 นาที ดังรูปที่



รูปที่ 16 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2

ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา (High intensity interval exercise) โดยการเดิน/วิ่งบนลู่วิ่ง (Treadmill) ใช้เวลาประมาณ 40 นาที ซึ่งขณะออกกำลังกายจะให้กลุ่มตัวอย่างสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) เพื่อให้ตรวจสอบว่าขณะออกกำลังกายมีอัตราการเต้นของหัวใจเป็นไปตามอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย โดยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:1 จะให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนักระดับสูงที่ 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นจะสลับด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักระดับต่ำ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 2 นาที โดยนับเป็น 1 รอบ ทำทั้งหมด 8 รอบ รวมเวลาทั้งหมด 24 นาที ดังรูปที่



รูปที่ 17 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบา ด้วยอัตราส่วนความหนักต่อเบา 1:2

ภาคผนวก ฅ
 การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย
 โดยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index; IOC)

คำชี้แจง

เกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาถึงความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของเนื้อหา โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง เห็นด้วยว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา
- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

ให้ผู้เชี่ยวชาญทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง +1 เมื่อท่านเห็นด้วยว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหาการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ให้ผู้เชี่ยวชาญทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0 เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหาการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

ให้ผู้เชี่ยวชาญทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง -1 เมื่อท่านไม่เห็นด้วยว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหาการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้

หากท่านมีความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนาเนื้อหาแต่ละข้อ โปรดแสดงความคิดเห็นลงในช่องเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence; IOC)

ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์

(Index of Item Objective Congruence; IOC)

เนื้อหาโปรแกรมการออกกำลังกาย	ผลการพิจารณา			
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	ข้อเสนอแนะ
1..โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:1				
1.1 ระดับความหนักระดับสูงที่ 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 1 นาที	5	-	-	1
1.2 ระดับความหนักระดับต่ำ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 1 นาที	4	1	-	0.8
1.3 จำนวนรอบ (Cycle) ของการออกกำลังกาย 10 รอบ	5	-	-	1
1.4 ระยะเวลาในการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:1 รวมเป็น 20 นาที	5	-	-	1
1.5 ระยะเวลาในช่วงอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที	5	-	-	1
1.6 ระยะเวลาในช่วงคลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที	5	-	-	1
1.7 รูปแบบการฝึกโดยรวม	5	-	-	1

เนื้อหาโปรแกรมการออกกำลังกาย	ผลการพิจารณา			
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	ข้อเสนอแนะ
2. โปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:2				
1.1 ระดับความหนักระดับสูงที่ 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 1 นาที	5	-	-	1
1.2 ระดับความหนักระดับต่ำ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 2 นาที	4	1	-	0.8
1.3 จำนวนรอบ (Cycle) ของการออกกำลังกาย 8 รอบ	5	-	-	1
1.4 ระยะเวลาในการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:2 รวมเป็น 24 นาที	5	-	-	1
1.5 ระยะเวลาในช่วงอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที	5	-	-	1
1.6 ระยะเวลาในช่วงคลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที	5	-	-	1
1.7 รูปแบบการฝึกโดยรวม	5	-	-	1

ส่วนที่ 2 เนื้อหาโปรแกรมการออกกำลังกายในการฝึก

เนื้อหาโปรแกรมการออกกำลังกาย	ผลการพิจารณา			
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	ข้อเสนอแนะ
1..โปรแกรมการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบา				
1.1 ระดับความหนักระดับสูงที่ 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 1 นาที	5	-	-	1
1.2 ระดับความหนักระดับต่ำ 50-55% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 1 นาที	4	1	-	0.8
1.3 จำนวนรอบ (Cycle) ของการออกกำลังกาย 10 รอบ	5	-	-	1
1.4 ระยะเวลาในการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาด้วยอัตราส่วน 1:1 รวมเป็น 20 นาที	5	-	-	1
1.5 ความถี่ในการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์	5	-	-	1
1.6 การเพิ่มความหนักเมื่อผ่านการฝึกไปแล้ว 6 สัปดาห์ จะทำการเพิ่มระดับความหนักระดับสูงเป็น 90-95% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	5	-	-	1
1.7 การเพิ่มความหนักเมื่อผ่านการฝึกไปแล้ว 6 สัปดาห์ จะทำการเพิ่มระดับความหนักระดับต่ำเป็น 55-60% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	4	1	-	0.8
1.8 ระยะเวลาในช่วงอบอุ่นร่างกาย	5	-	-	1

เนื้อหาโปรแกรมการออกกำลังกาย	ผลการพิจารณา			
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	ข้อเสนอแนะ
1..โปรแกรมการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบา				
และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที				
1.9 ระยะเวลาในช่วงคลายอุ่น ร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที	5	-		1
1.10 รูปแบบการฝึกโดยรวม	5	-		1



เนื้อหาโปรแกรมการออกกำลังกาย	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
2. โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง				
1.1 ระดับความหนักปานกลาง 65-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	5	-	-	1
1.2 ระยะเวลาในการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับปานกลาง เป็น 30 นาที	5	-	-	1
1.3 ความถี่ในการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์	5	-	-	1
1.4 การเพิ่มความหนักเมื่อผ่านการฝึกไปแล้ว 6 สัปดาห์ จะทำการเพิ่มระดับความหนักปานกลางเป็น 70-75% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	5	-	-	1
1.5 ระยะเวลาในช่วงอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที	5	-	-	1
1.6 ระยะเวลาในช่วงคลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที	5	-	-	1
1.7 รูปแบบการฝึกโดยรวม	5	-	-	1
รวม				0.97

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้ เลื่อนนำโปรแกรมการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาในอัตราส่วนที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการศึกษาผลลัพธ์ของการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของระบบหายใจและอาการในผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ ไปใช้ในการฝึกการออกกำลังกายแบบช่วงหนักสลับ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวเบญจ์ ป้องกันภัย
วัน เดือน ปี เกิด	25 พฤษภาคม 2539
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยม โรงเรียนเซนต์โยเซฟ บางนา ปีการศึกษา 2556 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยม อันดับหนึ่ง สาขาวิทยาศาสตรการกีฬาและการออกกำลังกาย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2560 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนง การส่งเสริมสุขภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2562
ที่อยู่ปัจจุบัน	46 เฉลิมพระเกียรติร.9 ซอย 12 แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY