ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

นายศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2566

EFFECTS OF DIFFERENT EXERCISE MODALITIES ON APNEA-HYPOPNEA INDEX AND OXIDATIVE STRESS IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA

Mr. Supawit Ittinirundorn

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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	ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น
โดย	นายศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงนฤชา จิรกาลวสาน รองศาสตราจารย์ ดร.คริสโตเฟอร์ อี ไคลน์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย)

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงนฤชา จิรกาลวสาน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.คริสโตเฟอร์ อี ไคลน์)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม)

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

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทิต มิตรานันท์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร : ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น. (EFFECTS OF DIFFERENT EXERCISE MODALITIES ON APNEA-HYPOPNEA INDEX AND OXIDATIVE STRESS IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.วรรณพร ทองตะโก, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. พญ.นฤชา จิรกาลวสาน,รศ. ดร.คริสโตเฟอร์ อี ไคลน์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน (การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ) ที่มีต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น กลุ่มตัวอย่างคือผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น อายุ 20-50 ปี เพศชายและหญิง จำนวน 39 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) จำนวน 9 คน กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) จำนวน 10 คน กลุ่มที่ 3 ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) 10 คน และกลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุม (CON) จำนวน 10 คน ทำการฝึก 3 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์สำหรับกลุ่ม MICT และ HIIT ส่วนกลุ่ม IMT ทำการฝึก 5 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ก่อนและหลังการทดลองทำการทดสอบข้อมูลทางสรีรวิทยา ตัวแปรด้านการหลับ ตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชัน ตัวแปรด้านไซโตไคน์ ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ตัวแปรด้านการอักเสบภายในทางเดินหายใจ ตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก และตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสมที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่ม HIIT มีค่าเฉลี่ยมวลไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมัน ความโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 2 ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วระยะหลับที่มีตากระตุก ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วขณะนอนหงาย ดัชนีการหายใจแผ่ว มาลอนไดอัลดีไฮด์ อินเตอร์เฟอรอนอินดิวซ์โปรตีนเท็น สัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก คะแนนแบบสอบถาม ESS, PSQI ลดลง ($p<.05$) มีค่าเฉลี่ยระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส อินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที แรงดันหายใจเข้าสูงสุด แรงดันหายใจออกสูงสุด สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และคะแนนแบบสอบถาม FOSQ-30, SF-36 เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ส่วนกลุ่ม MICT พบว่า ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 2 ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วระยะหลับที่มีตากระตุก ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วขณะนอนหงาย ดัชนีการหายใจแผ่ว สัดส่วนของไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก คะแนนแบบสอบถาม ESS, PSQI ลดลง ($p<.05$) มีค่าเฉลี่ยระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 อินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที แรงดันหายใจเข้าสูงสุด แรงดันหายใจออกสูงสุด สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และคะแนนแบบสอบถาม FOSQ-30, SF-36 เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) และกลุ่ม IMT พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วขณะนอนหงาย ดัชนีการหายใจแผ่ว สัดส่วนของไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก คะแนนแบบสอบถาม ESS, PSQI ลดลง ($p<.05$) มีค่าเฉลี่ยอินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที แรงดันหายใจเข้าสูงสุด แรงดันหายใจออกสูงสุด และคะแนนแบบสอบถาม FOSQ-30, SF-36 เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่ากลุ่ม MICT และกลุ่ม HIIT มีค่าเฉลี่ยตัวแปรดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว และดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกแตกต่างกับกลุ่ม CON และกลุ่ม HIIT มีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่กับกลุ่มควบคุม ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่ม IMT และกลุ่ม CON และยังมีคะแนนค่าเฉลี่ยแบบสอบถาม SF-36 เพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่ม CON ($p<.05$)

สรุปได้ว่า การออกกำลังกายทุกรูปแบบ (MICT, HIIT, IMT) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ส่งผลดีต่ออาการของผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น นอกจากนี้ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) ยังส่งผลดีต่อภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ต่อผู้ป่วยอีกด้วย

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2566	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

6373001039 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE
KEYWORD: Obstructive Sleep Apnea, Apnea-Hypopnea Index, Oxidative stress, Moderate continuous intensity training, High intensity interval training, Inspiratory muscle training

Supawit Ittinirundorn : EFFECTS OF DIFFERENT EXERCISE MODALITIES ON APNEA-HYPOPNEA INDEX AND OXIDATIVE STRESS IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA. Advisor: Asst. Prof. WANNAPORN TONGTAKO, Ph.D. Co-advisor: Assoc. Prof. NARICHA CHIRAKALWASAN, M.D.,Assoc. Prof. Christopher E. Kline, Ph.D.

The objective of this study was to investigate the effects of different exercise modalities on Apnea-Hypopnea Index (AHI) and oxidative stress in patients with Obstructive Sleep Apnea (OSA).

Thirty-nine patients with OSA aged 20 – 50 years old were divided into 4 groups; Moderate intensity continuous training group (MICT; n=9), High intensity interval training group (HIIT; N=10), Inspiratory muscle training group (IMT; n=10), and control group (CON; n=10). Participants in MICT group and HIIT group exercised 3 days/week for 12 weeks while participants in IMT group exercised 5 days/week for 12 weeks. Physiological data, sleep, oxidative stress, cytokine, pulmonary function, respiratory muscle strength, bronchial inflammation, aerobic capacity and quality of life (QoL) were analyzed during Pre- and Post-test. Mixed ANOVA was conducted in this study. Differences considered to be significant at p-value <.05.

The results indicated that after 12 weeks, HIIT group decreased fat mass, percent of fat mass, systolic blood pressure, non-rapid eye movement (NREM) stage 2, AHI, NREM AHI, rapid eye movement (REM) AHI, supine AHI, hypopnea index, malondialdehyde (MDA), interferon-induced protein 10 (IP-10), fraction of exhaled nitric oxide (FENO), ESS, PSQI. ($p<.05$) Moreover, HIIT increased NREM stage 3, superoxide dismutase (SOD), interleukin-1 receptor antagonist (IL-1ra), forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV1), Peak expiratory flow (PEF), maximum voluntary ventilation (MVV), maximal inspiratory pressure (MIP), maximal expiratory pressure (MEP), maximal oxygen consumption (VO2peak), FOSQ-30, and SF-36 ($p<.05$). MICT group decreased NREM stage 2, AHI, NREN AHI, REM AHI, supine AHI, hypopnea index, FENO, ESS, PSQI and increased NREM stage 3, IL-1ra, FVC, MVV, MIP, MEP, VO2peak , FOSQ-30, and SF-36 ($p<0.5$). IMT group decreased AHI, NREM AHI, supine AHI, FENO, ESS, PSQI and increased FVC, PEF, MVV, MIP, MEP, FOSQ-30, and SF-36. Therefore, MICT group and HIIT group had significantly lower AHI, NREM AHI compared to CON group. HIIT group also had significantly higher FVC than CON group, higherVO2peak than IMT and CON group. Moreover, HIIT group had significantly higher SF-36 score than CON group (all $p<.05$).

In conclusion, all of types of exercise are beneficial for patients with OSA. Furthermore, High intensity interval training (HIIT) also improves oxidative stress and cytokine in these patients.

Field of Study:	Sports and Exercise Science	Student's Signature .....
Academic Year:	2023	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ให้โอกาส และอิสระในการค้นคว้า เลือกทำวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัย รวมไปถึงการสนับสนุนเรื่องต่าง ๆ ทั้งด้านงานวิชาการ และด้านการดำเนินชีวิตโดยเสมอมา ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ พญ.นฤชา จิรกาลวสาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย ทั้งการคัดกรองและประเมินผลผู้ป่วย รวมไปถึงการเข้าติดต่อกับศูนย์นิทราเวช และขอขอบคุณ Associate Professor Christopher E. Kline, Ph.D. ที่กรุณาตอบรับการเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมอีกท่าน รวมถึงการมีส่วนร่วมในการให้คำแนะนำ ข้อคิด และแนวทางการเขียนผลการวิจัยทั้งในเล่มวิทยานิพนธ์และวารสารทางวิชาการ หากไม่มีคณาจารย์ทั้ง 3 ท่านนี้ คงไม่มีโอกาสที่วิทยานิพนธ์นี้จะสำเร็จออกมา

ผู้วิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คุณัญญา มาสดใส และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทิต มิตรานันท์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ที่มีความสมบูรณ์ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตานันท์ เหล่าศิริไพศาล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.วิสาข์สิริ ตันตระกูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คุณัญญา มาสดใส อาจารย์ ดร.นภัสกร ชื่นศิริ และอาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย ที่ช่วยให้คำแนะนำรวมถึงแนวทางการปรับปรุงเครื่องมือวิจัยนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณณิชาภัทร ศรีรัตน์ คุณดารารัตน์ กล่ำถนอม และคุณโชตินาถ ศรีโสภา เจ้าหน้าที่ศูนย์นิทราเวชที่คอยอำนวยความสะดวกผู้วิจัย ทั้งในการลงนัดการตรวจการนอนหลับ การเข้าถึงประวัติข้อมูลของผู้ป่วย รวมถึงการให้คำแนะนำในการเก็บข้อมูลในโรงพยาบาล นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ตรวจการนอนหลับทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการตรวจการนอนหลับของอาสาสมัครงานวิจัย

ขอขอบคุณอาสาสมัคร ผู้ร่วมงานวิจัยทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีเยี่ยมตลอดการเก็บข้อมูลในงานวิจัย วิทยานิพนธ์นี้จะไม่สมบูรณ์หากปราศจากทุกท่าน ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณธรรมรัตน์ กกสูงเนิน ที่มีส่วนในการเชิญชวนอาสาสมัครเข้าการวิจัย คุณศุภลักษณ์ จันคำ นักเทคนิคการแพทย์ ที่คอยช่วยเหลือผู้วิจัยในการเจาะเลือดอาสาสมัครตลอดการวิจัย และขอขอบคุณ ดร. สุปราณี บูรณประดิษฐ์กุล นักเทคนิคการแพทย์ที่ในการวิเคราะห์สารชีวเคมี ทั้งไซโตไคน์และสารอนุมูลอิสระ ซึ่งให้ความกรุณาและความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยตั้งแต่เป็นนิสิตระดับปริญญาโท

สุดท้าย ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณลือชัย คุณพรทิพย์ และคุณณัฐพนธ์ อิทธินิรันดร ครอบครัวของผู้วิจัยที่คอยให้ความช่วยเหลือรวมถึงการสนับสนุนในทุกด้านของการทำวิทยานิพนธ์ คุณอธิวัน คงสอน เจ้าของร้านกาแฟที่ผู้วิจัยใช้บริการตั้งแต่สมัยมัธยมปลายจนถึงปริญญาเอก คุณอัครวินท์ สัยทัศน์ และคุณภูริณัฐ หล่อวงศ์กมล ผู้ที่เป็นเหมือนพี่น้องซึ่งคอยช่วยเหลือเกื้อกูลกันเสมอมา

ศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 9

คำถามในการวิจัย 10

สมมุติฐานของการวิจัย 10

ขอบเขตของการวิจัย 11

คำจัดกัดความของการวิจัย 13

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

1. สรีรวิทยาของระบบหายใจขณะหลับ 17

1.1 กลไกควบคุมการหายใจ 17

1.2 กลไกควบคุมการหายใจขณะหลับ 23

1.3 สรีรวิทยาของทางเดินหายใจขณะหลับ 26

2. ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (Obstructive sleep apnea) 30

2.1 พยาธิกำเนิดของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 31

2.2 พยาธิสรีรวิทยาของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 32

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 ลักษณะทางคลินิก 34
2.4 เกณฑ์การวินิจฉัยและการแบ่งระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากจากอุดกั้น 38
2.5 การทดสอบการนอนหลับในห้องปฏิบัติการ 39
2.6 หลักการและแนวทางการรักษาในภาพรวม 42
2.7 สารอนุมูลอิสระ และสารต้านอนุมูลอิสระกับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 48
2.8 ไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 53
2.9 การออกกำลังกายในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 55
3. การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง 56
3.1 การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 59
4. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ 59
4.1 การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า 61
4.2 การฝึกกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 61
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 63
5.1 งานวิจัยในประเทศ 63
5.2 งานวิจัยต่างประเทศ 65
กรอบแนวคิดในการวิจัย 66
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 68
ประชากร 68
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 68
การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม 68
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 71
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 72
การเก็บรวบรวมข้อมูล 83

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง 84
การวิเคราะห์ข้อมูล 84
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 86
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 88
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านสรีรวิทยา 90
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านการนอนหลับ 94
ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ 100
ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด 109
ตอนที่ 6 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ 113
ตอนที่ 7 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านการอักเสบภายในทางเดินหายใจ 115
ตอนที่ 8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก 117
ตอนที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต 119
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 157
สรุปผลการวิจัย 158
อภิปรายผลการวิจัย 161
สรุปผลการวิจัย 172
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 173
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 174

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้ 174
ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งต่อไป 174
ข้อจำกัดในการวิจัย 176
บรรณานุกรม 177
ประวัติผู้เขียน 257

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การแสดงช่วงต่าง ๆ ของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในสัปดาห์ที่ 1-6 78

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความหนักจากค่าแรงดันการหายใจสูงสุดเป็นระดับ (Level) ของอุปกรณ์เพาเวอร์บรีธ (POWERbreathe) รุ่นเวลเนส (Wellness) 79

ตารางที่ 3 การอบอุ่นร่างกายด้วยการใช้อุปกรณ์เพาเวอร์บรีธ 79

ตารางที่ 4 แสดงการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ 80

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 88

ตารางที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลด้านสรีรวิทยาระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 90

ตารางที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบตัวแปรด้านการหลับระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม 94

ตารางที่ 8 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (MICT) 100

ตารางที่ 9 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (HIIT) 101

ตารางที่ 10 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (IMT) 102

ตารางที่ 11 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม (CON) 103

ตารางที่ 12 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ก่อนทดลองระหว่างกลุ่มฝึกของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม 104

ตารางที่ 13 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์หลังทดลองระหว่างกลุ่มฝึกของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม 105

ตารางที่ 14 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม 106

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 แสดงผลการเปรียบเทียบตัวแปรด้านสมรรถภาพปอดระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม.....109

ตารางที่ 16 แสดงผลการเปรียบเทียบตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม.....113

ตารางที่ 17 แสดงผลการเปรียบเทียบตัวแปรด้านการอักเสบของทางเดินหายใจระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม.....115

ตารางที่ 18 แสดงผลการเปรียบเทียบตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิกระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม.....117

ตารางที่ 19 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (MICT) 119

ตารางที่ 20 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (HIIT)119

ตารางที่ 21 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (IMT) 120

ตารางที่ 22 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON).....120

ตารางที่ 23 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม.....121

ตารางที่ 24 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) หลังการทดลองระหว่างกลุ่มฝึกของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม 122

ตารางที่ 25 ผลสรุปการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่ม 4 กลุ่ม ..123

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 26 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (MICT)..... 125

ตารางที่ 27 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (HIIT)..... 126

ตารางที่ 28 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (IMT)..... 127

ตารางที่ 29 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม (CON)..... 128

ตารางที่ 30 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) หลังทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม..... 129

ตารางที่ 31 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) หลังการทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม..... 130

ตารางที่ 32 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) ระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม..... 131

ตารางที่ 33 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (MICT)..... 134

ตารางที่ 34 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (HIIT)..... 135

ตารางที่ 35 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30)ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (IMT)..... 136

ตารางที่ 36 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30)ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มควบคุม (CON)..... 137

ตารางที่ 37 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30) ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม 138

ตารางที่ 38 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30) หลังการทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม 139

ตารางที่ 39 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30) ระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม..... 140

ตารางที่ 40 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (MICT)..... 145

ตารางที่ 41 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (HIIT)..... 146

ตารางที่ 42 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (IMT)..... 147

ตารางที่ 43 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม (CON)..... 148

ตารางที่ 44 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ก่อนทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม 149

ตารางที่ 45 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) หลังการทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม..... 150

ตารางที่ 46 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่ม 4 กลุ่ม..... 151

ตารางที่ 47 สรุปการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่ม 4 กลุ่ม 174

ตารางที่ 48 โปรแกรมการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด บรูซ แรมพ์ โปรโตคอล (Bruce ramp protocol).....250

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 สมองและการควบคุมการหายใจ 17
รูปที่ 2 ก้านสมองและการควบคุมการหายใจ 18
รูปที่ 3 กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ 20
รูปที่ 4 ความเสถียรของการควบคุมการหายใจ 22
รูปที่ 5 ช่วงของการหลับ 24
รูปที่ 6 ทางเดินหายใจส่วนบน 25
รูปที่ 7 Starling resistor model 27
รูปที่ 8 ทางเดินหายใจส่วนล่าง 28
รูปที่ 9 พยาธิสรีรวิทยาของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 33
รูปที่ 10 แบบทดสอบระดับความง่วงนอนเอ็บเวิร์ธ 37
รูปที่ 11 การตรวจการนอนหลับ 40
รูปที่ 12 การรักษาด้วยเครื่องอัดอากาศแรงดันบวก 44
รูปที่ 13 สารอนุมูลอิสระกับโรคหยุดใจขณะหลับจากการอุดกั้น 50
รูปที่ 14 สารอนุมูลอิสระและการอักเสบที่เกิดขึ้นในภาวะหยุดใจขณะหลับจากการอุดกั้น 51
รูปที่ 15 สารอนุมูลอิสระและแบ่งเป็นไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์ 52
รูปที่ 16 ไซโตไคน์กับแบ่งเป็นไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์ 55
รูปที่ 17 การออกกำลังกายกับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 56
รูปที่ 18 แนวทางปฏิบัติสำหรับการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในบุคคลกลุ่มพิเศษ 57
รูปที่ 19 กลไกจากการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา 58
รูปที่ 20 ภาพอุปกรณ์ในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ 60
รูปที่ 21 เครื่องดนตรีดิดเจอริดู 63

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 22 กรอบแนวคิดในการวิจัย 67

รูปที่ 23 ขั้นตอนการดำเนินวิจัย..... 82

รูปที่ 24 แผนภาพ CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) ของการวิจัย .. 83

รูปที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลไขมัน ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 92

รูปที่ 26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นไขมัน ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)..... 92

รูปที่ 27 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON).... 93

รูปที่ 28 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON).... 93

รูปที่ 29 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะการหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้น 2 ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON).... 96

รูปที่ 30 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะการหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้น 3 ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม(CON) 96

รูปที่ 31 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)..... 97

รูปที่ 32 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะหลับที่ไม่มีตากระตุก ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 97

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 33 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะหลับที่มีตากระตุก ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 98

รูปที่ 34 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะนอนหงาย ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)98

รูปที่ 35 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีหายใจแผ่ว ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 99

รูปที่ 36 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 107

รูปที่ 37 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (SOD) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 107

รูปที่ 38 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอินเตอร์ลิวคินวันรีเซ็ปเตอร์แอนตาโกนิสต์ (IL-1ra) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 108

รูปที่ 39 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอินเตอร์เฟอรอนอินดิวซ์โปรตีนเท็น (IP-10) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 108

รูปที่ 40 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 111

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 41 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)..... 111

รูปที่ 42 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด (PEF) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)..... 112

รูปที่ 43 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (MVV) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)..... 112

รูปที่ 44 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันหายใจเข้าสูงสุด (MIP) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)..... 114

รูปที่ 45 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันหายใจออกสูงสุด (MEP) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)..... 114

รูปที่ 46 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (FENO) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)..... 116

รูปที่ 47 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)..... 118

รูปที่ 48 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Excessive daytime sleepiness ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 124

รูปที่ 49 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Subjective daytime sleepiness ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 132

รูปที่ 50 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Sleep latency ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 132

รูปที่ 51 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Daytime dysfunction ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)..... 133

รูปที่ 52 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนนรวม Global sleep quality ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 133

รูปที่ 53 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน General productivityระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON).. 142

รูปที่ 54 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Activity level ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 142

..... รูปที่ 55 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Vigilance ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)..... 143

รูปที่ 56 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Intimate relationship and sexual activity ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 143

รูปที่ 57 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Total score ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 144

รูปที่ 58 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Physical function ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) .. 153

รูปที่ 59 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Role physical ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 153

รูปที่ 60 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Body pain ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 154

รูปที่ 61 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน General health ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 154

รูปที่ 62 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Social functioning ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) .. 155

รูปที่ 63 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Role emotional ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 155

รูปที่ 64 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Mental health ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) 156

รูปที่ 65 สรุปผลการวิจัยในภาพรวมระหว่างกายออกกำลังกายทั้ง 3 ประเภท 175

รูปที่ 66 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรองจริยธรรมการวิจัย 194

รูปที่ 67 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรองจริยธรรมการวิจัย 195
รูปที่ 68 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรองจริยธรรมการวิจัย 196
รูปที่ 69 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรองจริยธรรมการวิจัย 197
รูปที่ 70 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรอบจริยธรรมการวิจัย 198
รูปที่ 71 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรอบจริยธรรมการวิจัย 199
รูปที่ 72 การคำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยโปรแกรมจีพาวเวอร์ 200
รูปที่ 73 จดหมายเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒตรวจเครื่องมือวิจัย 202
รูปที่ 74 จดหมายเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒตรวจเครื่องมือวิจัย 203
รูปที่ 75 จดหมายเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒตรวจเครื่องมือวิจัย 204
รูปที่ 76 จดหมายเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒตรวจเครื่องมือวิจัย 205
รูปที่ 77 จดหมายเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒตรวจเครื่องมือวิจัย 206
รูปที่ 78 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบการนอนหลับ 234
รูปที่ 79 ตัวอย่างของข้อมูลที่ได้จากการทดสอบการนอนหลับ 235
รูปที่ 80 การใช้เครื่อง DXA 239
รูปที่ 81 การใช้งานเครื่องวัดสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก 240
รูปที่ 82 การใช้งานสไปโรมิเตอร์ 241
รูปที่ 83 การใช้งานเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ 243
รูปที่ 84 การทดสอบความสามารถทางแอโรบิก 245
รูปที่ 85 ตำแหน่งของผู้วิจัย และผู้ร่วมวิจัยในการทดสอบความสามารถทางแอโรบิก 247
รูปที่ 86 ใบประเมินความหนักของการออกกำลังกาย 249
รูปที่ 87 ใบประกาศนียบัตรรับรองการอบรมการทดสอบสมรรถภาพด้วยการออกกำลังกาย 252
รูปที่ 88 ตัวอย่างบันทึกการนอนหลับประจำวัน 253
รูปที่ 89 ตัวอย่างบันทึกการนอนหลับประจำวัน 254
รูปที่ 90 ตัวอย่างสมุดบันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ 255

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 91 ใบประกาศนียบัตรการอบรมการนวดหัวใจผายปอดและสำลักในผู้ใหญ่ เครื่องช็อกไฟฟ้าหัวใจอัตโนมัติ.....256

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (Obstructive sleep apnea; OSA) หมายถึง ภาวะที่มีการยุบตัวของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนต้นขณะหลับ ก่อให้เกิดการตีบแคบหรืออุดกั้นของทางเดินหายใจแม้จะใช้แรงในการหายใจเพิ่มขึ้น ทำให้ลมหายใจลดลงหรือขาดหายเป็นระยะ ๆ ทำให้เกิดจากการหายใจแผ่ว (Hypopnea) หรือการหยุดหายใจ (Apnea) มีผลทำให้ระดับออกซิเจนในเลือดลดลง ระดับคาร์บอนไดออกไซด์คั่งในเลือด นำไปสู่การกระตุ้นสมองให้ตื่นตัว (Arousal) เพื่อให้กล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนต้นกลับมาตึงตัวอีกครั้ง เหตุการณ์ดังกล่าวจะเกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ และเกิดซ้ำเป็นช่วงๆ ส่งผลให้ผู้ที่มีภาวะดังกล่าวไม่สามารถหลับได้ตามปกติ ผู้ป่วยจึงมักเกิดอาการคล้ายคนอดนอนแม้จะหลับอย่างเต็มที่ เมื่อตื่นนอนก็จะไม่รู้สึกสดชื่นหรือมึนศีรษะ มีอาการง่วงมากผิดปกติในช่วงกลางวัน อันก่อให้เกิดการลดลงของสมาธิ สมรรถภาพในการทำงานถดถอย รวมถึงความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากยานพาหนะ หรืออาชีพที่เกี่ยวกับเครื่องจักรกล หากไม่ได้รับการรักษาเป็นระยะเวลานานจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของร่างกาย เช่น ระบบหัวใจและหลอดเลือด เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจเต้นผิดปกติ โรคหลอดเลือดสมอง โรคอ้วน และโรคเบาหวาน เป็นต้น จากการศึกษาทางระบาดวิทยา (Epidemiology) ของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นพบว่า ถ้าใช้ค่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว (Apnea – hypopnea index; AHI) ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้บอกความรุนแรง (Severity) ของภาวะการหยุดหายใจหรือหายใจแผ่ว มากกว่า 5 ครั้งต่อชั่วโมง จะพบความชุก (Prevalence) ของภาวะนี้ในชาวตะวันตกสูงมากถึงร้อยละ 24 ในเพศชาย และร้อยละ 9 ในเพศหญิง สำหรับในประเทศไทยพบว่ามีความชุกร้อยละ 15.4 ในเพศชาย และร้อยละ 6.3 ในเพศหญิง แต่หากใช้เกณฑ์วินิจฉัยโดยดังกล่าวโดยใช้ความง่วงมากกว่าปกติในเวลากลางวัน (Excessive daytime sleepiness) ร่วมกับค่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วมากกว่า 5 ครั้งต่อชั่วโมง พบว่าความชุกของภาวะดังกล่าวของประชากรชายในประเทศแถบตะวันตก และประเทศไทยอยู่ที่ร้อยละ 4 และ 4.8 ตามลำดับ ในขณะที่ความชุกในประชากรหญิงในประเทศแถบตะวันตก และประเทศไทยอยู่ที่ร้อยละ 2 และ 1.9 ตามลำดับ (ณัฐพงษ์ เจียมจริยธรรม, 2561; คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล, 2562)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะทางเดินหายใจส่วนบนเป็นท่อกลวง รูปร่างยาวและไม่มีโครงสร้างที่แข็งแรงคอยพยุง ทำให้สามารถเกิดการยุบตัวได้ง่าย (Collapsible tube) ตั้งอยู่ระหว่างโพรงจมูก และกล่องเสียง ซึ่งเป็นท่อที่ไม่สามารถยุบตัวได้ (Non-collapsible tube) ทั้งสองฝั่ง โดยสามารถอธิบายคุณลักษณะได้ด้วยแบบจำลองตัวต้านทานสตาร์ลิง (Starling resistor) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าแม้ค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าที่ตัดของทางเดินหายใจส่วนต้นในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นจะมีขนาดเล็กกว่าคนปกติอย่างมีนัยสำคัญ แต่ขนาดพื้นที่ของผู้ป่วยกับคนปกติยังมีความสัมพันธ์กันอยู่มาก เนื่องจากในผู้ที่มีพื้นที่หน้าตัดของทางเดินหายใจส่วนต้นเล็กบางคนสามารถหายใจได้ตามปกติ ในทางกลับกัน ผู้ที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของทางเดินหายใจส่วนต้นปกติก็พบการหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น จากการศึกษาดังกล่าวทำให้พบปัจจัยทางสรีรวิทยาที่สำคัญทำให้เกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ได้แก่ ประสิทธิภาพของกลไกการขยายของคอหอยที่ลดลง (Functional impairments) โดยความบกพร่องในการทำงานอาจจะเกิดได้จากปัจจัยเดียว หรือหลายปัจจัยร่วมกัน ปัจจัยแรก ได้แก่ การลดลงของการทำงานของกล้ามเนื้อถ่างขยายทางเดินหายใจส่วนบน (Ineffective upper airway dilator muscles) โดยเฉพาะกล้ามเนื้อเจนิโอกลอสซัส (Genioglossus) โดยในขณะที่ร่างกายตื่น กล้ามเนื้อบริเวณดังกล่าวจะมีความตึงตัวโดยการสั่งการจากศูนย์หายใจ (Respiratory center) ที่บริเวณก้านสมอง (Brain stem) ส่งกระแสประสาทมาตามวิถี (Pathway) เพื่อควบคุมการหดตัวระหว่างกล้ามเนื้อเนื้อขยายทางเดินส่วนบนและกล้ามเนื้อกะบังลม (Diaphragm) ให้สัมพันธ์กัน อย่างไรก็ตาม เมื่อร่างกายเข้าสู่การหลับ กลไกต่าง ๆ เหล่านี้จะลดลง ทำให้แรงขยายและความกว้างของทางเดินหายใจส่วนลดลง ปัจจัยที่สองได้แก่ ภาวะตอบสนองเกินของระบบควบคุมหายใจ (High loop gain) ซึ่งผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นที่มีภาวะเลือดมีคาร์บอนไดออกไซด์เกินและขาด (Hypercapnia – hypocapnia) อาจมีการตอบสนองของร่างกายด้วยการเพิ่มหรือลดปริมาตรหายใจในหนึ่งในที (Minute ventilation) อย่างรวดเร็วและรุนแรงเกินกว่าที่ควรจะเป็น ทำให้การหายใจไม่สม่ำเสมอและตามมาด้วยการหยุดหายใจ (Apnea) และปัจจัยที่สาม ได้แก่ การมีระดับกั้นการตื่นตัวของสมองต่ำ (Low arousal threshold) เมื่อร่างกายพยายามหายใจ (Respiratory effort) โดยสมองจะส่งสัญญาณกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle) ให้แรงขึ้นเพื่อเอาชนะแรงต้านของทางเดินหายใจ ทำให้ผู้ป่วยตื่นง่ายและตื่นบ่อยกว่าปกติ ทำให้รู้สึกหลับไม่สนิท นอกจากนี้ หากผู้ป่วยมีโครงสร้างทางกายวิภาค (Anatomical structure) ที่เกิดจากความไม่สมดุลระหว่างโครงสร้างกระดูกกะโหลกใบหน้าและปริมาณเนื้อเยื่ออ่อน (Craniofacial disharmony) เช่น โครงสร้างกระดูกเล็ก (Small bony

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

structure) ปริมาณเนื้อเยื่ออ่อนที่มีมาก (Large soft tissue) เช่น ไขมัน กล้ามเนื้อ และอวัยวะรอบทางเดินหายใจส่วนบนมีเพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันภายนอกท่อ (Extraluminal pressure) ของคอหอยเพิ่มมากขึ้น โดยจะพบว่าแรงโน้มถ่วง (Gravity) ที่เกิดขึ้นในขณะผู้ป่วยอยู่ในท่านอนหงาย ดึงให้ลิ้น (Tongue) เพดานอ่อน (Soft palate) และเนื้อเยื่ออื่น ๆ ของทางเดินหายใจตกลงไปด้านหลัง ก่อให้เกิดการอุดกั้นของทางเดินหายใจหรือมีทั้งสองรูปแบบรวมกันก็ทำให้เกิดการตีบตันของทางเดินหายใจส่วนต้นได้เช่นกัน จะเห็นได้ว่าผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นนั้นเกิดจากความผิดปกติของปัจจัยหลายอย่างรวมกัน (Multifactor disease) (ณัฐพงษ์ เจียมจริยธรรม, 2561; คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล, 2562)

การอุดกั้นของทางเดินหายใจทำให้เกิดภาวะการขาดออกซิเจนเป็นช่วงๆ (Intermittent hypoxia) ซึ่งนับเป็นอาการที่สำคัญที่สุด (Hallmark manifestation) (Prabhakar et al., 2020) ภาวะดังกล่าวทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระ (Free radicals หรือ Oxidants) จำพวกอนุพันธุ์ออกซิเจนที่ว่องไว (Reactive oxygen species; ROS) ปริมาณมาก ร่วมกับการลดลงของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ทำให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) และการเพิ่มขึ้นและลดลงของสารชีวเคมีดังกล่าวทำให้เกิดการรบกวนแคโรทิด บอดี้ (Carotid body) จึงทำให้แคโรทิด บอดี้ส่งสัญญาณไปยังบริเวณกลุ่มเซลล์ประสาทในก้านสมอง (Nucleus Tractus Solitarius, NTS) ส่วนเมดดัลลา (Medulla) ทำให้เกิดการเพิ่มอัตราการหายใจ (Respiratory rate) และการหลั่งฮอร์โมนแคทิโคลามีน (Catecholamine) ส่งผลให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือด (Vasoconstriction) และนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตและชีพจรขณะหลับ การหยุดหายใจขณะหลับเป็นช่วงตามด้วยการกระตุ้นสมองให้ตื่นตัวนั้นจะเกิดเป็นเป็นวงจรตลอดทั้งคืนเสมือนมีการตื่นอยู่บ่อย ๆ (Sleep fragmentation) ทำให้มีความง่วงนอนเกิดขึ้นมากในตอนกลางวัน ซึ่งทุกครั้งที่มีการตื่นตัวของสมองจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของระบบประสาทอัตโนมัติ (Sympathetic surge) การคั่งของคาร์บอนไดออกไซด์ (Hypercapnia) ทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระ (Free radical) และไซโตไคน์ (Cytokines) ที่ทำให้เกิดการอักเสบ (Inflammation) เพิ่มขึ้น เช่น อินเตอร์ลิวคิน - ซิกซ์ (Interleukin-6; IL-6) ทูเมอร์ เนโครซิส แฟคเตอร์ อัลฟ่า (Tumor necrosis factor–alpha; TNF-α) เป็นต้น ส่งผลให้เซลล์บุผิวหลอดเลือดทำงานผิดปกติ (Endothelial dysfunction) ซึ่งเป็นปัจจัยของการเกิดโรคทางระบบหัวใจและหลอดเลือดรวมไปถึงสมอง นอกจากนี้ จากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นที่มีภาวะการขาดออกซิเจนเป็นช่วงเป็นเวลานานยังส่งผลต่อทางเดินหายใจส่วนล่าง (Lower airway) โดยพบว่าผู้ป่วยมีค่าสัดส่วนไนตริกออกไซด์ในลมหายใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ออก (Fraction exhaled nitric oxide) เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงถึงการอักเสบภายในทางเดินหายใจ (Bronchial inflammation) (Zhang et al., 2017; Rouatbi et al., 2019) และส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพปอด (Pulmonary function) (Parmaksız et al., 2016; Bikov et al., 2017; Giannadaki et al., 2021) และยังมีการศึกษาพบว่าในผู้ป่วยที่เป็นโรคภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นมาเป็นระยะเวลานาน กล้ามเนื้อกะบังลม (Diaphragm) และกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง (Intercostal muscles) จะมีประสิทธิภาพทำงานลดลง (Chien et al., 2010) เนื่องจากมีสารอนุมูลอิสระภายในกล้ามเนื้อหายใจที่มากขึ้นเมื่อเทียบกับบุคคลปกติที่มีสุขภาพดี (Barreiro et al., 2007)

ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นสามารถแบ่งอาการได้ 2 ส่วนคือ อาการที่เกิดขึ้นในเวลากลางคืน เช่น การนอนกรน (Snoring) อาการหยุดหายใจที่มีผู้สังเกตได้ (Witnessed apnea) และอาการที่เกิดขึ้นในเวลากลางวัน เช่น อาการง่วงนอนมากผิดปกติในเวลากลางวัน การขาดสมาธิ สำหรับการตรวจร่างกายนั้นมักพบว่าปกติ อาจจะพบว่าผู้ป่วยมีน้ำหนักมากกว่าปกติหรืออ้วน หรือพบความดันโลหิตสูง เส้นรอบคอ (Neck circumference) มากกว่าปกติ รวมถึงผลตรวจทางห้องปฏิบัติการมักไม่จำเพาะเจาะจง (คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล, 2562) วิธีการตรวจเฉพาะเพื่อวินิจฉัย ได้แก่ การตรวจการนอนหลับ (Polysomnography; PSG) ซึ่งการตรวจการนอนหลับมีหลากหลายรูปแบบ แต่ที่เป็นมาตรฐาน ได้แก่ การตรวจการนอนหลับชนิดที่ 1 ประกอบด้วยการวัดคลื่นสมอง (Electroencephalogram; EEG) คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram; ECG) คลื่นไฟฟ้าลูกตา (Electrooculogram; EOG) คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อบริเวณคาง (Chin electromyogram; EMG) ลมหายใจ (Airflow) การขยับเคลื่อนไหวของทรวงอกและท้อง (Chest & abdominal movement) ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturation) ท่าทางการนอน (Body position) คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขา (Leg electromyography) ซึ่งจะมีเจ้าหน้าที่ตรวจเฝ้าการนอนหลับตลอดเวลา ประโยชน์ของการตรวจการนอนหลับคือสามารถบอกความรุนแรงของโรคได้ โดยอาศัยค่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว (Apnea – hypopnea index; AHI) สามารถแบ่งความรุนแรงของโรคได้ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับรุนแรงน้อย (Mild) คือมีค่าดัชนีดังกล่าว ตั้งแต่ 5 แต่ไม่เกิน 15 ครั้งต่อชั่วโมง ระดับปานหลาง (Moderate) คือมีค่าดัชนีดังกล่าว ตั้งแต่ 15 แต่ไม่เกิน 30 ครั้งต่อชั่วโมง และระดับรุนแรงมาก (Severe) คือมีค่าดัชนีดังกล่าวตั้งแต่ 30 ครั้งขึ้นไปต่อชั่วโมง สำหรับการรักษาผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นจะแตกต่างกันไปเพราะสาเหตุที่นำให้ผู้ป่วยมาพบแพทย์นั้นต่างกัน แต่วัตถุประสงค์หลักในการรักษา ได้แก่ การแก้ไขอาการที่เกิดขึ้นในตอนกลางวันและกลางคืน รวมถึงการป้องกันโรคแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นได้โดยเฉพาะทางระบบหัวใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และหลอดเลือด การรักษาสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ การรักษาแบบประคับประคอง (Conservative treatment) โดยการให้คำแนะนำเพื่อให้ผู้ป่วยมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโรค สุขอนามัยในการนอนหลับ (Sleep hygiene) การลดน้ำหนักและการรักษาโรคอ้วน และการรักษาหลัก (Primary treatment) ได้แก่ การรักษาด้วยเครื่องอัดอากาศแรงดันบวก (Positive airway pressure; PAP) การใช้อุปกรณ์ในปาก (Oral appliance) และการรักษาด้วยการผ่าตัด ซึ่งส่วนใหญ่ผู้ป่วยมักได้รับการรักษาแบบประคับประคองควบคู่ไปกับการใช้เครื่องอัดอากาศแรงดันบวก (ณัฐพงษ์ เจียมจริยธรรม, 2561; คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล, 2562) อย่างไรก็ดี มีการศึกษาพบว่าในระยะยาวผู้ป่วยโรคดังกล่าวมีการใช้งาน (Adherence) ของการใช้เครื่องอัดอากาศแรงดันบวกที่ต่ำ และแม้ว่าการใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าวจะลดความรุนแรงของโรคได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่กล้ามเนื้อหายใจไม่ได้หดตัวและคลายตัวอย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้ภาวะเครียดออกซิเดชันและไม่ได้ทำให้ไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบลดลงได้ (Barreiro et al., 2007; Chien et al., 2010; Unüvar Doğan et al., 2014; Rotenberg et al., 2016; Maschauer et al.., 2017;)

สำหรับการศึกษาที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นนั้นส่วนใหญ่เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) ดังเช่น การศึกษาของ Kline et al. (2011) โดยให้ผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นออกกำลังกายโดยการวิ่งที่ระดับความหนัก 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง (Heart rate reserve; HRR) เป็นเวลา 4 วัน/สัปดาห์ โดยเวลารวม 150 นาที/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและดัชนีการพร่องออกซิเจนในเลือด (Oxygen desaturation index; ODI) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และในการศึกษาของ Sengul et al. (2011) ได้กำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายให้ผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นด้วยการวิ่งที่ระดับความหนักที่ 60-70% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption; VO_2max) โดยให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายวันละ 60-90 นาที 3วัน/สัปดาห์ พบว่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วลดลงและความสามารถทางแอโรบิก คุณภาพการหลับ และคุณภาพชีวิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้ Mendelson et al. (2016) ได้ทำการศึกษาโดยให้ผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นร่วมกับโรคหลอดเลือดโคโรนารี (Coronary artery disease) และผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากส่วนกลาง (Central sleep apnea; CSA) ออกกำลังกายด้วยการเดินที่ระดับความหนัก 60% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นเวลา 30 นาทีต่อวัน ทำการฝึก 5 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดของทางเดินหายใจส่วนบน (Upper airway cross sectional area) ซึ่งมีผลมาจากการลดลงของการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเหลวที่บริเวณขาตลอดคืน (Overnight change in leg fluid volume) จะเห็นได้ว่าการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกส่งผลดีต่อผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น โดยการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อถ่างขยายทางเดินหายใจส่วนบน การลดลงของของเหลวบริเวณลำคอ (Fluid accumulation in the neck) และการเพิ่มขึ้นของช่วงการหลับลึก (N_3 stage) (Vincent et al., 2002; Dworak et al., 2008; Andrade et al., 2016; Mendelson et al., 2016; Torres-Castro et al., 2021) ซึ่งกลไกดังกล่าวส่งผลให้ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วลดลง ส่งผลต่ออาการหยุดหายใจขณะหลับที่ลดลงตามไปด้วย

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาของ Karlsen et al. (2017) ทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นในลักษณะ [4x4] กล่าวคือออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง 4 นาที สลับกับช่วงความหนักต่ำ 4 นาที สลับกัน 4 รอบ (Cycle) ที่ความหนักร้อยละ 90 ถึง 95 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 4 นาทีสำหรับช่วงความหนักสูงสลับกับที่ความหนักร้อยละ 60 ถึง 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 3 นาที เป็นเวลา 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (High Intensity Interval Training; HIIT) คือการออกกำลังกายที่ประกอบไปด้วยช่วงความหนักสูง (ที่อัตราการเต้นของชีพจรสูงสุดร้อยละ 85 ขึ้นไป) ซึ่งระยะเวลาที่ช่วงความหนักสูงอยู่ที่ 15 วินาทีถึง 4 นาที และช่วงความหนักต่ำ (ที่อัตราการเต้นของชีพจรสูงสุดร้อยละ 60 ถึง 70) ซึ่งประโยชน์ของการออกกำลังกายรูปแบบดังกล่าว ได้แก่ สมรรถภาพทางแอโรบิกและแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้น ความแข็งของหลอดเลือดแดงใหญ่ (Arterial stiffness) ลดลง ความดันโลหิตดีขึ้น น้ำหนักตัวลดลง ลดการสะสมของไขมันภายในช่องท้อง เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength) การเพิ่มความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ (Antioxidant capacity) และเพิ่มคุณภาพการหลับ (Sleep quality) เป็นต้น (สรวิศ ลาภธนชัย, 2562; Dunham & Harms, 2012; MacInnis & Gibala, 2017; Torma et al., 2019; Min et al., 2021; Sabag et al., 2021) โดยจุดเด่นของการออกกำลังกายรูปแบบดังกล่าวคือการใช้เวลาที่สั้นและได้ประโยชน์ที่เหนือกว่า (Superior) การออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักปานกลางต่อเนื่อง (Moderate intensity continuous training) (Gomes-Neto et al., 2017; Taylor et al., 2019; Gripp et al., 2021) นอกจากนี้การออกกำลังกายในรูปแบบดังกล่าวมีจุดเด่นในการเพิ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสามารถของไมโทคอนเดรียผ่านกระบวนการไมโทคอนเดีย ไบโอเจเนซิส (Mitochondria biogenesis) แสดงได้จากการสร้างสารเพอร็อกซิโซม โพรลิเฟอเรเตอร์-แอคทิเวเดต รีเซ็ปเตอร์ เกมมา โคแอคทิเวเตอร์ วัน-อัลฟา (Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha) หรือพีจีซีวัน-อัลฟา (PGC-1α) โดยสารดังกล่าวนอกจากทำให้ไมโทคอนเดียมีการทำงานที่ดีขึ้น และทำให้เกิดการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (Endogenous antioxidant system) เช่น ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (Superoxide dismutase; SOD) สูงขึ้น แม้ว่าการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในปัจจุบันยังไม่มีแนวปฏิบัติ (Guidelines) ที่แน่ชัด อย่างไรก็ดี Taylor et al. (2019) ได้กำหนดแนวทางสำหรับแนวปฏิบัติการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในบุคคลกลุ่มคลินิก (Clinical population) โดยใช้อัตราการเต้นหัวใจสูงสุดร่วมกับตารางประเมินความหนักของการออกกำลังกาย (Brog Rating of perceived exertion; RPE) ซึ่งอ้างอิงจากโปรแกรมปฏิบัติการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดโคโรนารี (Coronary artery disease) และผู้ป่วยโรคหัวใจล้มเหลว (Heart failure) (Rognmo et al., 2004; Wisløff et al., 2007) ร่วมกับคำแนะนำสำหรับการออกกำลังกายของวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาประเทศสหรัฐอเมริกา (American College of Sport Medicine; ACSM) นอกจากนี้ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงยังสามารถแบ่งออกเป็นการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ปริมาณการฝึกสูง (High volume – High intensity interval training; HT- HIIT) และการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ปริมาณการฝึกต่ำ (Low volume – High intensity interval training; LT- HIIT) โดยพิจารณาจากช่วงเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายที่ช่วงความสูง ซึ่งหากเวลาที่ใช้มากกว่า 15 นาที จะจัดว่าเป็นปริมาณการฝึกสูง (High volume) หากระยะเวลาที่ใช้ไม่เกิน 15 นาทีจะถือว่าเป็นปริมาณการฝึกต่ำ (Low volume) และการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ปริมาณการฝึกต่ำได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ปริมาณการฝึกสูง และยังได้ผลลัพธ์ที่เหนือกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักปานกลางต่อเนื่อง (Kiel et al., 2020; Sabag et al., 2021)

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle training) เป็นเทคนิคที่มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อหายใจผ่านการออกกำลังกายรูปแบบที่จำเพาะ (Specific exercise) เช่น การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (Inspiratory muscle strength training) โดยอาศัยอุปกรณ์ (Device) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จะเพิ่มความหนัก (Threshold loading device) เช่น อุปกรณ์ยี่ห้อเพาเวอร์บรีธ (POWERbreathe) ในการหายใจเข้าที่มีวัตถุประสงค์ในการฝึกกล้ามเนื้อกะบังลม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(Diaphragm) กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงด้านนอก (External intercostals muscle) และกล้ามเนื้อช่วยในการหายใจเข้า (Accessory inspiratory muscle) (McCornell, 2013) ที่ผ่านมามีการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น โดย Vranish et al. (2016) ได้ศึกษาการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นโดยใช้อุปกรณ์เพาเวอร์บรีธ ทำการฝึกที่ความหนักร้อยละ 75 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุด 30 ครั้งต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดเพิ่มขึ้น ระดับของนอร์อิพิเนฟรินในเลือด และความโลหิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ร่วมกับคะแนนคุณภาพการนอนหลับที่ดีขึ้น แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว นอกจากนี้ Souza et al. (2018) ได้ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นโดยใช้อุปกรณ์เพาเวอร์บรีธทำการฝึกที่ความหนักร้อยละ 50 - 60 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุด 90 ครั้งต่อวัน 7 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าคะแนนคุณภาพการนอนหลับดีขึ้น แต่ค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดในกลุ่มที่ฝึกกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อีกทั้ง Lin et al. (2020) ได้ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าโดยใช้อุปกรณ์ Resistive inspiratory device ร่วมกับการใช้เทคนิคการหายใจแบบใช้กะบังลม (Diaphragmatic breathing) โดยมีความหนักร้อยละ 75 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุด (Maximal inspiratory pressure; MIP) ทำการฝึก 30 – 45 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพการหลับ (Sleep quality) และคะแนนของความง่วงเกินปกติในเวลากลางวันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ Nóbrega-Júnior et al. (2020) ได้ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยที่มีภาวะดังกล่าวโดยใช้อุปกรณ์เพาเวอร์บรีธที่ความหนัก 50 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1-2 แล้วเพิ่มเป็นร้อยละ 60 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3-4 แล้วเพิ่มเป็นร้อยละ 75 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5-8 ทำการฝึก 30 ลมหายใจ/เซต 3 เซต/ครั้ง 2 ครั้ง/วัน ฝึก 7 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและคะแนนของความง่วงเกินปกติในเวลากลางวันลดลง และคุณภาพของการหลับ และค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การฝึกกล้ามเนื้อหายใจยังใช้เป็นการฝึกเสริมหรือเพิ่มเติมจากการฝึกหลักดังที่พบในนักกีฬา (Lemaitre et al., 2013; Mackała et al., 2019) และในผู้ป่วยโรคหัวใจอีกด้วย (Azambuja et al., 2020)

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกส่งผลดีต่อระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจ และภาวะเครียดออกซิเดชันซึ่งเห็นได้จากมีการเพิ่มขึ้นของสารต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มคุณภาพของการหลับ อาการซึ่งแสดงได้จากดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วที่ลดลง นอกจากนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจยังส่งผลดีต่อระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจซึ่งสะท้อนจากดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วของผู้ป่วยหลังจากฝึกลดลง แต่กลไกที่ส่งผลให้การออกกำลังกายลดระดับความรุนแรงนั้นมีหลายกลไกและยังไม่เป็นที่แน่ชัด และการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในผู้ป่วยภาวะดังกล่าวยังมีน้อย และยังไม่มีงานวิจัยใดที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายที่ส่งผลสารอนุมูลอิสระในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาถึงผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันที่มีต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ภาวะเครียดออกซิเดชัน พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับการหลับ สมรรถภาพปอด สารชีวเคมีในเลือด ความสามารถทางแอโรบิก และคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ผู้วิจัยคาดหวังว่าความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น และอาจใช้เป็นทางเลือกในการรักษานอกจากวิธีอื่น ๆ เพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน ได้แก่ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่มีต่อดัชนีหยุดหายใจและหายใจแผ่ว และภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

วัตถุประสงค์รอง

1. เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน ได้แก่ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่มีต่อการหลับ ไซโตไคน์ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การอักเสบภายในทางเดินหายใจ และความสามารถทางแอโรบิกในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

2. เพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ที่มีต่อดัชนีหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ภาวะเครียดออกซิเดชัน การหลับ ไซโตไคน์ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และความสามารถทางแอโรบิกในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

คำถามในการวิจัย

1. การฝึกออกกำลังกายในรูปแบบที่แตกต่างกัน ได้แก่ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ส่งผลอย่างไรต่อดัชนีหยุดหายใจและหายใจแผ่วในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

2. การฝึกออกกำลังกายในรูปแบบที่แตกต่างกัน ได้แก่ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ส่งผลอย่างไรต่อการหลับ ไซโตไคน์ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การอักเสบภายในทางเดินหายใจ ความสามารถทางแอโรบิก และคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

3. การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจส่งผลแตกต่างกันอย่างไรต่อดัชนีหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ภาวะเครียดออกซิเดชัน การหลับ ไซโตไคน์ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ความสามารถทางแอโรบิก และคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

สมมุติฐานของการวิจัย

1. การฝึกออกกำลังกายในรูปแบบที่แตกต่างกัน ได้แก่ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ส่งผลดีต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว และภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

2. การฝึกออกกำลังกายในรูปแบบที่แตกต่างกัน ได้แก่ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ส่งผลดีต่อการหลับ ไซโตไคน์ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ความสามารถทางแอโรบิก และคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

3. การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจส่งผลแตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ภาวะเครียดออกซิเดชัน การหลับ ไซไคน์ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถทางแอโรบิก และคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

กลุ่มตัวอย่าง คือผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น เพศชายและหญิงอายุ 20-50 ปี ที่เข้ารับการรักษาที่ศูนย์นิทราเวช โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ได้แก่

กลุ่มที่ 1 กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง

กลุ่มที่ 2 กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง

กลุ่มที่ 3 กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

กลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุม

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตัวแปรต้น คือ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

ตัวแปรด้านระดับความรุนแรง (Apnea severity variables) ได้แก่ ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว (Apnea-hypopnea index; AHI)

ตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress variables) ได้แก่ มาลอนไดอัลดีไฮด์ (Malondialdehyde, MDA) และซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (Superoxide dismutase; SOD)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรด้านการหลับ (Sleep variables) ได้แก่) เวลาหลับโดยรวม (Total sleep time; TST) ช่วงเวลาที่อยู่บนเตียงจนหลับ (Sleep latency; SL) ระยะเวลาที่ตื่นระหว่างคืนหลังจากหลับไปแล้ว (Wakefulness after sleep onset; WASO) ประสิทธิภาพของการหลับ (Sleep efficiency; SE) ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 1 (N_1) ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 2 (N_2) ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 (N_3) ระยะหลับที่มีตากระตุก (REM stage) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว (AHI) ค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะหลับที่ไม่มีตากระตุก (NREM AHI) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะนอนหงาย (Supine AHI) ดัชนีการหยุดหายใจ (Apnea index) ดัชนีการหายใจแผ่ว (Hypopnea index) ความอิ่มตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดแดง (Oxygen saturation; SpO_2) ความอิ่มตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงที่ระดับต่ำสุด (Nadir O_2)

แบบทดสอบระดับความง่วงนอนเว็บเวิร์ธ (Epworth Sleepiness Scale; ESS) และแบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI) และแบบสอบถาม Functional outcomes of sleep questionnaire-30 (FOSQ-30)

ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด (Pulmonary function variable) ได้แก่ ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory volume in one second; FEV1) ร้อยละของปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1/FVC %) ค่าเฉลี่ยของอัตราการเป่าในช่วงความจุร้อยละ 25 ถึงร้อยละ 75 ของค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory flow rates at 25% to 75% of the forced vital capacity; FEF25%-75%) และปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (Maximum voluntary ventilation; MVV)

ตัวแปรด้านการอักเสบภายในทางเดินหายใจ (Bronchial inflammation variable) ได้แก่ สัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Fraction exhaled nitric oxide; FENO)

ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength variables) ได้แก่ แรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximal inspiratory pressure; MIP) และแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximal expiratory pressure; MEP)

ตัวแปรด้านไซโตไคน์ (Cytokine variables) ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินวันเบต้า (Interleukin-1β; IL-1β)อินเตอร์ลิวคินซิกซ์ (Interleukin-6; IL-6) ทูเมอร์เนโครซิสแฟคเตอร์อัลฟ่า (Tumor necrosis factor–alpha; TNF-α) อินเตอร์ลิวคินวันรีเซ็ปเตอร์แอนตาโกนิส (Interleukin-1 receptor antagonist; IL-1ra) อินเตอร์ลิวคินเท็น (Interleukin-10; IL-10)

ตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก (Aerobic capacity variables) ได้แก่ การทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption) ประเมินโดยการทดสอบบรูซ แรมพ์ โปรโตคอล (Bruce ramp protocol exercise testing)

ตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต (Quality of life variable) ได้แก่ แบบสอบถามเอสเอฟ-36 (SF-36 questionnaire)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขอบเขตด้านสถานที่

สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยและเก็บข้อมูล ได้แก่ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาและการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ชั้นที่ 10 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์นิทราเวช อาคารผู้ป่วยในพิเศษ 14 ชั้นที่ 5 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประมาณ 6 เดือน

คำจัดกัดความของการวิจัย

ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (Obstructive sleep apnea) หมายถึง โรคที่มีการยุบตัวของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนต้นขณะหลับ เกิดเป็นการหายใจแผ่ว (Hypopnea) หรือการหยุดหายใจ (Apnea) โดยอาการที่สำคัญของภาวะดังกล่าวนี้ คือ การขาดออกซิเจนเป็นช่วง ๆ (Intermittent hypoxia)

ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว (Apnea-hypopnea index) หมายถึง ดัชนีที่ระบุจำนวนครั้งที่ผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นเกิดการหยุดหายใจ (Apnea) หรือหายใจแผ่ว (Hypopnea) กี่ครั้งต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้บอกระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับน้อย (Mild) ระดับปานกลาง (Moderate) และระดับรุนแรง (Severe)

ความเครียดที่เกิดจากออกซิเดชัน (Oxidative stress) หมายถึง ภาวะที่ร่างกายมีการอนุมูลอิสระ (Oxidant) มากกว่าสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) จนนำไปสู่การเกิดพยาธิสภาพของโรคต่าง ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรด้านการหลับ (Sleep variables) หมายถึง ตัวแปรที่ได้จากการตรวจการนอนหลับ (Polysomnography, sleep test) ประเภทที่ 1 โดยทำการตรวจดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว (Apnea-hypopnea index) เวลาหลับโดยรวม (Total sleep time; TST) ช่วงเวลาที่อยู่บนเตียงจนหลับ (Sleep latency; SL) ระยะเวลาที่ตื่นระหว่างคืนหลังจากหลับไปแล้ว (Wakefulness after sleep onset; WASO) ประสิทธิภาพของการหลับ (Sleep efficiency; SE) ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 1 (N_1) ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 2 (N_2) ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 (N_3) ระยะหลับที่มีตากระตุก (REM stage) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว (AHI) ค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะหลับที่ไม่มีตากระตุก (NREM AHI) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะนอนหงาย (Supine AHI) ดัชนีการหยุดหายใจ (Apnea index) ดัชนีการหายใจแผ่ว (Hypopnea

index) ความอิ่มตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดแดง (Oxygen saturation; SpO_2) ความอิ่มตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงที่ระดับต่ำสุด (Nadir O_2)และการทำแบบสอบถาม ได้แก่ แบบทดสอบระดับความง่วงนอนเว็บเวิร์ธ (Epworth Sleepiness Scale; ESS) แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI) และแบบสอบถาม Functional outcomes of sleep questionnaire-30 (FOSQ-30)

การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (High intensity interval training) หมายถึง การออกกำลังกายที่มีการสลับช่วงหนักเบาทุก 2 นาที เป็นเวลา 7 รอบ โดยช่วงหนักจะอยู่ที่ 70% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption; VO_2peak) และช่วงเบาที่อยู่ที่ 50% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

สมรรถภาพปอด (Pulmonary function) หมายถึง การตรวจวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าและหายใจออกจากปอดโดยใช้สไปโรมิเตอร์ (Spirometer) เป็นเครื่องมือวัด โดยจะทำการวัดค่าปริมาตรสูงสุดในการของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ค่าเฉลี่ยที่ปริมาตรอากาศที่หายใจออกใน 1 วินาที (Forced expiratory volume in one second; FEV_1) ค่าร้อยละของปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1/FVC %) ค่าอัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด (Peak Expiratory Flow Rate; PEFR) ค่าเฉลี่ยของอัตราการเป่าช่วงความจุร้อยละ 25 ถึงร้อยละ 75 ของค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory flow rates at 25% to 75% of vital capacity; $FEF_{25\%-75\%}$) และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (Maximum voluntary ventilation; MVV)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

การอักเสบภายในทางเดินหายใจ (Bronchial inflammation) หมายถึง ค่าที่ได้จากการตรวจวัดสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Fraction exhaled nitric oxide)

ไซโตไคน์ (Cytokine) หมายถึง หมายถึง สารจำพวกโปรตีนที่เป็นตัวกลาง (Mediator) ในการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน โดยแบงเป็นไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินวันเบต้า (IL-1β) อินเตอร์ลิวคินซิกซ์ (IL-6) ทูเมอร์ เนโครซิสแฟคเตอร์อัลฟ่า (TNF-α) และไซโตไคน์ที่เกี่ยวของกับการต้านการอักเสบ ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินวันรีเซ็ปเตอร์แอนตาโกนิส (IL-1ra) อินเตอร์ลิวคินเท็น (IL-10)

ความสามารถทางแอโรบิก (Aerobic capacity) หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจน ซึ่งร่างกายต้องใช้ในการปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาที่ใช้ออกซิเจน 3-4 นาทีขึ้นไป

แบบทดสอบระดับความง่วงนอนเว็บเวิร์ธ (Epworth Sleepiness Scale; ESS) หมายถึง แบบสอบถามสำหรับประเมินความง่วงนอน หรือโอกาสในการผล็อยหลับในช่วงเวลากลางวันในสถานการณ์ต่าง ๆ มี 8 ข้อ

แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI) หมายถึง แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับ 7 องค์ประกอบในช่วงเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา แบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 เป็นการประเมินตนเอง จำนวน 19 ข้อ และส่วนที่ 2 ประเมินโดยผู้ที่นอนในห้องเดียวกัน จำนวน 5 ข้อ

แบบสอบถาม Functional outcomes of sleep questionnaire-30 (FOSQ-30) หมายถึง แบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับความเหนื่อยล้า (Fatigue) ในการทำกิจวัตรประจำวันทั้ง 5 องค์ประกอบที่เกิดขึ้นจากความง่วงนอน จำนวน 30 ข้อ

แบบสอบถาม Short form-36 (SF-36) หมายถึง แบบสอบถามที่เกี่ยวกับสุขภาพ แบ่งออกเป็น 8 องค์ประกอบ จำนวน 36 ข้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่างๆ จากหนังสือ วารสาร เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศโดยนาเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

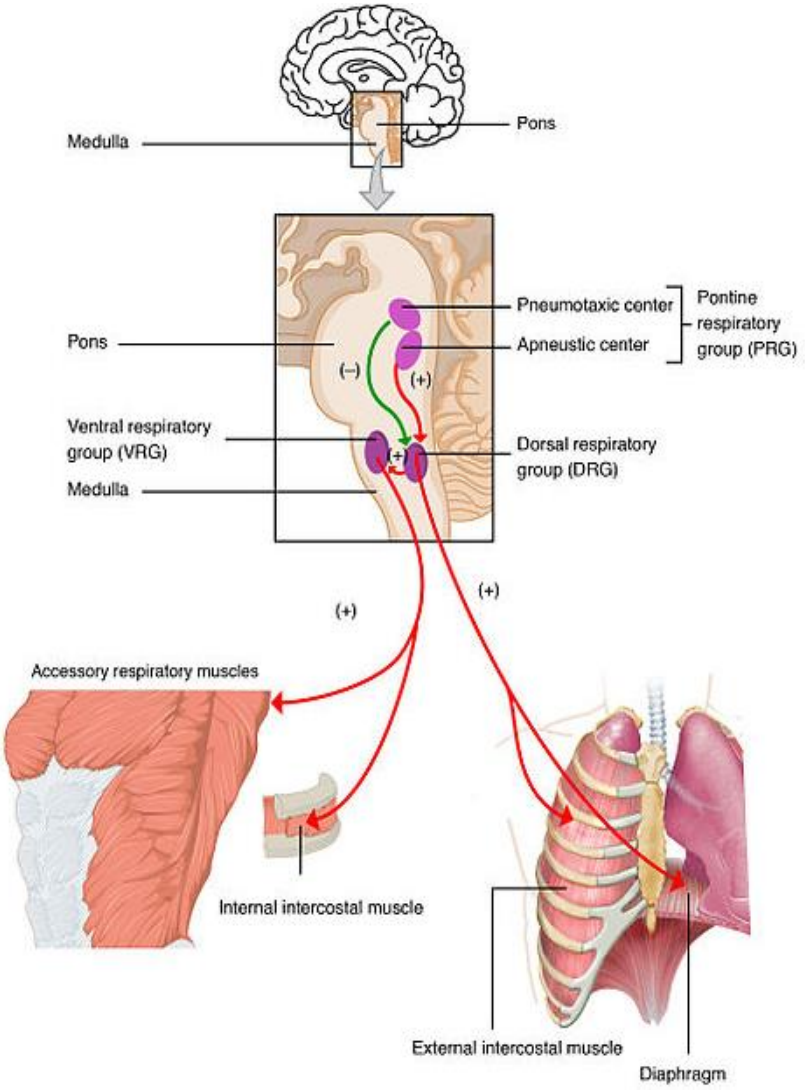
1. สรีรวิทยาของระบบหายใจขณะหลับ
    - 1.1 กลไกควบคุมการหายใจ
    - 1.2 กลไกควบคุมการหายใจขณะหลับ
    - 1.3 สรีรวิทยาของทางเดินหายใจขณะหลับ
2. ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น
    - 2.1 พยาธิกำเนิดของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น
    - 2.2 พยาธิสรีรวิทยาของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น
    - 2.3 ลักษณะทางคลินิก
    - 2.4 เกณฑ์การวินิจฉัยและการแบ่งระดับความรุนแรง
    - 2.5 การทดสอบการนอนหลับในห้องปฏิบัติการ
    - 2.6 หลักการและแนวทางการรักษา
    - 2.7 สารอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระกับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น
    - 2.8 ไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น
    - 2.9 การออกกำลังกายกับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น
3. การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง
    - 3.1 ลักษณะของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง
    - 3.2 การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น
4. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ
    - 4.1 การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า
    - 4.2 การฝึกกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
    - 5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. **สรีรวิทยาของระบบหายใจขณะหลับ**

1.1 กลไกควบคุมการหายใจ (ณัฐพงษ์ เจียมจริยธรรม 2561)

ระบบหายใจ (Respiratory system) ประกอบด้วยการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ปอด (Perfusion) และการระบายอากาศเข้าออกปอด (Ventilation) โดยอาศัยการทำงานของระบบระบายอากาศ (Ventilatory pump) ซึ่งทำหน้าที่นำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายและขับคาร์บอนไดออกไซด์ออก นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญในการควบคุมสมดุลกรด-ด่างของร่างกาย



รูปที่ 1 สมองและการควบคุมการหายใจ

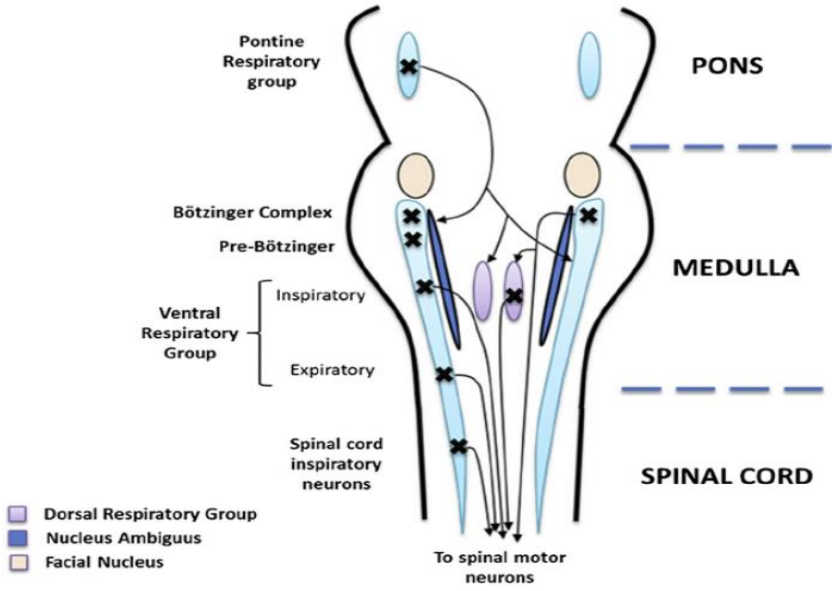
ที่มา: https://teachmephysiology.com/respiratory-system/regulation/neural-control-ventilation/

กลไกควบคุมการหายใจอาศัยการควบคุมแบบล่วงหน้า (Feedforward control) และกลไกควบคุมแบบย้อนกลับ (Feedback control) โดยผ่าน 3 องค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1. การควบคุมจากสมองส่วนกลาง (Central control) ส่งสัญญาณผ่านไขสันหลังผ่าน reticulospinal tracts ซึ่งทั้งหมดจะส่งต่อไปยังสัญญาณไปที่ anterior horn cells ในบริเวณที่เชื่อมต่อกับกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscles) ต่อไป มี 2 ส่วน ได้แก่

1.1 การควบคุมจากสมองส่วน limbic system และ motor cortex เป็นส่วนสำคัญในการกำหนดการหายใจตามอารมณ์และตามความตั้งใจ (Voluntary respiratory control system) เป็นลักษณะควบคุมการหายใจโดยอาศัยกลไกแบบควบคุมล่วงหน้า การควบคุมการหายใจประเภทนี้สามารถกระทำได้โดยไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของกรด-เบสในร่างกายได้ แต่การทำงานจะลดลงในขณะหลับ

1.2 การควบคุมจากก้านสมองส่วน pons และ medulla เป็นส่วนสำคัญในการกำหนดการหายใจแบบอัติโนมัติ (Autonomic respiratory control system) หรือการหายใจตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical information) หรือเชิงกล (Mechanical information) เป็นลักษณะควบคุมการหายใจโดยอาศัยกลไกแบบควบคุมย้อนกลับ มีความสำคัญมากในการควบคุมหายใจทั้งขณะตื่นหรือหลับ โดยเฉพาะขณะหลับซึ่ง Voluntary respiratory control system ทำงานน้อยลงหรือหยุดทำงาน ทำให้ระบบนี้เป็นเพียงระบบเดียวที่ยังเกิดขึ้นอยู่ขณะหลับ



รูปที่ 2 ก้านสมองและการควบคุมการหายใจ

ที่มา: https://www.researchgate.net/publication/264312906_Sleep_and_Respiratory_Physiology_in_Adults

1.2.1 Dorsal respiratory group (DRG) ประกอบด้วย Nucleus tractus solitaries มีความสำคัญกับระบบควบคุมการทำงานของหัวใจและการหายใจโดยเฉพาะการหายใจเข้า รับสัญญาณมาจากเส้นประสาท phenic vagus และ glossopharyngeal และส่งสัญญาณต่อไปยังส่วนควบคุมจากก้านสมองอื่น ๆ นอกจากนี้ยังส่งสัญญาณเซลล์ประสาทที่ไขสันหลังที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อกระบังลม (Diaphragm) และกล้ามเนื้อหายใจเข้า (Inspiratory muscles)

1.2.2 Ventral respiratory group (VRG) ประกอบด้วย ประกอบด้วย pre-Botzinger complex, nucleus ambigus และ nucleus retroambiguus มีส่วนสำคัญในการควบคุมจังหวะการหายใจ (Respiratory rhythmicity) ส่งสัญญาณไปยังเซลล์ประสาทที่ควบคุมกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออก (Expiratory muscles) นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญในการช่วยให้ทางเดินหายใจส่วนบนไม่เกิดการอุดกั้น

1.2.3 Pontine respiratory group (PRG) ประกอบด้วย nucleus parabrachialis medialis และ Kolliker-Fuse (KF) nucleus มีส่วนสำคัญในการควบคุมความถี่ในการหายใจ หากเซลล์ประสาทส่วนนี้ถูกกระตุ้นทำให้มีการยับยั้งเซลล์ประสาทใน DRG ทำให้ระยะเวลาหายใจเข้า (Inspiratory time) ลดลง เกิดการเปลี่ยนแปลงของช่วงการหายใจเข้าและออก (Inspiratory-expiratory phase transition) ทำให้อัตราการหายใจ (Respiratory rate) เพิ่มขึ้น

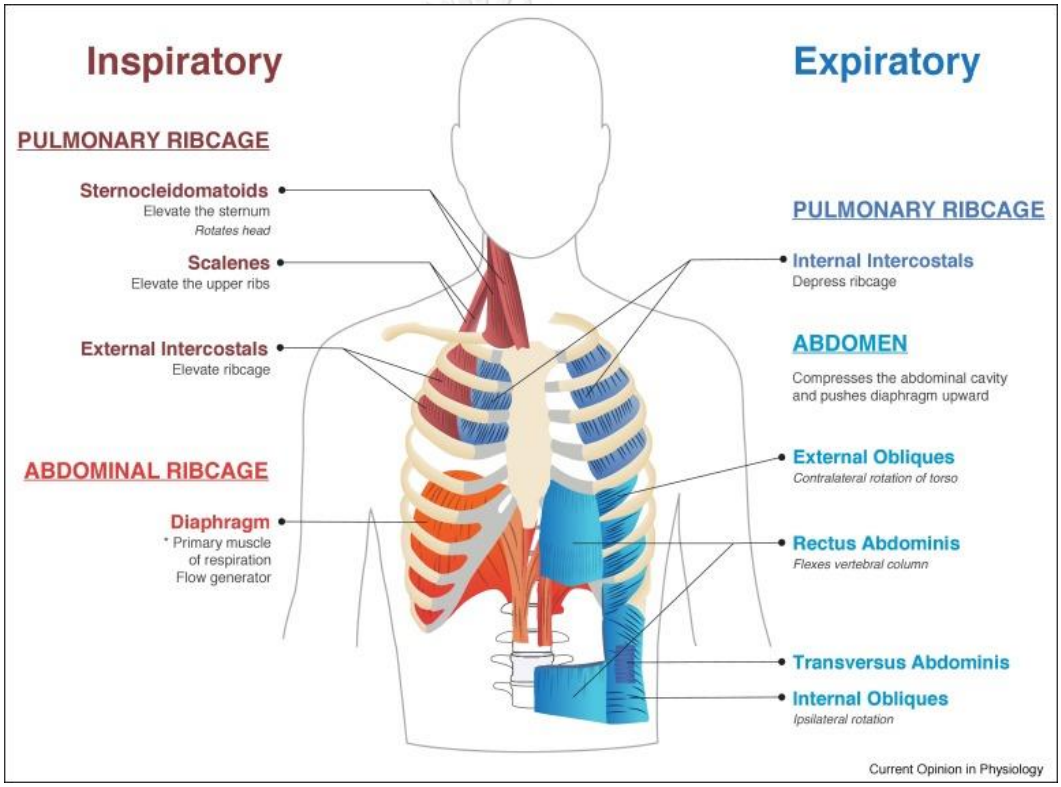
2. อวัยวะสำแดงผล (Effectors) ในระบบควบคุมการหายใจ ประกอบด้วย

2.1 ไขสันหลัง (Spinal cords) เชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุมการหายใจจากสมองส่วนกลางกับกล้ามเนื้อหายใจ มีหน้าที่ควบคุมให้กล้ามเนื้อหายใจเข้าทำงานสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อหายใจออก

2.2 กล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscles) แบ่งออกเป็น กล้ามเนื้อหลักที่ใช้ในการหายใจเข้า หรือกะบังลม (Diaphragm) ซึ่งทำหน้าที่มากกว่าร้อยละ 70 ของปริมาณหายใจ (Tidal volume) ในสภาวะปกติ กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงด้านนอก (External intercostal muscle) และกล้ามเนื้อช่วยในการหายใจ (Accessory respiratory muscles) ได้แก่ scalene และ sternocleidomastoid ในส่วนของกล้ามเนื้อท้อง (Abdominal muscles) โดยปกติมีหน้าที่ช่วยในการหายใจออกจนสุด แต่ยังมีส่วนในการหายใจเข้าในขณะที่การหายใจเข้าเกิดหลังจากการาหายใจออกจนปริมาตรของอากาศเหลือน้อยกว่าความจุปอดเหลือค้าง (Functional residual capacity; FRC) โดยปกติการหายใจออกไม่ใช่พลังงาน (Passive process) โดยอาศัยการคลายตัวของกล้ามเนื้อหายใจเข้าทำให้ผนังช่องอกยุบตัว เกิดแรงดีดกลับ (Recoil pressure) ของถุงลม (Alveoli) หากต้องการหายใจออกให้สุดถึงปริมาตรตกค้าง (Residual volume; RV) จะต้องใช้กล้ามเนื้อหายใจออก

ร่วมด้วย ได้แก่ กล้ามเนื้อท้อง กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงภายใน (Internal intercostal muscle) ทั้งนี้ กล้ามเนื้อหายใจจะได้รับสัญญาณผ่านทางไขสันหลัง หลังจากที่หายใจแล้วจะมีสัญญาณป้อนกลับจากกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจไปยังก้านสมอง

นอกจากนี้ ยังมีกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบน (Upper airway muscles) ที่มีความสำคัญ ได้แก่ กล้ามเนื้อที่ใช้กางกล่องเสียง กล้ามเนื้อใช้ยกเพดานปาก (Palatial elevators) กล้ามเนื้อที่ช่วยเคลื่อนไหวลิ้น เช่น genioglossus geniohyoid และจมูก (Alae nasi) ซึ่งช่วยพยุงทางเดินหายใจไม่ให้ตีบตันเพื่อให้อากาศเข้าออกปอดได้อย่างสะดวก



รูปที่ 3 กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ

ที่มา: https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S2468867319300835-gr1.jpg

3. ส่วนรับสัญญาณ (Sensors) เป็นส่วนที่รับสัญญาณ (Input) และส่งต่อไปที่ตัวควบคุมการหายใจที่สมองส่วนกลาง มีส่วนช่วยควบคุมการหายใจแบบไม่มีสิ่งรบกวน (Quiet breathing) สามารถจำแนกประเภทส่วนรับสัญญาณได้ดังนี้

3.1 ตัวรับสัญญาณเชิงเคมี (Chemoreceptors) ได้แก่

3.1.1 ตัวรับสัญญาณเชิงเคมีส่วนปลาย (Peripheral arterial chemoreceptors) ที่แครอทิด บอดี้ (Carotid body) และเอออร์ทิค บอดี้ (Aortic body) โดยทั้งสองตำแหน่งตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของความดันย่อยออกซิเจนในหลอดเลือดแดง (Partial pressure of oxygen in arterial blood; PaO_2) เป็นหลัก และส่งสัญญาณผ่านกระแสประสาท glossopharyngeal ไปที่สมองส่วนเมดัลลา ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการหายใจที่เรียกว่า การหายใจจอบสนองต่อภาวะพร่องออกซิเจน (Hypoxic ventilatory response) จะเกิดขึ้นเมื่อมีการลดลงของความดันย่อยออกซิเจนในเลือดแดงต่ำกว่า 60 มิลลิเมตรปรอท ขณะเดียวกันแครอทิด บอดี้ก็ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของความดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดง (Partial pressure of carbon dioxide in arterial blood; $PaCO_2$) เช่นกัน

3.1.2 ตัวรับสัญญาณเชิงเคมีส่วนกลาง (Central chemoreceptors) ที่เมดัลลาส่วน ventral surface ซึ่งตอบสนองต่อการแปลงของความเข้มข้นของไฮโดนเจนไอออน [H^+] ในน้ำไขสันหลัง หรือความดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงเป็นหลัก ทำให้เกิดการหายใจตอบสนองว่าภาวะคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดสูง (Hypercapnic ventilatory response)

3.2 ตัวรับสัญญาณเชิงกล (Mechanoreceptors) ได้แก่ ตัวรับสัญญาณที่บริเวณทางเดินหายใจ (Airway) เนื้อปอด (Lung parenchyma) และตัวรับสัญญาณในเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle spindles) หากมีการระคายเคือง การยืด-หด (Inflation-deflation) และการบวมของหลอดเลือด (Congestion of blood vessels) จะส่งสัญญาณทางเส้นประสาท vagus ไปที่สมองส่วนเมดัลลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความเสถียรของการควบคุมการหายใจ (Ventilatory control stability)

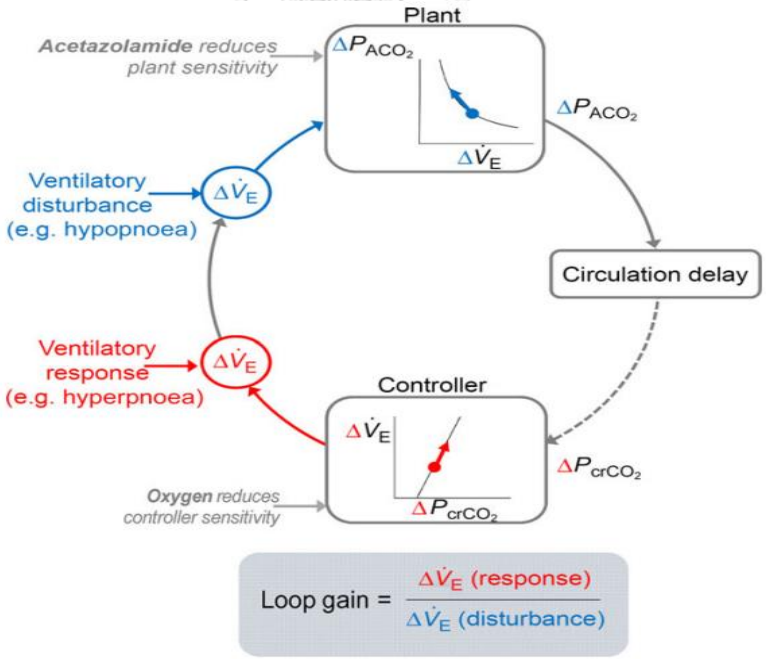
การควบคุมการหายใจมีจุดประสงค์เพื่อคงระดับวามดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงขณะตื่นให้คงที่ประมาณ 40 มิลลิเมตรปรอทโดยอาศัยกลไกต่าง ๆ ในการควบคุมการหายใจซึ่งจะทำงานประสานกันเป็นระบบ ทำให้เกิด วงจรการตอบสนอง (Loop gain) ทำให้เกิดความเสถียร ประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังนี้

1. ประสิทธิภาพในการจำกัดคาร์บอนไดออกไซด์โดยระบบการหายใจ เรียกว่า Plant gain

2. ระยะเวลาที่ระบบไหลเวียนโลหิต (Circulation) นำคาร์บอนไดออกไซด์จากหลอดเลือดปอดไปยังตัวรับสัญญาณทางเคมี เรียกว่า Circulation delay

3. ความไวของตัวรับสัญญาณเชิงเคมี ซึ่งส่วนใหญ่เกิดการจากเปลี่ยนแปลงของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ และส่วนน้อยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระดับออกซิเจน เรียกความไวของตัวรับสัญญาณนี้ว่า Controller gain

จะเห็นว่าวงจรการตอบสนอง (Loop gain) คือการตอบสนองของการหายใจ (Ventilatory response) ต่อสิ่งที่ทำให้เกิดการรบกวนการหายใจ (Ventilatory disturbance) ในกรณีที่การตอบสนองของการหายใจมากกว่าปกติ (High loop gain) เช่น การหายใจเพียงเล็กน้อยแต่สามารถทำให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงได้มาก (High plant gain) การหายใจเพิ่มขึ้นมากเพื่อตอบสนองต่อระดับคาร์บอนไดออกไซด์เพียงเล็กน้อย (High controller gain) ทำให้เกิดความไม่สเถียรของการควบคุมการหายใจ นำไปสู่การหายใจหยุดเป็นช่วง ๆ (Periodic breathing) เพราะการตอบสนองที่มากเกินไปทำให้เกิดการหายใจเร็วและแรง ทำให้ระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำมากจนกระทั่งอยู่ใกล้กับระดับของความดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงที่ทำให้เริ่มหยุดหายใจ (Apneic threshold) หรือมีระดับแรงดันคาร์บอนไดออกไซด์สำรองต่ำ ทำใหเกิดการหยุดใจหายเป็นช่วงสลับกับการหายใจ



รูปที่ 4 ความเสถียรของการควบคุมการหายใจ

ที่มา:

https://escholarship.org/content/qt9d61t1dt/qt9d61t1dt_noSplash_507047f5ab683d7cb4f3ecf70f2e38e0.pdf

1.2 กลไกควบคุมการหายใจขณะหลับ (ณัฐพงษ์ เจียมจริยธรรม 2561)

การเปลี่ยนแปลงของกลไกควบคุมการหายใจที่พบขณะหลับ มีลักษณะแปรผันตามระยะของการหลับ (Sleep stage) และการตื่นตัวของสมอง (Arousal)

1. ระยะเริ่มหลับ (Sleep onset) มีปัจจัยดังนี้

1.1 ปริมาตรลมหายใจในหนึ่งนาที (Minute ventilation) ที่ลดลงทันทีขณะเริ่มหลับ เกิดจากการลดลงหรือหยุดไปของการควบคุมจากสมองส่วนอัติโนวัติ (Voluntary respiratory system) ในขณะการควบคุมจากสมองส่วนอัตโนมัติ (Autonomic respiratory system) ลดลงเพียงเล็กน้อย มีผลให้ความดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงเพิ่มขึ้น แม้จะมีการหายใจที่เพิ่มขึ้นแต่ก็เกิดได้ช้า เนื่องจากกลไกควบคุมการหายใจทำงานลดลง

1.2 แรงต้านทางของทางเดินหายใจส่วนบน (Upper respiratory resistance) เพิ่มขึ้น เนื่องจากกล้ามเนื้อถ่างขยายทางเดินหายใจส่วนบน (Upper airway dilator muscles) ทำงานลดลง

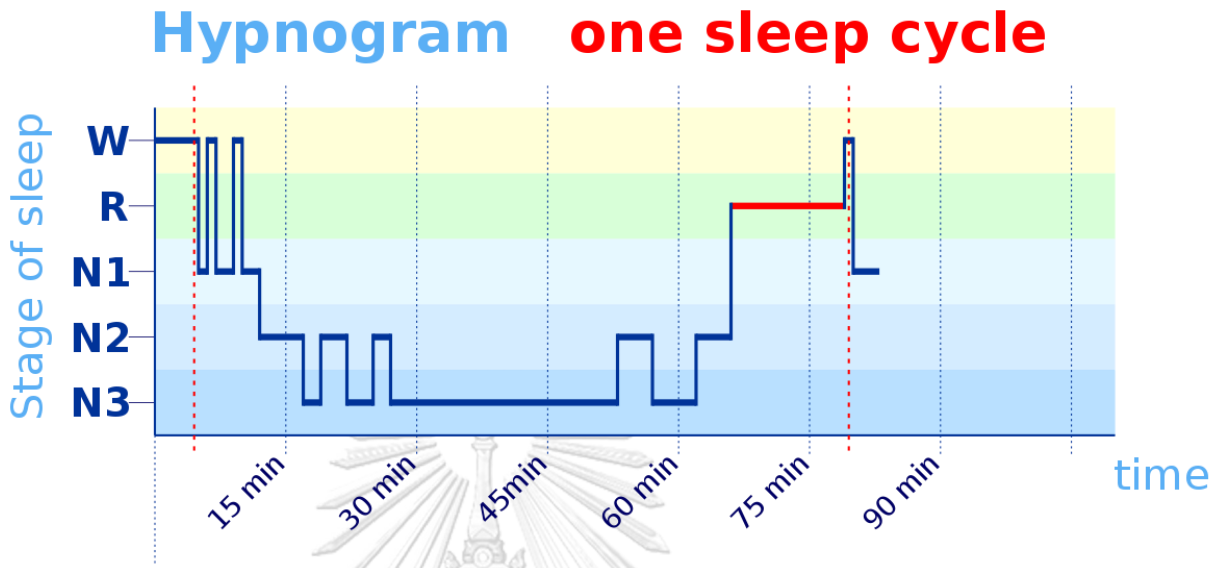
2. ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก (Non-rapid eye movement sleep; NREM sleep) และระยะหลับที่มีตากระตุก (Rapid eye movement sleep; REM sleep) ช่วยระยะหลับประกอบไปด้วย ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก (NREM sleep) แบ่งเป็นขั้น 1(N_1) 2 (N_2) และ 3 (N_3) และระยะหลับที่มีตากระตุก (REM sleep; R) ปริมาตรลมหายใจในหนึ่งนาทียังลดลง โดยลดประมาณ 1-2 ลิตร/นาที และระดับความดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงสูงขึ้น 2-4 มิลลิเมตรปรอทเมื่อเทียบกับชณะตื่น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ได้แก่

2.1 มีการลดลงของการหายใจต่อสนองต่อภาวะพร่องออกซิเจน (Hypoxic ventilatory response) และการหายใจตอบสนองต่อภาวะคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดสูง (Hypercapnic ventilatory response) โดยเฉพาะในระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 2 และ 3 และในระยะหลับที่มีตากระตุก โดยลดลงในอัตราที่ไม่เท่ากัน นอกจากนี้การตอบสนองดังกล่าวยังแตกต่างกันตามเพศ คือ ในเพศชายจะพบการเปลี่ยนแปลงทั้งในระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก และระยะหลับที่มีตากระตุก ในขณะที่เพศหญิงจะพบการเปลี่ยนแปลงเฉพาะระยะหลับที่มีตากระตุก

2.2 ในระยะหลับที่มีตากระตุก จะมีการหายใจที่ไม่สม่ำเสมอ มีการเพิ่มขึ้นและลดลงของอัตราการหายใจตลอดช่วงการหลับระยะนี้ ส่วนในระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกจะมีการหายใจที่สม่ำเสมอกว่า เนื่องจากก้านสมองก่อนเมดัลลาจะกระตุ้นการหายใจเพิ่มขึ้น ทำให้หายใจเร็วและแรงขึ้น แต่ในช่วงที่มีกระตุกเป็นระยะ (Phasic REM phase) จะพบว่ามีการยับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบน เกิดการอุดกั้นทางเดินหายใจส่วนบน ทำให้ปริมาตรอากาศขณะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หายใจเข้าใจภาวะปกติลดลง ดังนั้นจะสามารถพบลักษณะการหายใจเร็ว ลึก สลับกับหยุดหายใจได้ในระยะหลับที่มีตากระตุก



รูปที่ 5 ช่วงของการหลับ

ที่มา: https://www.nightingold.com/en/sleep-cycles-and-stages/

3. ระยะที่มีการตื่นตัวของสมอง (Arousal)

การตื่นตัวของสมองเป็นช่วงที่สมองมีการตื่นตัวจากหลับช่วงสั้น ๆ โดยมีคลื่นสมองเร็วขึ้นในระยะเวลาตั้งแต่ 3 วินาทีแต่ไม่เกิน 15 วินาที โดยปกติจะพบประมาณ 10 ถึง 20 ครั้ง/ชั่วโมง และจะพบได้มากขึ้นตามอายุ ซึ่งการตื่นของสมองสามารถเกิดได้เอง (Spontaneous arousal) เกิดตามหลังหยุดหายใจหรือหายใจแผ่ว (Respiratory arousal) หรือเกิดตามหลังการเคลื่อนไหว (Movement arousal) ซึ่งปกติการตื่นตัวของสมองที่เกิดตามหลังหารหยุดหายใจแบบอุดกั้น จะมีส่วนช่วยให้ทางเดินหายใจที่อุดกั้นกลับมาเปิดอีกครั้ง ทำให้ระดับออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ดีขึ้น อย่างไรก็ตามหลังจากการตื่นตัวของสมอง ผู้ป่วยจะกลับไปหลับอีกครั้ง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความไม่เสถียรของการหายใจ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดความไม่เสถียรของการหายใจหลังจากตื่นตัวของสมองได้แก่ จุดที่ทำให้เกิดการตื่นตัวของสมอง (Arousal threshold) และการหายใจที่ตอบสนองต่อการตื่นตัวของสมอง (Ventilatory response to arousal)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 จุดที่ทำให้เกิดการตื่นตัวของสมอง (Arousal threshold)

ในผู้ที่ตื่นง่ายหรือจุดที่ทำให้เกิดการตื่นตัวของสมองต่ำ (Low arousal threshold) เช่น ในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น มีโอกาสที่จะเกิดความไม่เสถียรของการหายใจได้ง่าย เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงระยะการตื่น-หลับ สลับไปมา มีการศึกษาพบว่าการเพิ่มจุดที่ทำให้เกิดการตื่นตัวของสมองสูงขึ้น (High arousal threshold) ทำให้ตื่นยากขึ้น และการหายใจมีความเสถียรมากขึ้น โดยในขณะหลับลึกหรือขณะระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 มักมีจุดที่ทำให้เกิดการตื่นตัวของสมองสูง และมีการทำงานของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น

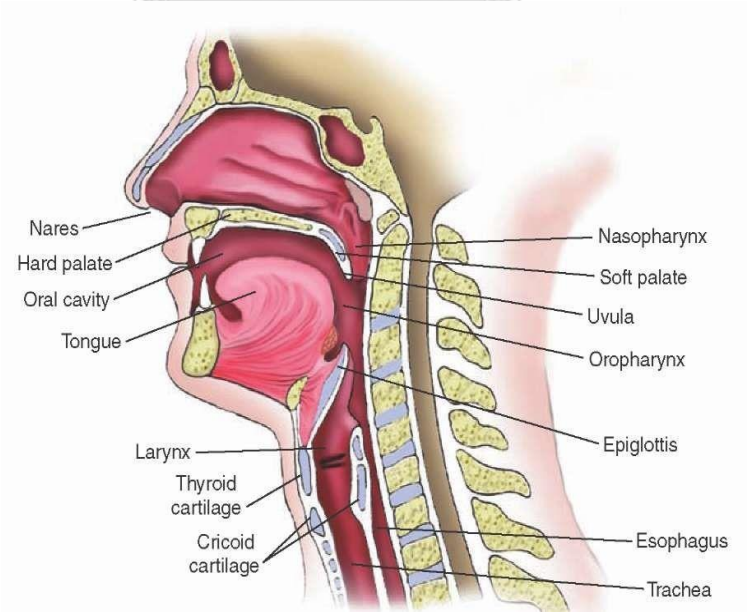
3.2 การหายใจที่ตอบสนองต่อการตื่นตัวของสมอง (Ventilatory response to arousal)

การตื่นตัวของสมองมีผลให้เกิดการหายใจเพิ่มขึ้น เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการควบคุมของหายใจทันทีหลังจากที่สมองตื่นตัวจากหลับ ประกอบด้วยหลายปัจจัย เช่น

3.2.1 การตื่นตัวของสมองทำให้กระตุ้นการหายใจเพิ่มขึ้นจากระดับความดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดง ซึ่งหากไม่มีการตื่นตัวของสมองก็ไม่สามารถกระตุ้นการหายใจได้

3.2.2 การตื่นตัวของสมองทำให้การอุดกั้นทางเดินหายใจส่วนบนลดลง

3.2.3 หลังจากสมองตื่นตัว ความอยากหายใจจากการตื่น (Wakefulness drive) เพิ่มขึ้น



รูปที่ 6 ทางเดินหายใจส่วนบน

ที่มา: https://www.pinterest.com/pin/122934264802104109/

1.3 สรีรวิทยาของทางเดินหายใจขณะหลับ (ณัฐพงษ์ เจียมจริยธรรม 2561)

1. ทางเดินหายใจส่วนบน (Upper airway)

ทางเดินหายใจส่วนบนเริ่มตั้งแต่จมูกจนถึงกล่องเสียง (Larynx) โดยปกติแบ่งบริเวณทางเดินหายใจส่วนบนเป็น 4 บริเวณ ได้แก่ nasopharynx velopharynx oropharynx และ hypopharynx ทางเดินหายใจส่วนบนประกอบไปด้วยเนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue) ที่ยุบตัวได้ง่าย ทำให้อวัยวะส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญที่อให้เกิดภาวะความผิดปกติของการหายใจขณะหลับ (Sleep-related breathing disorders) โดยเฉพาะภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น โดยพบว่าบริเวณที่เสี่ยงต่อการยุบตัวมากที่สุดคือ velopharynx และ oropharynx ตามลำดับ

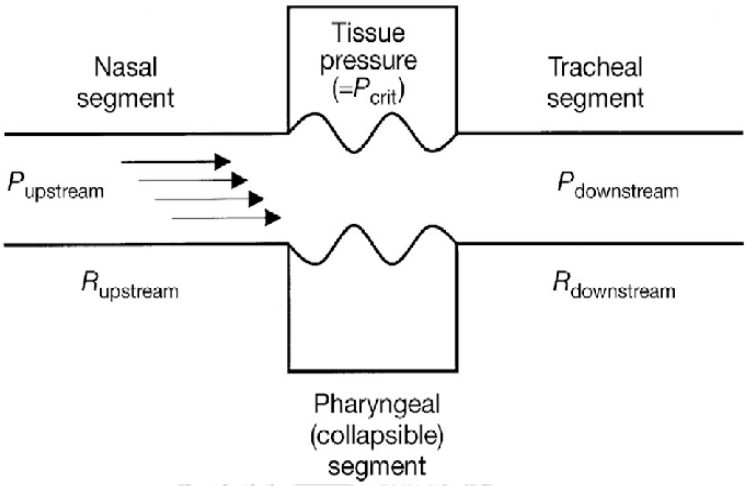
หน้าที่สำคัญของทางเดินหายใจส่วนบน คือ การนำลมหายใจเข้าและออกจากปอด ในขณะที่เริ่มหายใจเข้ากะบังลมจะมีการหดเกร็งตัวและเคลื่อนลงต่ำ กระดูกซี่โครงและผนังช่องอกจะขยายออก มีผลทำให้แรงดันภายในช่องเยื่อหุ้มปอดลงต่ำจนกระทั่งเป็นลบ (Negative intrathoracic pressure) ซึ่งจะเป็นผลให้แรงดันในทางเดินหายใจเป็นลบ (Negative intraluminal pressure) เช่นกัน เพื่อให้อากาศผ่านทางเดินหายใจเข้าสู่ปอดได้ง่ายขึ้น ในขณะเดียวกันร่างกายจะมีระบบป้องกันไม่ให้ทางเดินหายใจยุบตัวลงในขณะที่เกิดแรงดันลบในทางเดินหายใจ คือมีการหดเกร็งตัวของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบนที่หน้าที่ช่วยขยายทางเดินหายใจ กล้ามเนื้อที่สำคัญได้แก่ ale nasi geniohyoid genioglossus tensor palatini levator palatini กล้ามเนื้อถ่างขยายทางเดินหายใจส่วนบนนี้ถูกควบคุมด้วยศูนย์ควบคุมการหายใจคล้ายกับกล้ามเนื้อหายใจ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยุบตัวและการคงตัวของทางเดินหายใจ ได้แก่ แรงดันที่มีต่อผนังทางเดินหายใจ (Transmural pressure) ซึ่งเกิดจากผลต่างของแรงดันภายในทางเดินหายใจ (Intraluminal pressure) กับแรงดันจากเนื้อเยื่อรอบทางเดินหายใจ (Extraluminal pressure) นอกจากนี้ยังขึ้นกับแรงดึงของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบน (Upper airway muscles) แรงดึงจากหลอดลมใหญ่ (Tracheal traction) ในกรณีที่แรงดันที่มีต่อผนังทางเดินหายใจเป็นบวก ทางเดินหายใจจะไม่ยุบ แต่ในกรณีที่แรงดันที่มีต่อผนังทางเดินหายใจเป็นลบ ทางเดินหายใจจะยุบ

โดยปกติแรงดันภายในทางเดินหายใจจะสัมพันธ์กับอัตราเร็วของลมหายใจเข้า ตามหลักการของแบร์นูลี (Bernoulli) กล่าวคือ เมื่อหายใจเข้าที่มีอัตราเร็วทำให้แรงดันภายในทางเดินหายใจเป็นลบ และความสัมพันธ์ระหว่างแรงทั้งหมดที่ขึ้นภายในทางเดินหายใจก่อให้เกิดแรงกดที่ทำให้ทางเดินหายใจเริ่มยุบตัว (Critical closing pressure; Pcrit) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของแนวแรงดันทั้งหมดที่จะกำหนดความน่าจะเป็นของการอุดกั้นทางเดินหายใจ โดยสามารถอธิบายได้จาก Starling resistor

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

model ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันต้นทาง (Upstream pressure; Pus) แรงดันปลายทาง (Downstream pressure; Pds) และแรงกดที่ทำให้ทางเดินหายใจเริ่มยุบตัว สามารถแบ่งได้เป็น 3 กรณี



รูปที่ 7 Starling resistor model

ที่มา: https://www.researchgate.net/figure/The-Starling-resistor-model-of-upper-airway-in-obstructive-sleep-apnea-Increased-nasal_fig1_311422242

- ทางเดินหายใจไม่อุดกั้น (Non flow-limited breathing) พบในกรณีที่แรงดันต้นทางมากกว่าแรงดันปลายทาง และแรงดันปลายทางมากกว่าแรงกดที่ทำให้ทางเดินหายใจเริ่มยุบตัว (Pus > Pds > Pcrit)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ทางเดินหายใจอุดกั้นบางส่วน (Partial airway obstruction) พบในกรณีที่แรงดันต้นทางมากกว่าแรงกดที่ทำให้ทางเดินหายใจเริ่มยุบตัว และแรงกดที่ทำให้ทางเดินหายใจเริ่มยุบตัวมากกว่าแรงดันปลายทาง ($P_{us} > P_{crit} > P_{ds}$)

- ทางเดินหายใจอุดกั้นอย่างสมบูรณ์ (Complete airway obstruction) พบในกรณีที่แรงกดที่ทำให้ทางเดินหายใจเริ่มยุบตัวมากกว่าแรงดันต้นทาง และมากกว่าแรงดันปลายทาง (Pcrit > Pus > Pds)

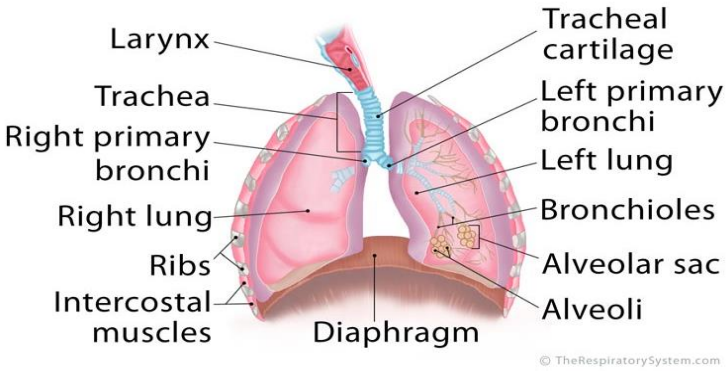
ปัจจัยที่ทำให้แรงกดที่ทำให้ทางเดินหายใจเริ่มยุบตัวมากขึ้น เช่น เนื้อปอดหรือปริมารตรปอดลดลง ทำให้แรงดึงจากหลอดลมใหญ่ลดลง การก้มศีรษะ การนอนหงาย หรือมีการเพิ่มแรงตึงตัว (Surface tension) ของเนื้อเยื่อทางเดินหายใจส่วนคอหอย นอกจากนี้อัตราเร็วของลมหายใจเข้ายังแปรผกผันกับแรงต้านต้นทาง

1.1 ทางเดินหายใจส่วนบนขณะหลับ

ตั้งแต่ขณะเริ่มหลับจนกระทั่งหลับสนิท กล้ามเนื้อถ่างขยายทางเดินหายใจส่วนจะทำงานลดลง มีผลทำให้ทางเดินหายใจส่วนบนยุบง่ายขึ้น ช่องทางเดินหายใจเล็กลง และแรงต้านทานภายในทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น โดยผลของการหลับต่อกล้ามเนื้อถ่างขยายทางเดินหายใจส่วนบนมีความแตกต่างกันในกล้ามเนื้อแต่ละมัด สาเหตุที่กล้ามเนื้อถ่างขยายทางเดินหายใจส่วนบนทำงานลดลงนั้น ส่วนหนึ่งมาจากระบบการควบคุมการหายใจจากสมองส่วนกลางต่อกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบนทำงานลดลงจากการที่มีสิ่งกระตุ้นหรือความอยากหายใจ (Wakefulness drive) ลดลงขณะหลับ และปัจจัยจากสภาพโครงสร้างหรือคุณลักษณะทางกายภาพของทางเดินหายใจและเนื้อเยื่อรอบทางเดินหายใจส่วนยังมีส่วนสำคัญในการคงตัวของทางเดินหายใจส่วนบนเช่นกัน นอกจากนี้ร่างกายจะมีการกระตุ้นกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบนก่อนเล็กน้อย (Pre-activation) เพื่อถ่างขยายทางเดินหายใจส่วนบน แต่ขณะหลับการกระตุ้นลักษณะดังกล่าวจะลดลงจนกระทั่งหายไป ทำให้ทางเดินหายใจยุบตัวและอุดกั้นได้ง่ายกว่าขณะตื่น

นอกจากนี้ ความไม่เสถียรของการควบคุมการหายใจในขณะหลับมีส่วนให้ทางเดินหายใจส่วนบนยุบตัวและอุดกั้นได้ง่ายขึ้น เช่นผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (Obstructive sleep apnea; OSA) มักมีอาการแย่ลงในในระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 1 และ 2 และระยะหลับที่มีตากระตุก แต่โดยทั่วไปภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นและภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากระบบประสาทส่วนกลาง (Central sleep apnea; CSA) จะมีกลไกในการเกิดภาวะหยุดหายใจต่างกันในด้านของความสามารถในการขยายทางเดินหายใจส่วนบน และความไวของวงจรการตอบสนอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 8 ทางเดินหายใจส่วนล่าง

ที่มา: https://www.therespiratorysystem.com/category/lower-respiratory-tract/

2. ทางเดินหายใจส่วนล่าง (Lower airway)

ทางเดินหายใจส่วนล่าง เริ่มตั้งแต่หลอดลมใหญ่ (Trachea) หลอดลมปอด (Bronchus) หลอดลมฝอย (Bronchioles) ไปจนถึงถุงลม (Alveoli) โดยที่ส่วนของหลอดลมใหญ่และหลอดลมปอดนั้นมีกระดูกอ่อนล้อมรอบทำให้เกิดการยุบตัวได้ยาก ทางเดินหายใจส่วนนี้จัดเป็นหลอดลมที่นำอากาศเข้าปอออกปอด (Conducting airways) แต่หลอดลมฝอยนั้นไม่มีกระดูกอ่อนล้อรอบ ทำให้เกิดการยุบตัวง่ายกว่า ซึ่งทางเดินหายใจส่วนนี้ทำหน้าที่ทั้งนำอากาศเข้าออกปอด และแลกเปลี่ยนอากาศกับหลอดเลือด (Gas exchange) จัดเป็นหลอดลมที่ทำหน้าที่ส่งผ่านอากาศ (Transitional airways)

2.1 ทางเดินหายใจส่วนล่างและการแลกเปลี่ยนอากาศขณะหลับ

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อทางเดินหายใจส่วนล่างขณะหลับ ได้แก่ การนอนหงาย และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของระยะหลับ

2.1.1 การนอนหงาย ทำให้เกิดการลดลงของความจุปอดเหลือค้าง และความจุปอดรวม (Total lung capacity; TLC) ซึ่งพบได้ทั้งขณะตื่นและหลับ สาเหตุเกิดจากการเพิ่มปริมาณของเลือดในช่องอก ความยืดหยุ่นของผนังช่องอกและปอด (Chest wall & lung compliance) ลดลง และการเคลื่อนที่ขึ้นบนของกะบังลมจากการดันของอวัยวะในช่องท้องขณะหงาย

2.1.2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงของระยะหลับ ที่มีผลต่อทางเดินหายใจส่วนล่างและการแลกเปลี่ยนอากาศ ได้แก่

2.1.2.1 แรงต้านของทางเดินหายใจ ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกจะมีแรงต้านทางของทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2.2 ปริมาตรปอด พบว่าความจุปอดเหลือค้างลดลง 200 มิลลิลิตรในระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 2 และลดลง 300 มิลลิลิตรในระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 และระยะหลับที่มีตากระตุก ปริมาตรหายใจเข้าในภาวะปกติลดลงร้อยละ 6-16 ในระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก และลดลงร้อยละ 25 ในระยะหลับที่มีตากระตุก สาเหตุของการลดลงของปริมาตรปอดขณะหลับ ได้แก่ การเพิ่มปริมาณของเลือดในช่องอก การส่งสัญญาณจากศูนย์ควบคุมการหายใจส่วนกลางล่าช้าลง ความยืดหยุ่นของผนังช่องอกและปอดลดลง และการเคลื่อนที่ขึ้นบนของกะบังลมจากการดันของอวัยวะในช่องท้อง และการนอนหงายเป็นปัจจัยเสริม

2.1.2.3 ปริมาตรลมหายใจในหนึ่งนาที ในขณะหลับอัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ปริมาณอากาศขณะหายใจเข้าในภาวะปกติลดลงมาก ทำให้ปริมาตรลมหายใจในหนึ่งนาทีลดลงโดยลดลงประมาณร้อยละ 6-7 ในระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก ลัลดลงร้อยละ 16 ในระยะหลับที่มี

ตากระตุก การเปลี่ยนดังกล่าวพบว่าลักษณะการหายใจขณะหลับเป็นแบบเร็วและตื้น (Rapid shallow breathing) และเมื่อมีการลดลงของปริมาตรลมหายใจในหนึ่งนาทีร่วมกับการต้านของทางเดินหายใจที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ระดับความดันย่อยออกซิเจนในเลือดแดงเพิ่มขึ้น 2-4 มิลลิเมตรปรอท และระดับความดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงลดลง 3-9 มิลลิเมตรปรอท

2.1.2.4 จังหวะการหายใจ (Respiratory timing) ค่าเฉลี่ยอัตราเร็วของการหายใจเข้า (Mean inspiratory flow) ซึ่งวัดจากอัตราส่วนของปริมาตรอากาศหายใจเข้าในภาวะปกติต่อเวลาที่ใช้ในการหายใจเข้า (Vt/Ti) ไม่เปลี่ยนแปลงในระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก แต่ค่าเฉลี่ยอัตราเร็วของการหายใจเข้าจะลดลงในระยะหลับที่มีตากระตุกซึ่งเข้าได้กับลักษณะการหายใจแบบเร็วตื้น

2. ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (Obstructive sleep apnea) (ณัฐพงษ์ เจียมจริยธรรม 2561)

ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นคือภาวะที่มีการยุบตัวของทางเดินหายใจส่วนบน ทำให้ลมหายใจลดลงหรือขาดหายไปเป็นระยะ ๆ เกิดการหายใจแผ่ว (Hypopnea) หรือหยุดหายใจ (Apnea) ทำให้ระดับออกซิเจนในเลือดลดลง และกระตุ้นให้เกิดการตื่นตัวของสมอง (Arousal) จนบางครั้งไม่สามารถนอนหลับต่อเนื่องได้ตามปกติ หรือเกิดภาวะหลับไม่สนิท (Sleep fragmentation) เกิดผลกระทบต่ออวัยวะ หรือระบบต่าง ๆ ในร่างกาย สาเหตุของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นอาจเกิดจากมีรอยโรคที่ทำให้ทางเดินหายใจส่วนบนอุดกั้น เช่น ก้อนเนื้องอก โพรงจมูกอุดตัน หรือผิดรูป เป็นต้น แต่ในผู้ใหญ่มักไม่พบรอยโรคที่ทำให้เกิดการอุดกั้นชัดเจน เช่น ผู้ป่วยโรคอ้วน (Obesity) หรือมีทางเดินหายใจแคบตามกรรมพันธุ์ หรือมีกล้ามเนื้ออ่อนแรง เป็นต้น โดนปกติขณะตื่นนอนผู้ป่วยจะมีการหายใจปกติ แต่ทางเดินหายใจส่วนบนจะมีการอุดกั้นในขณะหลับ โดยการอุดกั้นมักเกิดมากในระยะหลับที่มีตากระตุก (REM sleep) และดีขึ้นในระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก (NREM sleep) โดยเฉพาะในระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 ทำให้ระยะแรกของภาวะหยุดหายใจอาจได้ประวัติว่าญาติของผู้ป่วยสังเกตการหยุดหายใจตอนใกล้เช้า เพราะช่วงเวลานอนดังกล่าวมีระยะหลับที่มีตากระตุกมากที่สุดของการหลับทั้งคืน เหตุการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดการพร่องออกซิเจน และภาวะคาร์บอนไดออกไซด์คั่งในเลือด เมื่อถึงจุดหนึ่งร่างกายจะมีกลไกป้องกันตนนเองด้วยการเกิดการตื่นตัวของสมอง เพื่อให้กล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบนกลับมาตึงตัว เปิดทางเดินหายใจให้กว้างเพียงพอที่จะหายใจได้ใหม่อีกครั้ง เหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นตลอดทั้งคืน ทำให้เกิดภาวะหลับไม่สนิท ผู้ป่วยจึงมัดเกิดอาการคล้ายคนอดนอนแม้จะได้นอนหลับแล้วอย่างเต็มที่ ตื่นนอนจะรู้สึกไม่สดชื่น มึนศีรษะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มีอาการง่วงนอนที่มากเกินไปในเวลากลางวัน (Excessive daytime sleepiness; EDS) อารมณ์ฉุนเฉียว สมรรถภาพการทำงานลดลง นอกจากนี้ยังเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากยานพาหนะหรืออุบัติเหตุจากอาชีพที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกล และยังนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนทางระบบหัวใจและหลอดต่าง ๆ ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง ภาวะหัวใจล้มเหลว ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ ภาวะความดันหลอดเลือดปอดสูง รวมไปถึงการเปลี่ยนทางเมตาบอลิซึม เป็นต้น

2.1 พยาธิกำเนิดของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล2562)

ปัจจุบันความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับพยาธิกำเนิดหรือสาเหตุที่แท้จริงของ ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ยังค่อนข้างจำกัด อย่างไรก็ตาม ส่วนใหญ่เชื่อว่า ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น เป็นภาวะที่เกิดจากความผิดปกติของปัจจัยหลายอย่างร่วมกัน หรือที่เรียกว่า multifactorial disease โดยเฉพาะปัจจัยทางกายวิภาค (anatomical factors) หรือพยาธิสภาพบางอย่างทางโครงสร้างทางเดินหายใจส่วนบน และปัจจัยทางสรีรวิทยา (physiological factors) หรือผลจากการเปลี่ยนแปลงการทำงานของประสาทและระบบอื่น ๆ ของ ร่างกายขณะหลับ

ปัจจัยทางกายวิภาค

จากผลการศึกษาพบว่า ทางเดินหายใจส่วนบนของผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น แคบกว่าคนปกติอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะคอหอยบริเวณหลังเพดานอ่อนซึ่งเป็นตำแหน่งที่พบการอุดกันบ่อยที่สุดขณะหลับ อย่างไรก็ตามผู้ป่วยจำนวนมากที่มีทางเดินหายใจส่วนบนแคบอาจไม่พบพยาธิสภาพเหล่านี้ หรือไม่พบความผิดปกติที่ชัดเจน เนื่องจากสาเหตุของภาวะการหยุดหายใจอาจเกิดจากความไม่สมดุลระหว่างโครงสร้างกระดูกใบหน้าหรือลำคอ และปริมาตรของเนื้อเยื่อ รอบทางเดินหายใจส่วนบน เช่น คนอ้วนมักมีปริมาตรไขมันกระจายอยู่ในคอหอยลิ้นและเพดานอ่อน หรือผู้ที่มีโรคประจำตัวบางอย่างอาจมีสารน้ำเคลื่อนย้าย (fluid shift) มาที่คอมากขึ้น เวลานอนราบ ทำให้ทางเดินหายใจถูกเบียดให้แคบลง

ปัจจัยทางสรีรวิทยา

1. การทำหน้าที่ลดลงของกล้ามเนื้อถ่างขยายทางเดินหายใจส่วนบน ขณะหลับการทำงานของกล้ามเนื้อ genioglossus ในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น จะลดลง เนื่องจากในเวลาหลับศูนย์หายใจในก้านสมองสั่งการมายังกล้ามเนื้อลดลง และมีผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วย

ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น หลายรายมีความผิดปกติของประสาทรับรู้ (sensory nerve) บริเวณเพดานอ่อนและลิ้นไก่ร่วมด้วย อีกทั้งบางรายอาจพบความผิดปกติของเส้นใยกล้ามเนื้อ genioglossus ซึ่งเกิดจากการสั่นสะเทือน หรือกรนซ้ำ ๆ กันเป็นเวลานาน ทำให้กิริยาสนองฉับพลัน (reflex) ของกล้ามเนื้อต่อการเปลี่ยนแปลง ทางสรีรวิทยาน้อยกว่าคนปกติ

2. ภาวะตอบสนองเกินของระบบควบคุมการหายใจ (high loop gain) ผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ที่มีภาวะเลือดมีคาร์บอนไดออกไซด์เกินและขาด (hypercapnia-hypocapnia) อาจมีการตอบสนองของร่างกายด้วยการเพิ่มหรือลดปริมาตรลมหายใจในหนึ่งนาที (minute ventilation) อย่างรวดเร็วและรุนแรงกว่าที่ควรจะเป็น และมีการหยุดหายใจ (apnea) ตามมา

3. การมีระดับกันการตื่นตัวต่ำ (Low arousal threshold) ต่อการที่ร่างกายพยายามหายใจให้แรงขึ้นเพื่อเอาชนะแรงต้านทานของทางเดินหายใจ ทำให้ผู้ป่วยมีการหยุดหายใจหรือหายใจแผ่ว (hypopnea) และต้องเพิ่มความพยายามในการหายใจ (respiratory effort) ตื่นง่าย และตื่นบ่อยขึ้นจนทำให้รู้สึกหลับไม่สนิท

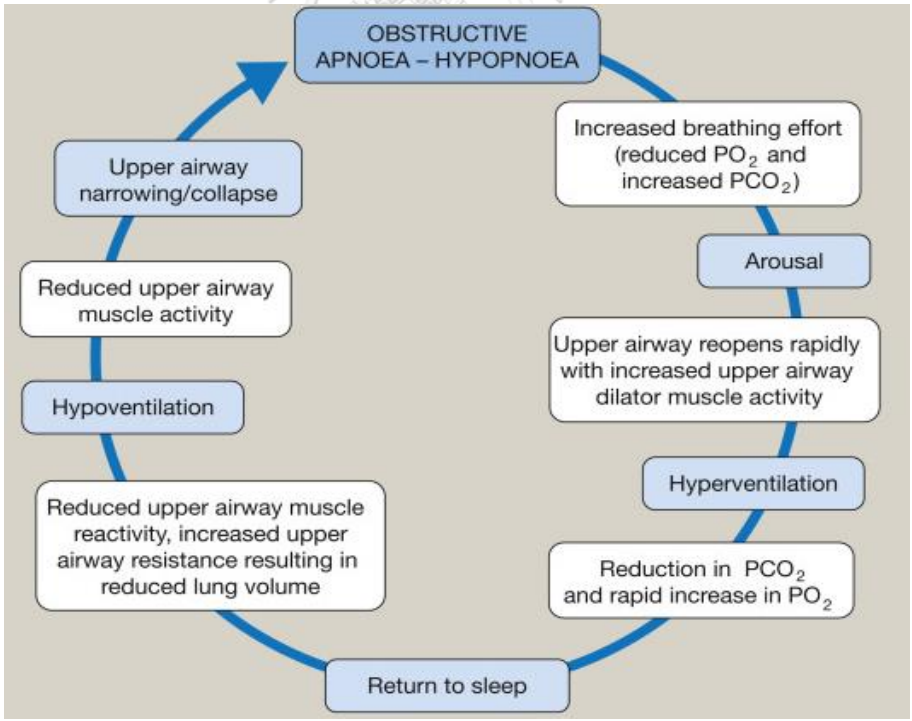
4. ปัจจัยอื่น ๆ จากผลการศึกษาพบว่า เพศชายหรือเพศหญิงวัยหมดประจำเดือนมีความเสี่ยงต่อการ ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น เป็นมากขึ้น ซึ่งเชื่อว่าอาจเกี่ยวข้องกับผลของฮอร์โมนเพศที่ช่วยกระตุ้นการหายใจลดลง นอกจากนี้ เพศชายเป็นปัจจัยเสี่ยงหรือตัวทำนาย (predictor) ที่สำคัญที่สุดของการเกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นระดับรุนแรงปานกลางถึงรุนแรงมาก แต่ไม่พบว่าอายุเป็นปัจจัยเสี่ยงดังกล่าว แม้ว่าอายุที่มากขึ้นอาจมีผลทำให้เนื้อเยื่อคอหอยหย่อนตัวกว่าเดิมและทำให้ทางเดินหายใจส่วนบนอุดกั้นง่ายขึ้น สำหรับแอลกอฮอล์นั้นมีผลการศึกษาพบว่ามีส่วนทำให้ ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น รุนแรงมากขึ้นกว่าเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 พยาธิสรีรวิทยาของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

เมื่อมีเหตุการณ์ผิดปกติของการหายใจ (abnormal respiratory events) เช่น การอุดกั้นทางเดินหายใจบางส่วน (partial obstruction) หรือการหายใจแผ่วจากการอุดกั้น (obstructive hypopnea) และการอุดกั้นทางเดินหายใจส่วนบนทั้งหมด (total obstruction) หรือการหยุดหายใจจากการอุดกั้น (obstructive apnea) เกิดขึ้น ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturation) มักจะลดลง และมีภาวะเลือดมีคาร์บอนไดออกไซด์เกินตามมา รวมถึงอาจมีการตื่นตัวเพื่อให้สมองส่งกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องทำหน้าที่เปิดทางเดินหายใจส่วนบนสำหรับการหายใจในรอบถัดไป ซึ่งเป็นไปตามกลไกทางธรรมชาติของร่างกายในการป้องกันตนเอง อย่างไรก็

ตามเมื่อเข้าสู่การหลับอีกครั้งความผิดปกติเช่นเดียวกันนี้ มักจะเกิดขึ้นซ้ำอีกเป็นวงจรในลักษณะหรือความรุนแรงที่แตกต่างกันไปตามเหตุและปัจจัยของแต่ละราย ผลที่เกิดขึ้นจากสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจทำให้ผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นหลายรายมีความง่วงมากผิดปกติในเวลากลางวัน (excessive daytime sleepiness: EDS) จนทำให้มีประสิทธิภาพการทำงานหรือสมาธิในการเรียนรู้ลดลง หรือเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ตาม มา และในระยะยาวอาจเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนหลายอย่าง เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease) โรคหลอดเลือดสมอง (cerebrovascular disease) และกลุ่มอาการเมตาบอลิก (metabolic Syndrome) หรือโรคตามระบบอื่น ๆ ทั้งนี้ภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ จาก ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น อาจเกิดจากกลไกทางพยาธิสรีรวิทยาหลายอย่าง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของการแลกเปลี่ยนก๊าซในหลอดเลือดแดง (blood gas exchange) การตื่นตัวของสมองบ่อยครั้งขณะหลับ (frequent arousals) การกระตุ้นระบบประสาท sympathetic และการแกว่งของความดันลบในทรวงอก (negative intrathoracic pressure fluctuation)



รูปที่ 9 พยาธิสรีรวิทยาของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

ที่มา: https://www.anaesthesiajournal.co.uk/article/S1472-0299(20)30008-4/

2.3 ลักษณะทางคลินิก (คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล 2562)

การซักประวัติ

เนื่องจากผู้ป่วยส่วนมากไม่สามารถประเมินอาการหลายอย่างที่เกิดขึ้นในขณะหลับด้วยตนเอง ดังนั้นการรวบรวมประวัติอย่างละเอียดของผู้ป่วยที่สงสัยว่าเป็น ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นโรค จึงควรได้รับจากทั้งผู้ป่วยและบุคคลใกล้ชิดที่สังเกตเห็นลักษณะหรือพฤติกรรมการ นอนหลับของผู้ป่วย โดยผู้ป่วยแต่ละรายอาจมีอาการบางอย่างที่ไม่เหมือนกัน และในผู้ป่วยรายเดียวกันก็ไม่จำเป็นต้องมีอาการเหมือนกันทุกคืน

1. อาการและอาการแสดงเวลากลางคืน (nighttime symptoms and signs) ที่สำคัญและอาจพบบ่อยได้แก่ การกรนดังเป็นประจำ การหายใจลำบาก การสะดุ้งตื่นจากการสำลัก (choking) การหายใจไม่ออก (Suffocation) หรือการหายใจเฮือก (gasping) โดยอาจมีผู้สังเกตเห็นว่าผู้ป่วยหายใจไม่สม่ำเสมอ หายใจทางปาก หรือมีการหยุดหายใจ (apnea) นอกจากนี้ผู้ป่วยอาจมีอาการนอนหลับไม่สนิท กระสับกระส่าย พลิกตัว บ่อย เหงื่อออกมาก คอหรือปากแห้ง ทำให้ต้องดื่มน้ำบ่อยในเวลากลางคืน

2. อาการและอาการแสดงเวลากลางวัน (daytime symptoms and signs) ที่สำคัญและอาจพบบ่อย ได้แก่ ความง่วงมากผิดปกติในเวลากลางวัน (excessive daytime sleepiness; EDS) ซึ่งถ้าเป็นมากอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุตามมาได้ ความรู้สึกนอนไม่เต็มอิ่ม ตื่นนอนมาแล้วไม่สดชื่น เหนื่อยล้าอ่อนเพลีย ปวดศีรษะในตอนเช้าหรือหลังตื่นนอน ขาดสมาธิ มีประสิทธิภาพในการทำงานหรือการเรียนรู้ลดลง หงุดหงิดง่าย ซึมเศร้า และอาจ มีปัญหาเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ

3. สุขอนามัยการนอนหลับ (Sleep hygiene) และประวัติส่วนตัวของผู้ป่วยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ระยะเวลาเข้านอนและตื่นนอน การนอนเวลากลางวัน สิ่งแวดล้อมในการนอนหลับ การดื่มชา กาแฟ แอลกอฮอล์ การรับประทานอาหารมื้อเย็น และการออกกำลังกาย รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับอาชีพและการทำงาน

4. การเปลี่ยนแปลงของร่างกายและประวัติการใช้ยา เช่น น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมักมีความสัมพันธ์กับการกรนและภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ที่รุนแรงมากขึ้น สำหรับผู้หญิงที่ฮอร์โมนเพศหญิงทำงานลดลง เช่น เข้าสู่วัยหมดประจำเดือน (menopause) หรือได้รับการตัดรังไข่ อาจมีความเสี่ยงของการเป็นภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ควรถามเกี่ยวกับประวัติการใช้ยา เช่น ยานอนหลับ ยาคลายกล้ามเนื้อ หรือ ยาที่มีฤทธิ์กดประสาทส่วนกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ประวัติโรคร่วมหรือโรคประจำตัวที่อาจเกี่ยวข้อง ผู้ป่วยที่นอนกรนดังเป็นประจำ หรือเป็นภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น มักมีโรคประจำตัวที่อาจเกี่ยวข้องและพบร่วมกันได้บ่อย เช่น ความดันเลือดสูง ความดันหลอดเลือดปอดสูง (pulmonary hypertension) โรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular diseases) โรคหลอดเลือดสมอง (cerebrovascular disease) นอกจากนี้ยังอาจพบร่วมกับโรคเบาหวานและโรคต่อมไร้ท่ออื่น ๆ รวมถึงอาจพบความผิดปกติอื่น ๆ เช่น ภาวะซึมเศร้า โรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ การนอนกัดฟัน (Sleep bruxism) และโรคกรดไหลย้อน

6. ประวัติอื่น ๆ ที่อาจเกี่ยวข้องหรือเป็นปัจจัยเสี่ยง เช่น ประวัติการเป็นภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นของคนในครอบครัว ประวัติการใส่ท่อช่วยหายใจ และประวัติการรักษาในอดีต

การตรวจร่างกาย

การตรวจร่างกายเพื่อหาความผิดปกติที่อาจเป็นสาเหตุหรือปัจจัยเสี่ยงของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น มีดังนี้

1. การตรวจร่างกายเบื้องต้น ในที่นี้หมายถึงการตรวจสัญญาณชีพ (vital signs) ลักษณะรูปร่างทั่วไป (general appearance) และการวัดสัดส่วนของร่างกาย (anthropometric measurement) เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย (body mass index: BMI) ความยาวเส้นรอบคอ (neck circumference) ซึ่งวัดด้วยสายวัดที่ระดับของ cricothyroid membrane ในขณะผู้ป่วยยืนมองตรงไปข้างหน้าและหายใจออกสุด

2. การตรวจโครงสร้างใบหน้าศีรษะและลำคอ

3. การตรวจทางเดินหายใจส่วนบน ได้แก่

3.1 การตรวจจมูก

3.2 การตรวจช่องปาก

3.3 การตรวจคอหอยและกล่องเสียง

4. การตรวจร่างกายตามระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ระบบหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบประสาท และระบบต่อมไร้ท่อ อาจพบความผิดปกติหรืออาการแสดงบางอย่าง เช่น ภาวะหัวใจล้มเหลว โรคหลอดเลือดสมอง ภาวะขาดไทรอยด์ฮอร์โมน สภาพโตเกินไม่สมส่วนหรืออื่น ๆ

แบบสอบถามคัดกรองโรค

การใช้แบบสอบถามสำหรับช่วยในการคัดกรอง (Screening) ผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น เป็นวิธีที่ทำให้กระบวนการวินิจฉัยโรคทำได้สะดวกและ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รวดเร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากช่วยลดขั้นตอนหรือภาระงานจากการซักประวัติและตรวจร่างกายที่มักต้องใช้เวลาและอาศัยบุคลากร ที่มีทักษะ โดยแบบสอบถามในการคัดกรองผู้ป่วย ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ที่ใช้บ่อย ได้แก่

1. แบบประเมิน STOP-Bang มีจุดประสงค์เดิมเพื่อช่วยประเมินความเสี่ยงในการเป็นภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น สำหรับผู้ป่วยทั่วไปที่กำลังจะได้รับการ ผ่าตัด แบบสอบถามนี้มีลักษณะคำถามเป็นแบบใช่หรือไม่ใช่ (yes/no) จำนวนทั้งหมด 8 คำถาม แบ่งเป็นคำถามเกี่ยวกับอาการต่าง ๆ 4 ข้อ เรียกว่า แบบสอบถาม STOP และคำถามของข้อมูล จากลักษณะทางกายภาพอีก 4 ข้อ โดยถ้าตอบว่าใช่ให้คิดเป็น 1 คะแนน แต่ถ้าตอบว่าไม่ใช่ให้คิดเป็น 0 คะแนน หากผู้ป่วยตอบแบบสอบถามได้ 3 คะแนนขึ้นไป ให้ถือว่ามีความเสี่ยงที่จะเป็นภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

1. Snoring คุณนอนกรนดังหรือไม่ (ดังกว่าเสียงพูด หรือดังพอที่จะได้ยินออกไปนอกห้อง)
2. Tired คุณมักจะรู้สึกอ่อนเพลีย ล้า หรือง่วงนอนในระหว่างกลางวันบ่อย ๆ หรือไม่
3. Observed มีคนเคยสังเกตเห็นว่า คุณหยุดหายใจขณะที่คุณหลับอยู่หรือไม่
4. Blood pressure คุณมีความดันโลหิตสูง หรือกำลังรักษาโรคความดันโลหิตสูงอยู่หรือไม่
5. Body mass index (BMI) ดัชนีมวลกายมากกว่า 35 กิโลกรัมต่อตารางเมตรหรือไม่
6. Age อายุมากกว่า 50 ปี หรือไม่
7. Neck circumference เส้นรอบวงคอมากกว่า 40 เซนติเมตรหรือไม่
8. Gender เป็นเพศชายหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจุบันแบบประเมิน STOP-Bang เริ่มได้รับความนิยมในการนำมาใช้คัดกรองผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นค่อนข้างมาก เนื่องจากคุณสมบัติที่มีความไวสูงและคำถามสามารถจดจำได้ง่าย ทำให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว อย่างไรก็ตามในคนไทยหรือคนเอเชียอาจดัดแปลงคำถามที่ 5 ของแบบประเมินนี้ โดยใช้ค่า BMI 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตรแทน

2. แบบทดสอบระดับความง่วงนอนเอ็บเวิร์ธ (Epworth Sleepiness Scale: ESS) เป็นแบบสอบถามที่มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ป่วยประเมินความง่วงในเวลากลางวัน โดยดูจากความเป็นไปได้แค่ไหนที่จะง่วงจนงีบหรือเผลอหลับในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน แบบสอบถามประกอบด้วยคำถาม 8 ข้อ แต่ละข้อมีคะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 3 คะแนนรวมทุกคำถามเป็นได้ตั้งแต่ 0 ถึงคะแนนเต็ม 24 คะแนน โดยทั่วไปถ้าคะแนนรวมมากกว่า 10 มักถือว่ามีความง่วงมากผิดปกติในเวลากลางวัน

สถานการณ์ที่ประเมิน

1. ขณะกำลังนั่งและอ่านหนังสือ
2. ขณะกำลังดูโทรทัศน์
3. ขณะกำลังนั่งเฉย ๆ ในที่สาธารณะ เช่น ในโรงภาพยนตร์ หรือที่ประชุมสัมมนา
4. ขณะกำลังนั่งเป็นผู้โดยสารในรถนานกว่า 1 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง
5. ขณะกำลังนอนเอนหลังเพื่อพักผ่อนในตอนบ่ายถ้ามีโอกาส
6. ขณะกำลังนั่งและพูดคุยกับผู้อื่น
7. ขณะกำลังนั่งเงียบ ๆ หลังอาหารกลางวัน โดยที่ไม่ได้ดื่มแอลกอฮอลล์
8. ขณะกำลังขับรถแต่หยุดรถเพื่อรอสัญญาณจราจร นาน 2-3 นาที

(0 = ไม่เคยเลย, 1 = มีโอกาสเล็กน้อย, 2 = มีโอกาสปานกลาง, 3 = มีโอกาสสูงมาก)

สถานการณ์	ความเป็นไปได้ที่งีบหลับ			
	0	1	2	3
1. ขณะกำลังนั่งและอ่านหนังสือ				
2. ขณะกำลังดูโทรทัศน์				
3. ขณะกำลังนั่งเฉยๆ ในที่สาธารณะ เช่น ในห้องประชุม หรือโรงภาพยนตร์				
4. ขณะเป็นผู้โดยสารในรถ เรือ รถไฟ เครื่องบิน ติดต่อกัน กว่า 1 ชม.				
5. ขณะกำลังนั่งเงียบๆ หลังรับประทานอาหารกลางวัน โดยไม่ได้ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์				
6. ขณะนั่งเอนหลังพักผ่อนช่วงบ่ายถ้ามีโอกาส				
7. ขณะกำลังขับรถ (หรือยานพาหนะอื่น) และต้องหยุดรถนาน 2-3 นาที				
8. ขณะกำลังนั่งอยู่และพูดคุยกับผู้อื่น				

การประเมินผล
>10 คะแนน : ผิดปกติ
7-9 คะแนน : มีแนวโน้มผิดปกติ

*Reference: Wish Banhiran MD. Epworth Sleepiness scale in obstructive sleep disordered breathing: the reliability and validity of the Thai version. Sleep Breath. 2010

รูปที่ 10 แบบทดสอบระดับความง่วงนอนเอ็บเวิร์ธ
ที่มา: Banhiran et al., 2010

ข้อมูลทางคลินิกอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในการประเมินความเสี่ยงต่อการเป็น ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น อาจใช้ข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การใช้ค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการวัดภาพถ่ายรังสีของกะโหลกศีรษะด้านข้าง (lateral cephalometry) หรือ แบบจำลองทางคลินิกสำหรับการทำนายโรค (clinical predictive models) ซึ่งใช้ข้อมูลจากปัจจัยเสี่ยงหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับ ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุด

กั้น มาสร้างเป็นสูตรหรือสมการทางคณิตศาสตร์สำหรับทำนายโอกาสเกิดโรค หรืออาจใช้วิธีอื่น ๆ ได้เช่นกัน

2.4 เกณฑ์การวินิจฉัยและการแบ่งระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากจากอุดกั้น (คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล 2562)

เกณฑ์การวินิจฉัย

การวินิจฉัยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ตามนิยามของ International Classification of Sleep Disorders (ICSD) ฉบับล่าสุด คือ ต้องเข้าเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ระหว่าง (ข้อ A ร่วมกับข้อ B) หรือ (ข้อ C) ดังนี้

A. มีลักษณะอย่างน้อยหนึ่งอย่างจากข้อต่อไปนี้

1. ผู้ป่วยบอกอาการความง่วง การหลับไม่เต็มอิ่ม อ่อนเพลีย หรือมีอาการนอนไม่หลับ

2. ผู้ป่วยตื่นระหว่างคืนเนื่องจากการหายใจไม่ออก หายใจเฮือก หรือสำลักอากาศ

3. มีผู้สังเกตเห็นว่า ผู้ป่วยกรนดังเป็นประจำ หายใจติดขัด (หรือทั้งสองอย่าง) ขณะหลับ

4. ผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น ความดันเลือดสูง โรคหลอดเลือดแดงโคโรนารี โรคหลอดเลือดสมอง ภาวะหัวใจล้มเหลว การระริกของกล้ามเนื้อหัวใจห้องบน โรคเบาหวานชนิดที่ 2 ความผิดปกติทาง
อารมณ์และการรับรู้

B. การทดสอบการนอนหลับประเภทที่ 1 (attended polysomnography) หรือ การทดสอบการนอนหลับนอกศูนย์ (out-of-center sleep testing) พบจำนวนเหตุการณ์ผิดปกติของการหายใจซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการอุดกั้น (obstructive respiratory events) อย่างน้อย 5 ครั้งต่อชั่วโมงขึ้นไป

C. การทดสอบการนอนหลับประเภทที่ 1 หรือ การทดสอบการนอนหลับนอกศูนย์ พบจำนวนเหตุการณ์ผิดปกติของการหายใจซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการอุดกั้น อย่างน้อย 15 ครั้งต่อชั่วโมงขึ้นไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การแบ่งระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจ

สำหรับระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ส่วนใหญ่จะใช้การแบ่งตามค่า AHI RDI หรือ REI ขึ้นอยู่กับประเภทของการทดสอบการนอนหลับ แบ่งความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ออกเป็นระดับต่าง ๆ ได้แก่

1. ระดับรุนแรงน้อย (mild OSA) คือมีค่าดัชนีดังกล่าว ตั้งแต่ 5 ถึงน้อยกว่า 15 ครั้งต่อชั่วโมง

2. ระดับรุนแรงปานกลาง (moderate OSA) คือมีค่าดัชนีดังกล่าว ตั้งแต่ 15 ถึงน้อยกว่า30 ครั้งต่อชั่วโมง

3. ระดับรุนแรงมาก (severe OSA) คือมีค่าดัชนีดังกล่าว ตั้งแต่ 30 ครั้งต่อชั่วโมงขึ้นไป

2.5 การทดสอบการนอนหลับในห้องปฏิบัติการ

ข้อบ่งชี้สำหรับการตรวจ

ข้อบ่งชี้ของการทดสอบการนอนหลับประเภทที่ 1 ได้แก่

1. ใช้เป็นมาตรฐาน (gold standard) ในการวินิจฉัยและประเมินความรุนแรงของกลุ่ม โรคหายใจผิดปกติที่สัมพันธ์กับการหลับ (Sleep-related breathing disorders: SRBD) โดยเฉพาะกรณีต่อไปนี้

1.1 ผู้ป่วยที่นอนกรนดังเป็นประจำ หรือมีความง่วงมากผิดปกติในเวลากลางวัน (excessive daytime sleepiness: EDS) โดยเฉพาะในผู้ที่มีความเสี่ยงสูงหรือมีโรคประจำตัว

1.2 ผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเป็นภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น แต่ผลการทดสอบการนอนหลับที่บ้าน (home sleep test: HST) ได้ผลลบ (negative study) หรือตรวจไม่พบโรค

1.3 ผู้ป่วยเด็กที่นอนกรน โดยเฉพาะเด็กที่มีความเสี่ยงสูง

1.4 ใช้ประเมินผู้ป่วยก่อนผ่าตัดทางเดินหายใจ และใช้ติดตามประเมินผลการรักษาหลังผ่าตัดทั้งในเด็กและผู้ใหญ่

1.5 ใช้ติดตามผลการรักษาและช่วยในการปรับอุปกรณ์ในช่องปาก (oral appliance)

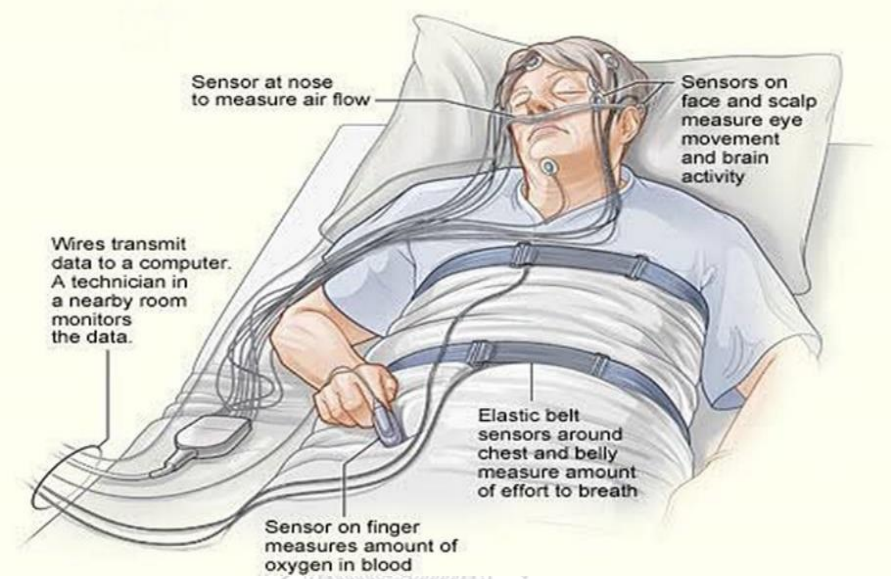
1.6 ใช้ตั้งระดับแรงดันที่เหมาะสม (pressure titration) สำหรับการรักษาด้วยเครื่องอัดอากาศแรงดันบวก (positive airway pressure: PAP) หรือใช้ติดตามผลการรักษา

2. ใช้ประกอบการวินิจฉัยโรคลมหลับ (narcolepsy)

3. ใช้วิเคราะห์การกระตุกของแขนหรือขาเป็นระยะขณะหลับ (periodic limb movement in sleep: PLMS)

4. ใช้ประเมินอาการนอนละเมอ (parasomnia) ที่ไม่สามารถแยกจากโรคอื่นได้ชัดเจน

5. ใช้สนับสนุนการวินิจฉัย กลุ่มอาการขาอยู่ไม่สุข (restless leg syndrome: RLS)



รูปที่ 11 การตรวจการนอนหลับ

ที่มา : https:// https://www.sleep-apnea-guide.com/polysomnogram.html

ส่วนประกอบของช่องสัญญาณในการตรวจ

การตรวจ PSG ที่เป็นการทดสอบการนอนหลับประเภทที่ 1 ประกอบด้วย การวัดช่องสัญญาณ (channel) ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายอย่างน้อย 7 อย่าง ได้แก่

1. คลื่นไฟฟ้าสมอง (electroencephalogram: EEG) ใช้เพื่อดูระยะการหลับโดยการติดขั้วไฟฟ้า (electrode) ที่หนังศีรษะในตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งอ้างอิงจากการใช้ระบบ 10-20 ตามคู่มือของ AASM

2. คลื่นไฟฟ้าลูกตา (electrooculogram: EOG) ใช้เพื่อดูการเคลื่อนไหวไปมาของลูกตาขณะหลับหรือตื่น โดยอาศัยความแตกต่างทางขั้วไฟฟ้าระหว่างกระจกตา (Cornea) กับจอตา (retina) โดยตำแหน่งที่ติดขั้วไฟฟ้า electrode จะอยู่ทางด้านข้างของหางตาและเหนือหรือใต้ต่อช่องหว่างหนังตา ประมาณ 1 เซนติเมตร

3. คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่คาง (chin electromyogram: chin EMG) ใช้เพื่อช่วยดูความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (muscle tone) โดยติดขั้วไฟฟ้าไว้บริเวณใต้คาง (submental area)

4. คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (electrocardiogram: EKG) ใช้เพื่อตรวจลักษณะการทำงาน ของหัวใจ

5. สัญญาณลมหายใจ (airflow signals) เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของลมหายใจทาง จมูกและปาก โดยแนะนำให้ใช้เครื่องมือทั้งชนิด thermistor ซึ่งวัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของ ลมหายใจที่สัมผัสกับเครื่อง และชนิด nasal pressure transducer ซึ่งวัดแรงดันลมที่หายใจ

6. สัญญาณของความพยายามในการหายใจ (respiratory effort signals) ส่วนใหญ่ดูจากการเคลื่อนไหวของทรวงอกและท้อง (thoracoabdominal movement) โดยแนะนำให้ใช้ (respiratory inductance plethysmography: RIP) เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของการหายใจด้วยการเหนี่ยวนำ

7. ความอิ่มตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดส่วนปลาย (peripheral Oxygen Saturation: Sp0) ตรวจด้วยเครื่องวัดออกซิเจนตามชีพจร (pulse Oximeter) ที่บริเวณปลายนิ้วหรือติ่งหูของผู้ป่วย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดและต้องมีเสมอในการทดสอบการนอนหลับทุกประเภท

ช่องสัญญาณที่อาจวัดเพิ่มเติมอื่น ๆ ได้แก่

1. ท่าของร่างกาย (body position) ใช้เพื่อบอกท่านอน เช่น นอนหงายหรือตะแคง

2. การบันทึกวีดิทัศน์ (Video recording) ใช้เพื่อศึกษาพฤติกรรมขณะหลับ

3. เสียงกรนที่บันทึกได้จากไมโครโฟน (Snoring microphone) ใช้วัดระดับความดังของเสียงกรน หรือช่วยเพิ่มข้อมูลในการวิเคราะห์ลักษณะการหายใจบางอย่างที่ตรวจพบ

4. ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide: CO) ในร่างกายซึ่งอาจวัดทางลมหายใจออก (end-tidal CO: EtCO) หรือวัดผ่านทางผิวหนัง (transcutaneous CO; TCCO)

5. คลื่นไฟฟ้าสมองเพิ่มเติม (additional EEG)

6. คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ขา (leg EMG)

7. คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่แขนท่อนปลาย (forearm EMG)

8. คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่กราม (masseter EMG)

นอกเหนือจากข้างต้นแล้ว ยังอาจเพิ่มการวัดความดันในหลอดอาหาร (esophageal manometry) เพื่อใช้ดูการเปลี่ยนแปลงของความดันในทรวงอก (intrathoracic pressure) หรือการตรวจอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัดต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6 หลักการและแนวทางการรักษาในภาพรวม (คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล 2562)

วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการรักษาการกรนและภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น คือ การช่วยให้ผู้ป่วยและคนรอบข้างมีสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น รวมถึงป้องกันหรือลดภาวะแทรกซ้อนหลายอย่างที่อาจตามมา อย่างไรก็ตาม ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นเป็นภาวะเรื้อรังที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุปัจจัยและพยาธิสรีรวิทยาหลายอย่าง ทำให้ผู้ป่วยมีลักษณะทางคลินิก (clinical characteristics) หรือรูปแบบปรากฏ (phenotypes) ที่หลากหลาย และมีการตอบสนองหรือมีข้อจำกัดต่อการรักษาที่ไม่เหมือนกัน จึงมีการนำหลักการหรือแนวคิดของการรักษาแบบเฉพาะบุคคล (Individualized therapy) หรือ personalized therapy มาใช้ในการเลือกวิธีรักษา โดยคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่างทั้งปัจจัยของตัวโรค ปัจจัยของตัวผู้ป่วย และปัจจัยของวิธีการรักษา ในการวางแผนการรักษาร่วมกับผู้ป่วยให้ได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละราย

การรักษาแบบอนุรักษ์

การรักษาแบบอนุรักษ์ (Conservative treatment) หมายถึง การให้คำแนะนำเพื่อให้ผู้ป่วยมีความรู้เกี่ยวกับภาวะดังกล่าว และตระหนักถึงผลสืบเนื่องหรือภาวะแทรกซ้อน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

การลดน้ำหนักและการรักษาโรคอ้วน

จากผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักตัวของผู้ป่วยมีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของ ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น โดยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจะสอดคล้องในทิศทางเดียวกับค่า AHI ที่เพิ่มขึ้น และในทางกลับกันการลดน้ำหนักอาจช่วยให้ผู้ป่วยอาการดีขึ้น โดยเฉพาะหากดัชนีมวลกาย (body mass index: BMI) ลดลงกลับมาใกล้เคียงปกติ อย่างไรก็ตามค่า BMI อาจมีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น รวมถึงภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ น้อยกว่าภาวะอ้วนกลางลำตัว (Central obesity) หรือภาวะอ้วนลงพุง โดยการเพิ่มขึ้นของไขมันในช่องท้อง (Visceral fat) ที่มากจะทำให้มีการเบียดดันปริมาตรปอดให้ขยายตัวได้ลดลงขณะหายใจเข้า และการเพิ่มขึ้นของเนื้อเยื่อไขมันบริเวณข้างคอหอย (parapharyngeal area) และบริเวณหลังคอหอย (retropharyngeal area) จะเบียดให้ช่องทางเดินหายใจส่วนบนมีรูปร่างเปลี่ยนแปลง และมีขนาดแคบลง ซึ่งทำให้มีโอกาสยุบตัวได้ง่ายขึ้น การลดน้ำหนักอาจช่วยลดปริมาตรของเนื้อเยื่อไขมันบริเวณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และช่วยลดอาการรวมถึงความรุนแรงของ ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ตลอดจนอาจช่วยให้คุณภาพการนอนหลับดีขึ้นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การรักษาทางเลือกอื่น ๆ

การรักษาทางเลือกอื่น ๆ (other alternatives) หมายถึง ทางเลือกในการรักษา ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ที่อาจใช้ตามความเหมาะสมของผู้ป่วยแต่ละราย ในกรณีที่ไม่สามารถใช้การรักษาหลักดังกล่าว (ได้แก่ การใช้เครื่องอัดอากาศแรงดันบวก อุปกรณ์ในช่องปาก และการผ่าตัด) ปัจจุบันมีการรักษาที่เป็นทางเลือกอื่น ๆ ได้แก่

การรักษาโรคจมูก เนื่องจากผู้ป่วย ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น อาจพบโรคจมูกซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกันค่อนข้างบ่อย การรักษาโรคจมูกด้วยวิธีต่าง ๆ จึงอาจมีส่วนช่วยให้การกรนและ ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ดีขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อมไม่มากก็น้อย

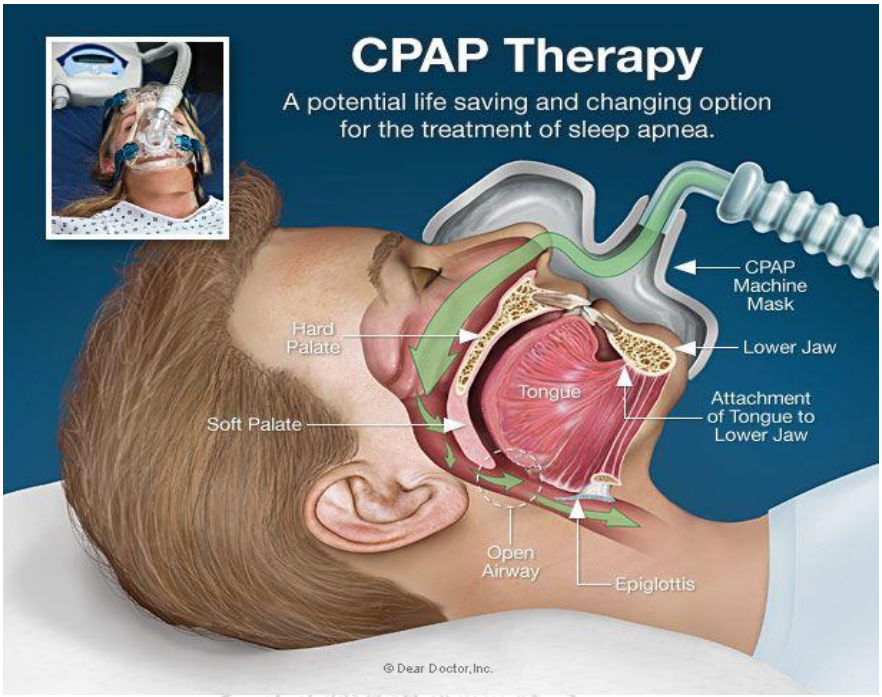
การรักษาด้วยการปรับท่านอน (positional therapy) มีหลักการคือ การพยายามป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยนอนหงาย หรือการทำให้ผู้ป่วยสามารถคงอยู่ในท่านอนตะแคงขณะหลับได้มากที่สุด การรักษาวิธีนี้อาจใช้เป็นการรักษาเสริมในผู้ป่วยที่ปฏิเสธการรักษาหลัก หรือใช้ร่วมกับการรักษาวิธีอื่น ๆ ในผู้ป่วยที่มีการกรนหรือเป็นภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นชนิดที่สัมพันธ์กับท่านอน (positional-related OSA)

การรักษาด้วยการฝึกกล้ามเนื้อ (myofunctional therapy) หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบน (upper airway muscle training) หรือการออกกำลังกายบริเวณคอหอย (oropharyngeal exercise) โดยมีจุดประสงค์เพื่อทำให้กล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบนแข็งแรงและมีแรงคงตัวอยู่ได้ขณะหลับ นอกจากนี้ยังอาจช่วยให้การหายใจทางจมูกดีขึ้น และอาจช่วยให้ขากรรไกรล่างเติบโตขึ้นรวมถึงทำให้รูปหน้าดีขึ้น ทั้งนี้การฝึกกล้ามเนื้ออาจใช้การบริหารกล้ามเนื้อบริเวณช่องปาก ลิ้น เพดานอ่อน และผนังคอหอย รวมถึงการฝึกพูด และใช้เครื่องดนตรี หรือเครื่องเป่าชนิดอื่น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การรักษาด้วยเครื่องอัดอากาศแรงดันบวก

วิธีนี้ได้รับการยอมรับว่า เป็นการรักษา ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น แบบประคับประคอง (supportive treatment) ที่ได้ผลดีมาก โดยมีหลักการคือการใช้เครื่องสร้างอากาศ (ลม) แรงดันบวกเข้าไปช่วยพยุงค้ำยันหรือถ่างทางเดินหายใจส่วนบนให้เปิดตลอดเวลา (pneumatic splint) เพื่อไม่ให้เกิดการยุบตัวหรืออุดกั้นจากเนื้อเยื่อรอบข้างขณะที่ผู้ป่วยหลับ และบางครั้งอาจช่วยเพิ่มปริมาตรปอดด้วย โดยทั่วไปส่วนประกอบหลักของ PAP ได้แก่ เครื่องอัดอากาศแรงดันบวก (PAP machine), ท่อลม (hose หรือ tubing), ส่วนต่อประสาน (interface) หรือหน้ากาก (mask) และอุปกรณ์เสริม (accessories) ชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 12 การรักษาด้วยเครื่องอัดอากาศแรงดันบวก

ที่มา : https:// https://www.sleepquest.com/does-cpap-lower-high-blood-pressure/

ข้อบ่งชี้ของการรักษา

ข้อบ่งชี้โดยรวมของการใช้ PAP สำหรับการรักษา ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ได้แก่

1. ผู้ป่วยที่มีผลการทดสอบการนอนหลับพบว่า มีค่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว หรือดัชนีการหายใจถูกรบกวน หรือดัชนีการหายใจผิดปกติมากกว่า หรือเท่ากับ 15 ครั้งต่อชั่วโมง

2. ผู้ป่วยที่มีผลการทดสอบการนอนหลับพบว่า มีค่า AHI หรือ RDI ตั้งแต่ 5 ถึง 15 ครั้งต่อชั่วโมง ร่วมกับความผิดปกติหรือโรคประจำตัวอย่างใดอย่างหนึ่ง

ประเภทของเครื่องอัดอากาศแรงดันบวก

ปัจจุบันอาจแบ่งประเภทของ PAP เป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่

1. เครื่องอัดอากาศแรงดันบวกชนิดต่อเนื่องแบบตั้งค่าคงที่ (fixed continuous positive airway pressure: fixed CPAP) เป็นเครื่องชนิดที่สร้างแรงดันบวกตามระดับที่ถูกตั้งไว้แบบคงที่

2. เครื่องอัดอากาศแรงดันบวกชนิดต่อเนื่องแบบปรับอัตโนมัติ (auto-titrating Continuous positive airway pressure: autoCPAP) เป็นเครื่องชนิดที่สร้างแรงดันบวกในระดับที่แปรเปลี่ยน

อัตโนมัติภายในช่วงที่ตั้งไว้โดยอาศัยหลักการปรับแรงดันที่แตกต่างกันตามขั้นตอนวิธี (algorithm) ที่คิดค้นของผู้ผลิต

3. เครื่องอัดอากาศแรงดันบวกชนิดสองระดับแบบตั้งค่าคงที่ (fixed bilevel positive airway pressure: fixed BPAP) เป็นเครื่องชนิดที่สร้างแรงดันบวกสองระดับคือ แรงดันบวกช่วงหายใจเข้า (inspiratoryPAP: IPAP) และแรงดันบวกช่วงหายใจออก (expiratory PAP: EPAP)

4. เครื่องอัดอากาศแรงดันบวกชนิดสองระดับแบบปรับอัตโนมัติ (auto-titrating bilevel positive airway pressure: autoBPAP) เป็นเครื่อง BPAP ที่สามารถปรับระดับแรงดัน ทั้ง IPAP และ EPAP อัตโนมัติ และอาจมีเทคโนโลยีเพิ่มเติม เช่น C-flex หรือ EPR เพื่อให้ผู้ป่วยหายใจออกได้สบาย

5. เครื่องอัดอากาศแรงดันบวกชนิดช่วยหายใจแบบตอบสนองจากข้อมูลป้อนกลับ (adaptive servo-ventilator: ASV) เป็นเครื่องอัดอากาศแรงดันบวกชนิดสองระดับ ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องช่วยหายใจ (Ventilator) ที่สามารถปรับแรงดันอัตโนมัติตามลักษณะการหายใจของผู้ป่วย

ส่วนต่อประสานร่างกาย

ส่วนต่อประสานระหว่างเครื่อง PAP กับทางเดินหายใจส่วนบน ในที่นี้หมายถึงหน้ากาก (mask) ซึ่งมีความสำคัญค่อนข้างมากต่อการใช้เครื่องอย่างต่อเนื่อง (adherence) และผลการรักษา การเลือกหน้ากากที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ป่วยแต่ละราย โดยควรเลือกแบบที่ผู้ป่วยทดลองสวมใส่แล้วรู้สึกสบายและแนบสนิทกับโครงสร้างใบหน้าพอดี โดยทั่วไปแบ่งหน้ากากเป็นชนิด ต่าง ๆ ได้แก่

1. หน้ากากแบบครอบจมูก (nasal mask)
2. หน้ากากแบบสอดรูจมูก (nasal pillow หรือ nasal prong)
3. หน้ากากแบบครอบทั้งจมูกและปาก (oronasal mask หรือ full-face mask)
4. หน้ากากแบบครอบปาก (oral mask)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการรักษา

การรักษาภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ด้วยการใช้ PAP อย่างเหมาะสมและเพียงพอ จะช่วยลดความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจและอาการต่าง ๆ รวมถึงอาจช่วยลดความเสี่ยงจากภาวะแทรกซ้อนของ ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ได้ดังนี้

ผลต่ออาการและคุณภาพชีวิต

จากผลการศึกษาพบว่า การใช้ PAP ช่วยให้มีการเพิ่มขึ้นของการหลับระยะ REM และ N3 ซึ่งบ่งชี้ว่าคุณภาพการนอนหลับดีขึ้น และช่วยลดอาการง่วงกลางวัน รวมถึงช่วยทำให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ผลต่อหน้าที่ของสมอง การรับรู้ และอารมณ์

จากผลการศึกษาพบว่า การใช้ PAP ในผู้ป่วยที่เป็น ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ระดับรุนแรงมาก อาจช่วยให้การ ทำหน้าที่ทางระบบประสาทและการรับรู้ (neuroCognitive function) หลายด้านรวมถึงอารมณ์ (mood) ดีขึ้นเล็กน้อย

ผลต่อความดันเลือด

จากผลของ meta-analysis ของ RCT (hypertension) พบว่า การใช้ PAP สามารถลดความดันเลือดช่วงหัวใจบีบ (Systolic blood pressure) และความดันเลือดช่วงหัวใจคลาย (diastolic blood pressure) ได้เฉลี่ยประมาณ 2 ถึง 4 มิลลิเมตรปรอท (ทั้งกลางวันและกลางคืน) เมื่อเทียบกับกลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตาม ผลของ PAP ยังลดความดันเลือดได้ไม่ดีเท่ากับยาลดความดัน ดังนั้นผู้ป่วย ส่วนมากจึงยังไม่สามารถหยุดยาได้ แม้ว่าจะใช้ PAP อย่างเพียงพอ

ผลต่อโรคหลอดเลือดแดงโคโรนารี

จากผลการศึกษาทั้งแบบ RCT และ meta-analysis พบว่า PAP ไม่ได้ช่วยลดอัตราการเป็นซ้ำ (recurrence rate) หรืออัตราตาย (mortality rate) ของผู้ป่วย ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ที่เป็นโรคหลอดเลือดแดงโคโรนารี (Coronary artery disease) อยู่แล้ว โดยเฉพาะถ้าผู้ป่วยไม่มีความง่วงมากผิดปกติในเวลากลางวันและใช้ PAP น้อยกว่า 4 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามการใช้ PAP เกิน 4 ชั่วโมงต่อคืน มีแนวโน้มว่าอาจช่วยลดความเสี่ยงดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลต่อภาวะหัวใจล้มเหลว

จากผลการศึกษาพบว่า PAP ช่วยให้การบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้ายดีขึ้นเล็กน้อย ใน ผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ที่มีภาวะหัวใจล้มเหลวที่มีความผิดปกติช่วงหัวใจบีบ (heart failure with reduced injection fraction)

ผลต่อโรคหลอดเลือดสมอง

จากผลของ meta-analysis ที่ได้จากการศึกษาตามแผนแบบไปข้างหน้า (prospective cohort study) พบว่า PAP อาจช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมองได้

ปัญหาและผลข้างเคียงของการรักษา

ปัญหาที่พบบ่อยในการรักษาด้วย PAP ในช่วงแรกคือ การที่ผู้ป่วยไม่เข้าใจถึงความสำคัญของโรค ทำให้มีทัศนคติที่ไม่ยอมรับและมีการปฏิบัติตามคำแนะนำ (compliance) หรือการติดตาม (adherence) ในการใช้เครื่องที่ไม่ดีเท่าที่ควร สำหรับผลข้างเคียง (side effects) จากการใช้ PAP อาจแบ่งออกเป็นกลุ่ม ต่าง ๆ ได้แก่

1. ผลข้างเคียงจากหน้ากากที่พบบ่อย ได้แก่ ความรู้สึกรำคาญหรือเจ็บ ผู้ป่วยบางราย อาจมีรอยกดทับ เกิดแผลถลอก หรือมีผื่นแพ้สัมผัส (Contact dermatitis) จากหน้ากาก

2. ผลข้างเคียงจากแรงดันลม ได้แก่ อาการคอแห้ง จมูกแห้งหรือปากแห้ง ซึ่งเป็นผลข้างเคียงของ PAP

3. ผลข้างเคียงเกี่ยวกับจมูก ได้แก่ อาการคัดจมูก น้ำมูกไหล เลือดกำเดาไหล โดยเฉพาะ ในรายที่มีปัญหาทางจมูก เช่น โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (allergic rhinitis)

4. ผลข้างเคียงอื่น ๆ ได้แก่ ความไม่สะดวกในการใช้งาน โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่ต้องเดินทางบ่อย

การรักษาด้วยอุปกรณ์ในช่องปาก

การรักษาด้วยอุปกรณ์ในช่องปาก (oral appliance: OA) มีหลักการคือ การทำให้ขากรรไกรล่างและ/หรือโคนลิ้นเคลื่อนตัวไปด้านหน้า เพื่อเปิดช่องทางเดินหายใจส่วนบนให้กว้าง และตึงตัวมากขึ้น ขณะเดียวกันจะช่วยป้องกันไม่ให้ลิ้นหรือเนื้อเยื่อในลำคอหย่อนลงไปอุดกั้นทางเดินหายใจส่วนบนด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การรักษาด้วยการผ่าตัด

การรักษาด้วยการผ่าตัด (Surgical treatment) มีจุดประสงค์หลักเพื่อแก้ไขลักษณะทางกายวิภาคให้ทางเดินหายใจส่วนบนมีขนาดกว้างขึ้นหรือตึงตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งจะช่วยลดโอกาสการยุบตัวลงจนเกิดการตีบแคบ และช่วยให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยดีขึ้น รวมถึงลดภาวะแทรกซ้อนจาก ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น โดยการผ่าตัดบางครั้งอาจใช้เป็นการรักษาหลักเพื่อให้หายขาด (cure) หรือเป็นการรักษาทางเลือกในกรณีผู้ป่วยปฏิเสธหรือไม่ร่วมมือในการใช้ PAP หรือไม่สามารถทนผลข้างเคียงในการใช้ PAP ได้

2.7 สารอนุมูลอิสระ และสารต้านอนุมูลอิสระกับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

สารอนุมูลอิสระ (อนงค์นาฎ ไพนุพงศ์, 2560)

สารอนุมูลอิสระ (Free radicals, Oxidants) คืออะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว (Unpair electron) ซึ่งไม่เสถียรและว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา สามารถจับกับโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ เช่น ลิพิด (Lipid) โปรตีน (Protein) และสารพันธุกรรม หรือดีเอ็นเอ (Deoxyribonucleic acid; DNA) เพื่อให้ตัวเองมีความเสถียรขึ้น ซึ่งโมเลกุลข้างเคียงที่รับหรือเสียอิเล็กตรอนจะกลายเป็นสารอนุมูลอิสระตัวใหม่โดยจะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่น ๆ ต่อไปเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain reaction) สารอนุมูลอิสระนั้นมีทั้งที่อยู่ในรูปของอนุพันธ์ออกซิเจนที่ว่องไว (Reactive oxygen species; ROS) อนุพันธ์ไนโตรเจนที่ว่องไว (Reactive nitrogen species; RNS) เป็นต้น ซึ่งเกิดขึ้นตลอดเวลาในสิ่งมีชีวิตที่ใช้ออกซิเจน ผ่านกระบวนการแมทาบอลิซึม (Metabolism) เช่น การหายใจระดับเซลล์ (Cellular respiration) เพื่อสร้างพลังงานภายในไมโตคอนเดรีย (Mitochondria) นอกจากนี้สารอนุมูลอิสระยังเกิดจากการเซลล์ที่บาดเจ็บหรือการอักเสบเนื่องจากการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาวเพื่อทำลายสิ่งแปลกปลอม ภาวะความเครียด (Stress) การได้รับมลภาวะ (Pollution) ต่าง ๆ ยาสูบ (Tobacco smoke) รวมถึงแอลกอฮอล์ (Alcohol) เป็นต้น สารอนุมูลอิสระสามารถแบบเป็น 3 ชนิด ดังนี้

สารอนุมูลอิสระที่มีออกซิเจนเป็นศูนย์กลาง (Oxygen-centered free radicals) ถูกสร้างจากไมโตคอนเดรียโดยกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน (Electron transport chain; ETC) รวมไปถึงระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular system) ที่มีความผิดปกติ ซึ่งอยู่ในรูปของซูเปอร์ออกไซด์ แอนไอออน (Superoxide anion; O2•-) ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide; H2O2) อนุพันธ์ของไฮดรอกซิล (Hydroxyl radicals; OH•) และโมเลกุลออกซิเจนที่ไม่มีอิเล็กตรอนเดี่ยว (Singlet oxygen)

สารอนุมูลอิสระที่มีคาร์บอนเป็นศูนย์กลาง (Carbon-centered free radicals) เช่นอนุพันธ์ของเพอร์รอกซิล (Peroxyl radicals; ROO•) และอนุพันธ์ของอัลคอกซิล (Alkoxyl redicals; RO•)

สารอนุมูลอิสระที่มีไนโตรเจนเป็นศูนย์กลาง (Nitrogen-centered free radicals) เช่น ไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide; NO) และผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้ของไนตริกออกไซด์

บทบาทสำคัญของอนุพันธ์ออกซิเจนที่ว่องไวและอนุพันธ์ไนโตรเจนที่ว่องไวที่เกี่ยวข้องในกระบวนการอักเสบจากการติดเชื้อ (Infection) การสูบบุหรี่ หรือสาเหตุอื่น ๆ ที่ส่งผลให้เม็ดเลือดขาวเคลื่อนที่ไปยังเนื้อเยื่อภายนอกหลอดเลือด (Extra vascular tissue) ทำให้เกิดกระบวนการงอก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขยายของเซลล์ (Cell proliferation) และกระบวนการซ่อมแซมของเนื้อเยื่อ (Tissue repair regeneration) โดยที่อนุพันธ์ออกซิเจนที่ว่องไวและอนุพันธ์ไนโตรเจนที่ว่องไวสร้างความเสียหายหรือทำลายโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ (Plasma membrane) และทำลายโครงสร้างของสารพันธุกรรม เกิดการกระตุ้นโปรตีนที่สามารถเข้าจับอย่างจำเพาะกับสารพันธุกรรม (Transcription factor; TF) ผ่านวิถีการส่งต่อสัญญาณ (Signal transduction pathways) เช่น ไมโทเจน-แอคทิเวเตดโปรตีนไคเนส (Mitogen-activated protein kinase) และโปรตีนไคเนส ซี (Protein kinase C; PKC) ทำให้เกิดอนุมูลอิสระอย่างต่อเนื่อง และเกิดความไม่สมดุลกับสารต้านอนุมูลอิสระ ทำให้เกิดภาวะความเครียดจากการออกซิเดชัน (Oxidative stress) นำไปสู่การทำลายโครงสร้างของสารพันธุกรรม นำไปสู่การตายของเซลล์แบบอะพอพโทซิส (Apoptosis) หรือการถูกกระตุ้นของเซลล์ให้เพิ่มจำนวนมากเกิดเป็นมะเร็ง (Cancer) หรือนำไปสู่การเกิดโรค เช่น ภาวะหลอดเลือดแข็ง (Atherosclerosis) กลุ่มอาการความล้าเรื้อรัง (Chronic fatigue syndrome; CFS) โรคพาร์กินสัน (Pakinson's disease; PD) โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimers' disease) เป็นต้น

สารต้านอนุมูลอิสระ (อนงค์นาฏ ไพนุพงศ์, 2560)

สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่ช่วยป้องกันหรือยังยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ช่วยกำจัดและลดปริมาณอนุมูลอิสระไม่ให้ไปทำลายสารประกอบของเซลล์ สิ่งมีชีวิตจะมีระบบการสร้างสารต้านออกซิเดชันเพื่อป้องกันการทำลายเนื้อเยื่อ โดยที่สารต้านอนุมูลอิสระมีทั้งชนิดที่เป็นเอนไซม์ (Enzymatic antioxidants) และชนิดที่ไม่ใช่เอนไซม์ (Non-enzymatic antioxidants) โดยทั่วไปสามารถแบ่งสารต้านอนุมูลอิสระได้เป็น 5 ชนิด ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. Primary antioxidant ซึ่งเป็น phenolic compound ทำหน้าที่หนุดปฏิกิริยาลูกโซ่ในปฏิกิริยาของการออกซิเดชันไขมัน ทำให้หน้าที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอน

2. Oxygen scavenger ได้แก่ วิตามินซี (Ascorbic acid) โดยจะเข้าทำปฏิกิริยากับออกซิเจน

3. Secondary antioxidant ได้แก่ thiopro-pionic acid ซึ่งช่วยสลาย lipid hyperoxide

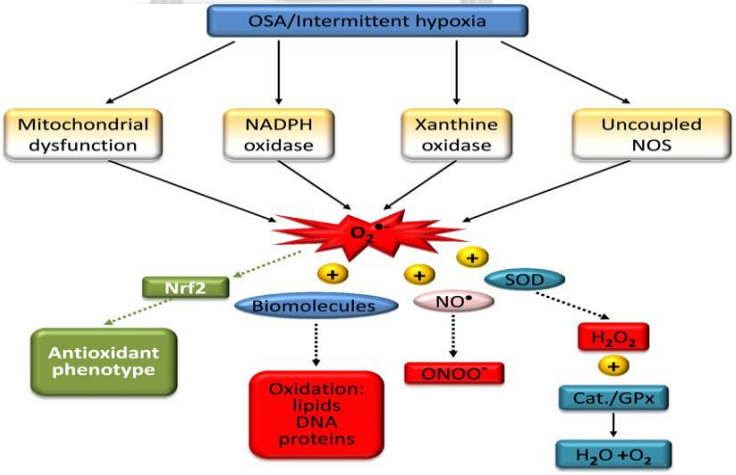
4. enzymatic antioxidant ได้แก่เอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (Superoxide dismutase; SOD) คาตาเลส (Catalase; CAT) ช่วยกำจัดออกซิเจนและอนุพันธ์ออกซิเจน เช่น ไฮโดรเจนเปอออกไซด์

5. metal chelating ได้แก่ กรดซิตริก กระดอะมิโน ทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะ

สำหรับตัวอย่างการทำงานของสารต้านออกซิเดชันที่เป็นเอนไซม์ เช่นซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทสที่พบได้ในเซลล์ทุกชนิด ทำหน้าที่เร่งสลายเปลี่ยนซูเปอร์ออกไซด์ให้เป็นไฮโดรเจนเปอออกไซด์ ซึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำและแก๊สออกซิเจน (O_2) โดยอาศัยเอนไซม์คาตาเลส การขาดเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส และคาตาเลสทำให้เกิด Fenton reaction ซึ่งจะเปลี่ยนไฮโดรเจนเปอออกไซด์ไปเป็น hydroxyl radicals ซึ่งเป็นสาร Oxidizing agent ที่รุนแรง

สารอนุมูลอิสระกับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

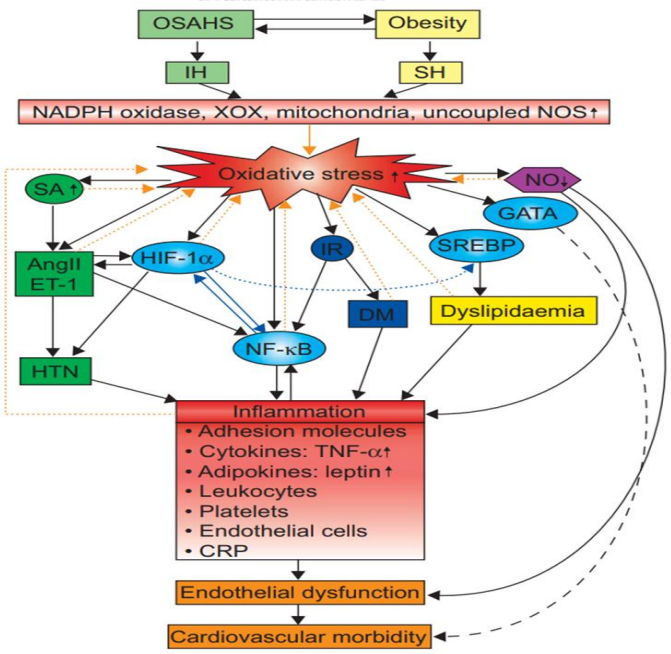
จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า อาการที่สำคัญที่สุดของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นคือการขาดออกซิเจนเป็นช่วง ๆ (Intermittent hypoxia) ซึ่งเกิดจากการอุดกั้นของทางเดินหายใจส่วนบน เมื่อเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดการทำงานของเอนไซม์ NADPH oxidase xanthine oxidase ร่วมไปถึงการทำให้บางออร์แกเนล (Organelle) ในเซลล์เช่น ไมโทคอนเดีย (Mitochondria) เอนโดนพลาสมิก เรติคิวลัม (Endoplasmic reticulum) ทำงานผิดปกติ มีสารต่าง ๆ คั่งค้างในออร์แกเนลดังกล่าวส่งผลให้เกิดซูเปอร์ออกไซด์ แอนไอออนปริมาณมาก นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นมีการลดลงของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทสอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับผู้ที่มีสุขภาพดี นอกจากนี้เอนไซม์ดังกล่าวยังลดลงตามระดับความของแรงของภาวะหยุดหายใจอีกด้วย (Tian et al., 2021)



รูปที่ 13 สารอนุมูลอิสระกับโรคหยุดใจขณะหลับจากการอุดกั้น

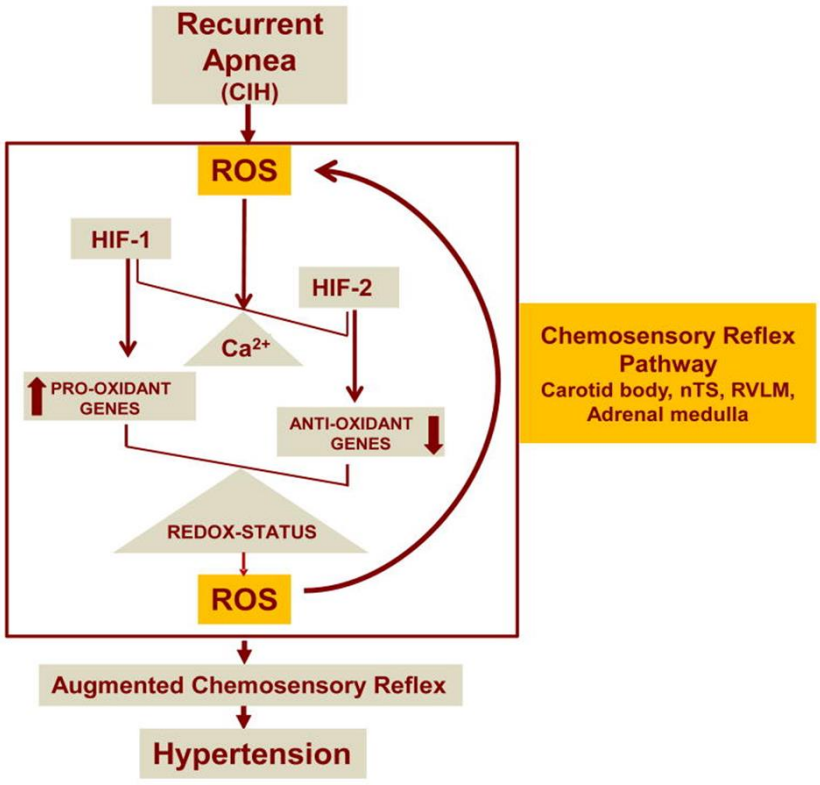
ที่มา: Lavie, 2015

สารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจากการหยุดหายใจไม่เพียงแต่ทำให้เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายเสียหายแล้ว ยังสามารถทำให้การทำงานของเม็ดเลือดขาวบางชนิดทำงานผิดปกติก่อให้เกิดการหลั่งไซโตไคน์ต่าง ๆ ทำให้เกิดการอักเสบภายในทางเดินหายใจผ่านระดับไนติกออกไซด์ในลมหายใจออกที่เพิ่มขึ้น และยังกระตุ้นการทำงานของระบบซิมพาเทติก ผ่านการส่งสัญญาณจากแครอทิดบอดี้เมื่อมีการระคายเคืองของบริเวณดังกล่าวร่วมกับ ความดันย่อยออกซิเจนในเลือดแดงลดลง และความดันย่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดแดงสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดเอนโดทิลิน (Endothelin) ซึ่งเป็นสาร Vasoconstrictor ร่วมกับการเกิด Angiotensin ส่งผลให้เกิดการดำเนินของโรคความดันโลหิตสูง นอกจากนี้สารอนุมูลอิสระยังกระตุ้นไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์วันอัลฟ่า (Hypoxia inducible factor -1α) ที่ทำให้เกิดการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสารอนุมูลอิสระ (Pro-oxidant genes) ร่วมกับการกระตุ้นให้เกิดวิถีเนโครซิสแฟคเตอร์คัปปาบี (Necrosis factor-kappa β) ทำให้กระตุ้นกระบวนการอักเสบส่งผลให้เกิดการอักเสบ (Inflammation) นอกจากนี้ยังมีวิถี (Pathway) หรือกลไก (Mechanism) อีกมากมายที่เริ่มต้นจากการเกิดสารอนุมูลอิสระที่ทำให้เกิดการอักเสบ การเสื่อมของเซลล์ผนังหลอดเลือดชั้นใน และทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ซึ่งนำไปสู่การเสียชีวิตในที่สุด (Lavie, 2015)



รูปที่ 14 สารอนุมูลอิสระและการอักเสบที่เกิดขึ้นในภาวะหยุดใจขณะหลับจากการอุดกั้น
ที่มา: Lavie & Lavie, 2009

ไม่เพียงแต่สารอนุมูลอิสระที่มีความสำคัญกับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นแล้ว ไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์ซึ่งเป็น transcription factor ที่สำคัญในการควบคุมการสันดาปออกซิเจน (Oxygen consumption) และควบคุมการตอบสนองต่อภาวะพร่องออกซิเจน (Hypoxia) สามารถแบ่งเป็นไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์วันอัลฟ่า และไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์ทูอัลฟ่า โดยพบว่าไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์วันอัลฟ่าเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีนที่ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น ส่วนไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์ทูอัลฟ่าเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีนที่ก่อให้เกิดการต่อต้านอนุมูลอิสระลดน้อยลง ส่งผลให้สมดุล (Redox status) เสียไป และเกิดการอนุมูลอิสระเพิ่มอีกทอดหนึ่ง นอกจากนี้ มีการศึกษาพบว่าระดับไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์วันอัลฟ่าสูงขึ้นในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลที่มีสุขภาพดี และยังเพิ่มขึ้นตามระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจอีกด้วย



รูปที่ 15 สารอนุมูลอิสระและแบ่งเป็นไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์

ที่มา: Nanduri et al., 2015

นอกจากนี้ การเกิด Intermittent hypoxia คาดว่าทำให้สามารถเกิดไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์วันอัลฟ่าได้ทางตรง หากสารดังกล่าวไปเกิดที่บริเวณเบต้าเซลล์ของตับอ่อน อาจทำให้เกิด

อนุมูลอิสระทำให้การทำงานของเซลล์ผิดไปจากเดิม ส่งผลให้เกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และหากสารดังกล่าวไปเกิดบริเวณสมอง อาจทำให้เกิด Cognitive impairment ได้ จะเห็นได้ว่าการเกิด Intermittent hypoxia สามารถทำให้เกิดกลไกภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ มากมายที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพ คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น รวมไปถึงการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรด้วย (Nanduri et al., 2015; Prabhakar et al., 2020)

2.8 ไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (ปาริชาติ พุ่มขจร 2561)

ไซโตไคน์ (Cytokine) เป็นสารจำพวกโปรตีนหรือไกลโคโปรตีน ทำหน้าที่เป็น mediator ในขณะที่เกิดการตอบสนองของภูมิคุ้มกัน มาจากคำว่า cyto ซึ่งแปลว่าเซลล์ และ kinos ซึ่งแปลว่าเคลื่อนที่ในภาษากรีก ดังนั้นไซโตไคน์จึงหมายถึงสารที่หลังออกมาจากเซลล์และใช้ในการติดต่อสื่อสารกับเซลล์ ไซโตไคน์สามารถแบ่งตามการออกฤทธิ์ต่อเซลล์เป็น 3 ประเภทได้แต่ autocrine paracrine และ endocrine และสามารถแบ่งตามคุณลักษณะได้เป็น 4 แบบ ได้แก่

- pleiotropic หมายถึงไซโตไคน์ 1 ชนิดอาจมีผลต่อเซลล์ได้หลากหลายชนิด และยังมีฤทธิ์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์ที่ถูกกระตุ้น

- redundant หมายถึงไซโตไคน์ต่างชนิดกัน อาจมีฤทธิ์เหมือนกันได้

- synergy หมายถึงไซโตไคน์ 2 ชนิดขึ้นไปออกฤทธิ์ร่วมกัน

- antagonism หมายถึงการทำงานของไซโตไคน์ชิดหนึ่งอาจไปยับยั้งการทำงานของไซโตไคน์อีกชนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะเห็นได้ว่าไซโตไคน์ 1 ชนิดมีหน้าที่หลากหลาย และฤทธิ์ที่แตกต่างกันไป ดังนั้นไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการต่อต้านการอักเสบ (Anti-inflammatory cytokine) อาจมีหน้าที่ที่เป็นไซโตไคน์ที่เกี่ยวกับการอักเสบ (Pro-inflammatory cytokine) ได้ โดยหน้าที่สุทธิ (Net effects) ของแต่ละไซโตไคน์ขึ้นอยู่กับ (Opal et al., 2000; Fuster & Walsh, 2014)

- ระยะเวลาที่ไซโตไคน์หลั่ง

- บริเวณ (Local) ที่ไซโตไคน์ทำงาน

- องค์ประกอบของภาวะแข่งขันหรือการแย่งหน้าที่การทำงาน (Competing) หรือภาวะร่วมกัน (Synergist)

- ความหนาแน่นของตัวรับไซโตไคน์ (Cytokine receptor density)

- การตอบสนองของเนื้อที่มีต่อไซโตไคน์แต่ละชนิด

สำหรับไซโตไคน์ในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นมีการศึกษาพบว่า ไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ ได้แก่ ระดับทูเมอร์เนโครซิสแฟคเตอร์อัลฟ่า อินเตอร์ลิวคินวันเบต้า และอินเตอร์ลิวคินซิกซ์สูงอย่างมีนัยสำคัญ และไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการต่อต้านการอักเสบ ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินเท็นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

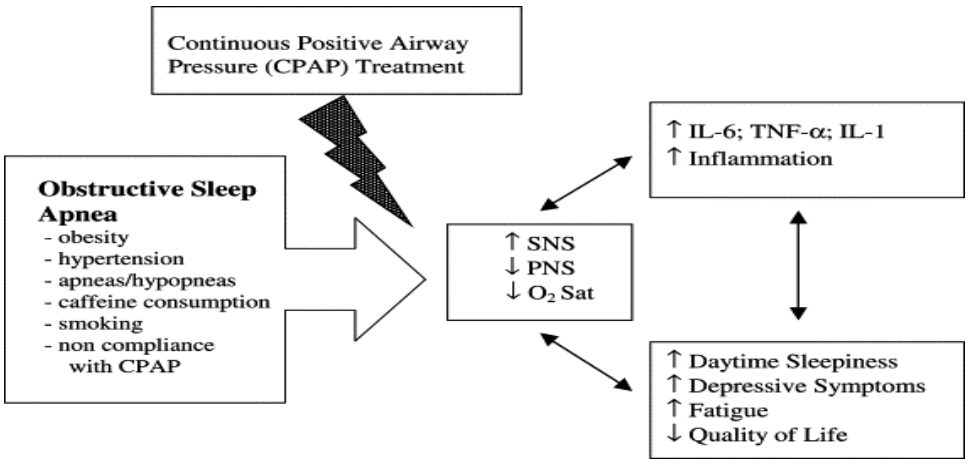
ทูเมอร์เนโครซิสแฟคเตอร์อัลฟ่า เป็นไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบโดยตรง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการตื่นตัวของสมอง (Arousal) ภาวะหลับที่ไม่สนิท (Sleep fragmentation) และการอักเสบของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (Yue et al., 2009; Kheirandish-Gozal & Gozal, 2019)

อินเตอร์ลิวคินวันเบต้า มีความสัมพันธ์กับการอักเสบของทางเดินหายใจ และมีความเกี่ยวข้องกับโรคปอด (Pulmonary disease) โดยตรง (Lappalainen et al., 2005; Tang et al., 2017)

อินเตอร์ลิวคินซิกซ์ เป็นไซโตไคน์อีกตัวที่มีหลากหลายหน้าที่ ซึ่งส่วนใหญ่ในบุคคลที่มีพยาธิสภาพหรือเป็นโรคต่าง ๆ ไซโตไคน์ชนิดนี้เป็นไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอาการง่วงนอนในตอนกลางวัน (Daytime somnolence) และการหลับโดยตรง นอกจากนี้ไซโตไคน์ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงในการเกิดโรคทางระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease) และภาวะแทรกซ้อน (Comorbidity) (Kheirandish-Gozal & Gozal, 2019; Imani et al., 2020)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อินเตอร์ลิวคินเท็น เป็นไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการต่อต้านการอักเสบ โดยจะลดการทำงาน (Suppress) หรือยับยั้งการสังเคราะห์ไซโตไคน์ตัวอื่น ๆ ที่ถูกผลิตโดย Th1 NK cell นิวโทรฟิล และโมโนไซต์ ทำให้ลดไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบได้ (Opal & DePalo., 2000; Alberti et al., 2003; Leon-Cabrera et al., 2015)



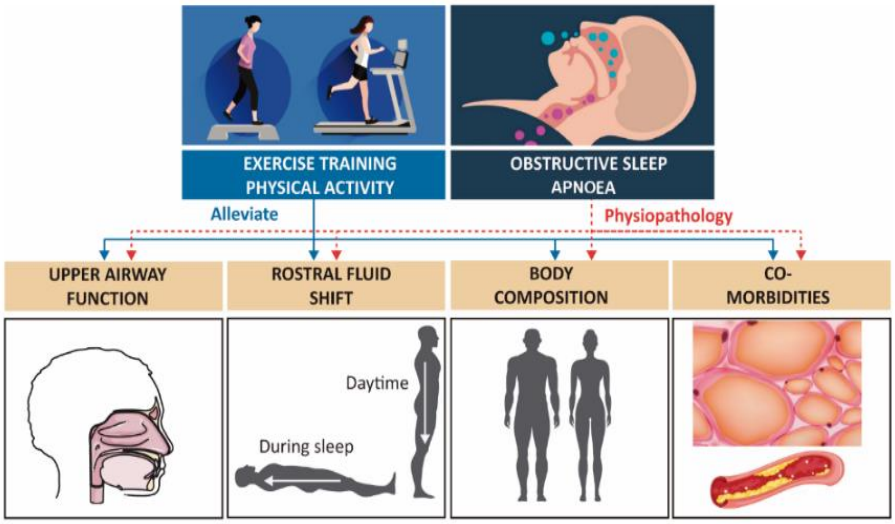
รูปที่ 16 ไซโตไคน์กับแบ่งเป็นไฮพอกเซีย อินดิวซิเบิ้ล แฟคเตอร์
ที่มา: Mill & Dimsdale, 2004

นอกจากอินเตอร์ลิวคินเท็นที่เป็นไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการต่อต้านการอักเสบแล้ว อินเตอร์ลิวคินวันรีเซ็ปเตอร์แอนตาโกนิส (IL-1ra) ก็เป็นอีกไซโตไคน์ที่มีหน้าที่เช่นเดียวกัน โดยทำหน้าที่แย่งจับกับตัวรับอินเตอร์ลิวคินวัน ทำให้อินเตอร์ลิวคินวันเบต้าไม่สามารถจับกับตัวรับ จึงไม่สามารถแสดงผลได้ (Opal et al., 2000) นอกจากนี้การฉีดไซโตไคน์ดังกล่าวในสัตว์ทดลองพบว่าทำให้ระยะหลับสั้นลง และหลับตื้นขึ้น แต่ผลในมนุษย์นั้นเป็นที่น่าสนใจเพราะผลที่ได้เป็นตรงกันข้าม กล่าวคือ ไซโตไคน์ชนิดนี้ทำให้หลับลึกได้ดีขึ้น โดยพบว่าการทำงานของคลื่นสมองความถี่ต่ำ (Slow wave activity) ที่สูงขึ้น (Schmidt et al., 2015) จึงเป็นที่น่าสนใจว่าหากผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นมีการเพิ่มขึ้นไซโตไคน์ชนิดนี้จะทำให้อาการของภาวะหยุดหายใจดีขึ้นหรือไม่ เพราะเป็นทราบกันว่าช่วงเวลาหลับลึกที่เกิดการทำงานของคลื่นสมองความถี่ต่ำทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจทำงานดีขึ้น มากไปกว่านั้นคือหลังจากการออกกำลังกาย (Exercise session) จะพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการต่อต้านการอักเสบอีกด้วย (Gleeson et al., 2011)

2.9 การออกกำลังกายในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (Andrade & Pedrosa, 2016)

สำหรับกลไกที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นยังไม่เป็นที่แน่ชัด ในปัจจุบันมีสมมุติฐานที่อาจใช้อธิบายถึงประโยชน์ที่ได้จากการออกกำลังกายในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจดังกล่าว ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของความตึงตัว (tone) ของกล้ามเนื้อถ่างขยาย

ทางเดินหายใจส่วนบน การลดลงของของเหลว (Fluid) ที่สะสมบริเวณช่องคอ การเพิ่มขึ้นของการทำงานคลื่นสมองความถี่ต่ำ การลดลงของน้ำหนักตัว และการลดการอักเสบของร่างกายที่เป็นระบบ (Systemic inflammation) ซึ่งกลไกทั้งหมดล้วนส่งผลให้ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วลดลง และทำให้อาการง่วงนอนผิดปกติในตอนกลางวันลดลง คุณภาพการหลับดีขึ้น ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยดีขึ้น



รูปที่ 17 การออกกำลังกายกับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

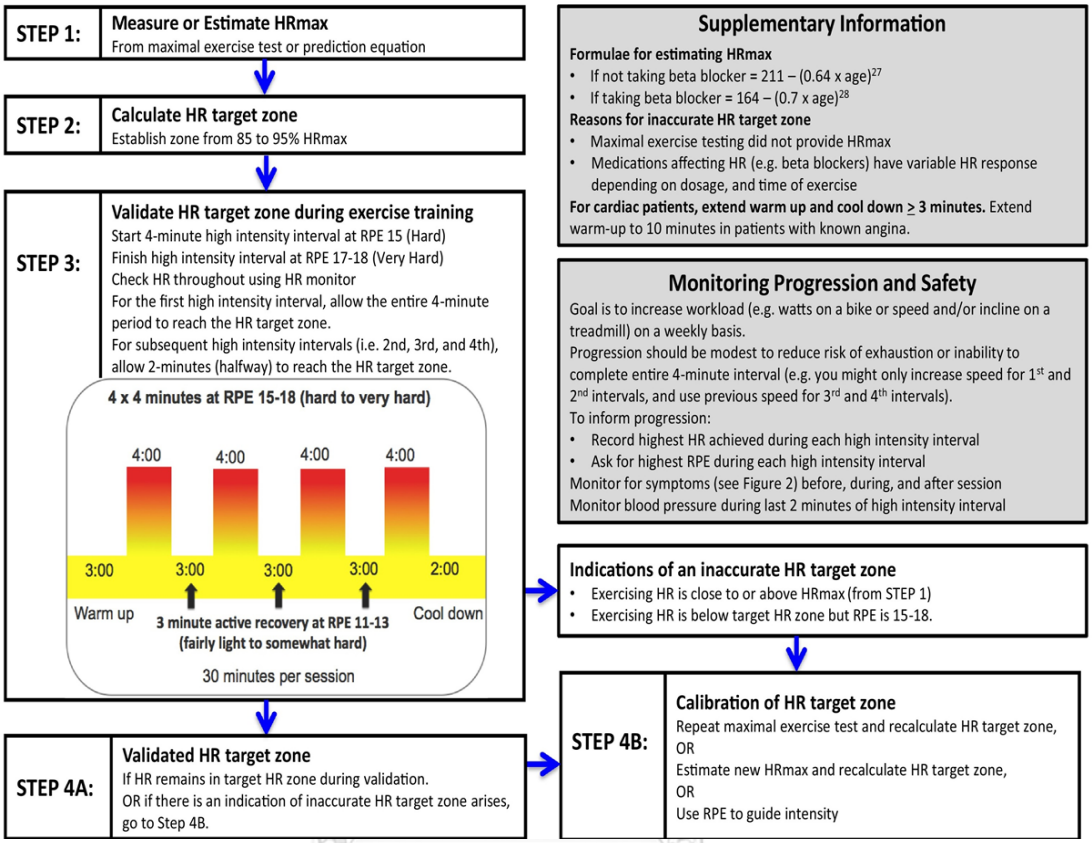
ที่มา: Torres-Castro et al., 2021

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (Taylor et al., 2019)

การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (High intensity interval training; HIIT) เป็นการออกกำลังกายโดยมีความหนักสูงเป็นเวลาสั้น ๆ สลับกับช่วงพักหรือช่วงความหนักต่ำ โดยช่วงที่มีความหนักสูงนั้นอาจอยู่ที่ระดับร้อยละ 85 ขึ้นไปของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Maximal heart rate) และช่วงที่มีความหนักต่ำอาจอยู่ที่ร้อยละ 40 ถึง 50 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด โดยทั่วไปการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่มักเป็นที่รู้จักคือการออกกำลังกายในรูปแบบ [4x4] หมายถึงการออกกำลังกายที่ความหนักสูง 4 นาทีสลับกับช่วงที่ความหนักต่ำ 4 นาทีจำนวน 4 รอบ โดยจะใช้เวลาที่ระดับความหนักสูง 16 นาที และใช้ระยะเวลาที่ความหนักต่ำเป็นเวลา 12 นาที รวมเวลาที่ใช้ทั้งหมด 28 นาที อย่างไรก็ดีปัจจุบันยังไม่มีเกณฑ์ (Criteria) ที่กำหนดชัดเจนถึงเวลาที่ใช้ในแต่ละช่วง

รวมไปถึงระดับความหนักของการออกกำลังกาย ทำให้การออกกำลังกายรูปแบบดังกล่าวมีลักษณะหรือโปรแกรมค่อนข้างหลากหลาย



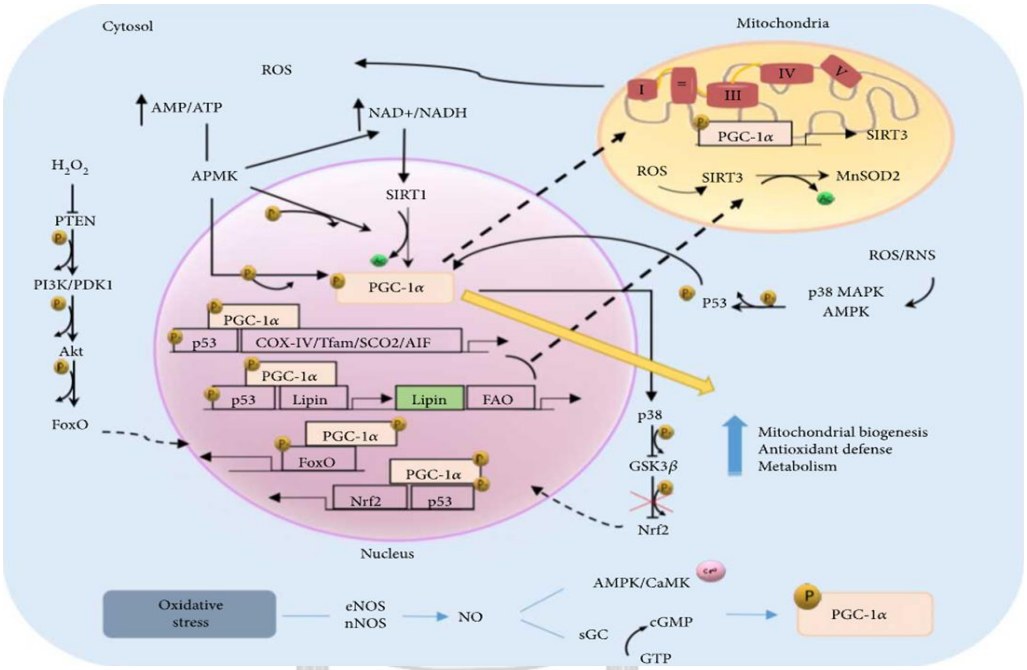
รูปที่ 18 แนวทางปฏิบัติสำหรับการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในบุคคลกลุ่มพิเศษ

ที่มา: Taylor et al., 2019

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประโยชน์ที่ได้จากการออกกำลังกายในรูปแบบนี้ ได้แก่ พัฒนาระบบแอโรบิก (Aerobic fitness) และระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic fitness) เพิ่มความสามารถในการนำกลูโคสไปใช้ (Glucose uptake) พัฒนาค่าลิปิดโปรไฟล์ (Lipid profile) ในเลือด ค่าความดันโลหิต (Blood pressure) ดีขึ้น ลดการแข็งตัวของเส้นเลือดแดงใหญ่ (Arterial stiffness) ช่วยในการลดน้ำหนัก (Weight loss) ลดการสะสมของไขมันในช่องท้อง (Visceral fat) และไขมันใต้ผิวหนัง (Subcutaneous fat) เพิ่มความแข็งแรงของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) ทั้งสองประเภท เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength) เพิ่มความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ (Antioxidant capacity) เป็นต้น จุดเด่นของการออกกำลังกายในรูปแบบดังกล่าวมีจุดเด่นในการเพิ่มความสามารถของไมโทคอนเดรียผ่านกระบวนการไมโทคอนเดีย ไบโอเจเนซิส

(Mitochondria biogenesis) แสดงได้จากการสร้างสารเพอร็อกซิโซม โพรลิเฟอเรเตอร์-แอคทิเวเดต รีเซ็ปเตอร์ เกมมา โคแอคทิเวเตอร์ วัน-อัลฟา (Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha) หรือพีจีซีวัน-อัลฟา (PGC-1α) โดยสารดังกล่าวนอกจากทำให้ไมโทคอนเดียมีการทำงานที่ดีขึ้น และยังส่งผลให้เกิดการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการต่อต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย (MacInnis & Gibala, 2017; Torma et al., 2019)



รูปที่ 19 กลไกจากการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา
ที่มา: Rius-Pérez et al., 2020

นอกจากนี้ ยังมีการแบ่งรูปแบบการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่อาศัยระยะเวลาที่ความหนักสูงได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่ปริมาณการฝึกสูง (High volume - High intensity interval training; HV-HIIT) เมื่อการออกกำลังกายรูปแบบดังกล่าวมีระยะเวลาที่ความหนักสูงตั้งแต่ 15 นาทีขึ้นไป และการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่ปริมาณการฝึกต่ำ (Low volume - High intensity interval training; LV-HIIT) มื่อการออกกำลังกายรูปแบบดังกล่าวมีระยะเวลาที่ความหนักสูงน้อยกว่า 15 นาที ตัวอย่างเช่น การออกกำลังกายในรูปแบบ [1x4] ที่หมายถึงการออกกำลังกายที่ความหนักสูง 4 นาทีเพียงครั้งเดียว หรือการออกกำลังกายในรูปแบบ

[10x1] ที่หมายถึงการออกกำลังกายที่ความหนักสูง 1 นาทีสลับกับช่วงที่ความหนักต่ำ 1 นาทีจำนวน 10 รอบ ซึ่งใช้ระยะเวลาทั้งหมด 19 นาที (Kiel el al., 2020; Sabag el al., 2021)

ถึงแม้ว่าจะมีการแยกประเภทเป็นการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่ปริมาณการฝึกสูงกับการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่ปริมาณการฝึกต่ำ แต่จากการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบานี้มีความสนุกสนาน (Enjoyment) และเกิดการพัฒนา (Adaptation) ที่มากกว่า (Superior) การออกกำลังกายแบบความหนักระดับปานกลางต่อเนื่อง อย่างไรก็ดีผลที่ได้จากการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาทั้ง 2 รูปแบบนี้งานวิจัยส่วนใหญ่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sabag el al., 2020)

3.1 การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

ปัจจุบันการศึกษาการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นนั้นมีจำนวนไม่มาก Karlsen et al. (2017) ได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นที่ระดับความรุนแรงปานกลางถึงหนัก (Moderate to severe) โดยให้ผู้ป่วยการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในรูปแบบ [4x4] โดยความหนักของการออกกำลังกายที่ระดับสูงอยู่ที่ร้อยละ 90 ถึง 95 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในช่วงที่เป็นความหนักระดับต่ำ ออกกำลังกายครั้งละ 2 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้อาการง่วงนอนผิดปกติในตอนกลางวันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle training; RMT) (McCornell, 2013)

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ เป็นเทคนิคที่มุ่งเน้นการพัฒนาการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจผ่านการออกกำลังกายในรูปแบบที่อาศัยอุปกรณ์ (Device) ที่จำเพาะต่อประเภทของการฝึก ซึ่งช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อหายใจ จึงส่งผลให้เกิดการพัฒนาของการหายใจ (Respiration) อีกด้วย โดยทั่วไปการฝึกกล้ามเนื้อหายใจมักใช้กับผู้ป่วยโรคหืด โรคหลอดลมอักเสบ โรคถุงลมโป่งพองและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง หรือใช้ในการฝึกนักกีฬาเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อหายใจ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความสามารถในการทนความล้าของกล้ามเนื้อหายใจ ลดความเข้มข้นของเลคเตทในเลือดขณะออกกำลังกาย และลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก

หลักในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle training principle)

การเพิ่มความหนักมากกว่าปกติ (Overload) สามารถทำได้โดยเพิ่มระยะเวลา (Duration) ความเข้มข้น (Intensity) และความถี่ (Frequency) ของการฝึก โดยมีคำแนะนำดังนี้

ความเข้มข้น : ร้อยละ 50 – 70 ของค่าแรงดันการหายใจสูงสุด

ระยะเวลา : 30 การหายใจ (Breath)

ความถี่ : สองครั้งต่อวัน

ความเฉพาะเจาะจงในการฝึก (Specificity) ขึ้นอยู่กับลักษณะการของการฝึก ดังนี้

ความแข็งแรง (Strength) : ระดับความหนัก (Load) สูง ลดความถี่ในการฝึก

ความทนทาน (Endurance) : ระดับความหนักน้อย เพิ่มความถี่ในการฝึก

ปริมาตรของปอด (Lung volume) : ความยาวของกล้ามเนื้อหายใจเป็นปัจจัยหนึ่งปริมาตรปอด ซึ่งการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าช่วยเพิ่มความสามารถในการขยายปอดสูงสุดได้

การถอยกลับ (Reversibility) เมื่อเกิดการหยุดฝึก (Detraining) ประมาณ 2-3 เดือน พบว่ากล้ามเนื้อหายใจมีความทนทานลดลงก่อนความแข็งแรง อย่างไรก็ดี การฝึกที่ลดระดับความหนักสามารถคงไว้ (Maintenance) ซึ่งศักยภาพของกล้ามเนื้อหายใจได้

รูปที่ 20 ภาพอุปกรณ์ในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

ที่มา: https:// https://www.quirumed.com/uk/inspiratory-muscle-training-powerbreathe-plus.html

4.1 การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า (Inspiratory muscle training; IMT)

การเพิ่มแรงต้านทาน (Resistance) ลงในการไหลเข้าของอากาศ (Inspiratory flow) โดยอุปกรณ์ของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าทำให้เกิดการฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กล้ามเนื้อกะบังลม (Diaphragm) กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงภายนอก (External intercostal muscle) กล้ามเนื้อสคาลีน (Scalene) และสเตอโนไคลโดมาสตอยด์ (Sternocleidomastoid) กะบังลม (Diaphragm) ทำให้เกิดความดันลบภายในทรวงอก (Intrathoracic pressure) ตามด้วยการขยายของช่องทรวงอก (Thoracic cavity) ซึ่งเป็นกลไกที่เกิดขึ้นในการหายใจเข้า โดยการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้านั้นทำให้ค่าแรงดันขณะหายใจเข้าสูงสุด (Maximal inspiratory muscle; MIP) เพิ่มขึ้น เพิ่มสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Slow twitch muscle fiber) ภายในกะบังลม นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่หน้าตัดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าและชนิดหดตัวเร็ว (Fast twitch muscle fiber) ยังเพิ่มขึ้น และการทนความล้าของกะบังลมได้

4.2 การฝึกกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

การทำงานที่ไม่สอดประสานกันของการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจส่วนบนกับการลดลงของความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle tone) ส่งผลให้เกิดการทำหน้าที่ลดลงของกล้ามเนื้อถ่างขยายทางเดินหายใจส่วนบน ซึ่งเชื่อว่าเป็นพยาธิกำเนิดสำหรับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ดังนั้นกลไกเชิงกล (Mechanical mechanism) ที่อาจส่งผลต่อการอุดกั้นของทางเดินหายใจส่วนบน ได้แก่ (McConnell, 2013) การเพิ่มกระตุ้นเพื่อเพิ่มความตึงตัวของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบน และการลด passive compliance ของทางเดินหายใจส่วนบน

How et al. (2007) ศึกษาถึงผลการทำงานฉับพลันของกล้ามเนื้อหายใจส่วนบน ได้แก่ กล้ามเนื้อเจนิโอกลอสซัส (Genioglossus) และกล้ามเนื้อเจนิโอไฮออยด์ (Geniohyoid).ที่มีต่อการฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่ความหนักร้อยละ 60 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดอย่างต่อเนื่องจนกว่าจะทำต่อไม่ได้ (Task failure) พบว่ากล้ามเนื้อดังกล่าวทั้งสองมัดมีการทำงานตั้งแต่เริ่มการทดลอง ต่อมา Cheng et al. (2011) ศึกษาถึงผลของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบนขณะหายใจเข้าในแบบที่เพิ่มความหนัก (Resistive loading) ในการหายใจเข้า พบว่าขณะเริ่มหายใจเข้ากล้ามเนื้อเจนิโอกลอสซัสทำงานโดยเคลื่อนไหวไปด้านหน้า (Anterior) แต่การเคลื่อนไหวจะลดลงเมื่อ

มีความหนักเพิ่มขึ้นร่วมกับการตีบของผนังทางเดินหายใจด้านข้าง (Lateral airway wall) ที่ระดับของเพดานอ่อน ผลจากการศึกษาดังกล่าวจึงอาจกล่าวได้ว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีส่วนในการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบน ถัดมา Parmaksiz et al. (2016) ได้ทำการวัดการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจและสมรรถภาพปอดในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ประกอบด้วยเพศชาย 84 คน และเพศหญิง 51 คน อายุเฉลี่ยของกลุ่มทดลองคือ 47 ปี พบว่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วมีความสัมพันธ์กับค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory volume in one second; FEV_1) และค่าปริมาตรสูงสุดในการของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) และผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นมีค่าร้อยละของแรงดันหายใจออกสูงสุดต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Vranish et al. (2016) ได้ศึกษาการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น โดยทำการฝึกที่ความหนักร้อยละ 75 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุด 30 ครั้งต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดเพิ่มขึ้น ระดับของนอร์อิพิเนฟรินในเลือด และความโลหิตลดลงอย่างมีนับสำคัญทางสถิติ ร่วมกับคะแนนคุณภาพการนอนหลับที่ดีขึ้น แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ต่อมา Souza et al. (2018) ได้ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น โดยทำการฝึกที่ความหนักร้อยละ 50 - 60 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุด 90 ครั้งต่อวัน 7 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าคะแนนคุณภาพการหลับดีขึ้น แต่ค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดในกลุ่มที่ฝึกกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน จากนั้น Lin et al., (2020) ได้ศึกษาการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นร่วมกับเทคนิคการหายใจแบบใช้กะบังลม (Diaphragmatic breathing) โดยเริ่มทำการฝึกที่ความหนักร้อยละ 30 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดจนสามารถเพิ่มความหนักเริ่มต้นที่ร้อยละ 60 – 70 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุด วันละ 30 – 45 นาที ฝึก 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดและดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ร่วมกับคะแนนของแบบทดสอบระดับความง่วงนอนของเอ็บเวิร์ธดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Puhan et al. (2006) ได้ทำการฝึกการเป่าดิดเจอริดู (Didgeridoo) ซึ่งเป็นเครื่องดนตรีประเภทเป่าลมไม้ในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นวันละ 20 นาที 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วยมีดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ซึ่งการเล่นดิดเจอริดู หรือเครื่องดนตรีประเภทเป่าต้องอาศัยกล้ามเนื้อหายใจออก อย่างไรก็ตาม การกำหนดความเข้มข้นหรือความหนักในการเล่นเครื่องดนตรีทำได้ยาก จึงทำให้ Kuo et al. (2017) ได้ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจออกแบบใช้แรงต้านในผู้ป่วย โดยมีความหนักร้อยละ 75 ของค่าแรงดันหายใจออกสูงสุด (Maximal expiratory pressure; MEP) ทำการฝึก 25 ครั้งต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วยมีค่าแรงดันหายใจออกสูงสุด ดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว และระดับคะแนนคุณภาพการนอนหลับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงพบว่าค่าแรงดันหายใจออกสูงสุดมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว

รูปที่ 21 เครื่องดนตรีดิดเจอริดู

ที่มา: https://www.didgeproject.com/free-didgeridoo-lessons/what-is-a-didgeridoo/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ปิยาภรณ์ สุนทองห้าว (2554) ศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่มีต่อสมรรถภาพ ปอด และความสามารถด้านการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำในนักกีฬาฟุตซอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุต ซอล เพศชาย อายุระหว่าง 18 - 25 ปี ชมรมฟุตซอล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจแบบไม่มีแรงต้านร่วมกับฝึกการวิ่งด้วย ความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลอง ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับฝึกการวิ่งด้วยความเร็ว สูงสุดแบบซ้ำ ทำการฝึก 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยก่อนและหลังการทดลองทำการทดสอบตัว แปรด้านสรีรวิทยา ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ตัวแปรด้านความแข็งแรง

ของกล้ามเนื้อหายใจ และตัวแปร ด้านความสามารถด้านการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่ หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (PVC) และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (MEP) เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีการเพิ่มขึ้นของค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจ เข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (MV) และค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (MIP) แตกต่างกับก่อนการทดลอง และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้น มีการเพิ่มขึ้นของค่าพลังสูงสุดแบบแอน แอโรบิก แตกต่างกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีระดับของกรดแลคติกในเลือด ลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งมีการลดลง ของเวลาที่ใช้ในการวิ่งทดสอบ RAST test แตกต่างกับก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจช่วยเพิ่มสมรรถภาพปอดและ ความสามารถด้านการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำในนักกีฬาฟุตซอลได้

สรวิศ ลาภธนชัย (2562) ศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบร่างกาย สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้มีภาวะอ้วน กลุ่มตัวอย่างคือผู้ที่มีภาวะอ้วนเป็นนิสิตหรือบุคคลลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชายและหญิงอายุ 18-45 ปี แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มทดลองจำนวน 15 คน ได้โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุม 16 คนซึ่งใช้ชีวิตตามปกติ เก็บตัวแปรด้านสรีรวิทยาและองค์ประกอบของร่างกาย ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด และตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มที่ได้รับการฝึกสลับเบามีน้ำหนักตัว มีค่าเฉลี่ย น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะบีบตัวและคลายตัว ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่ปราศจากไขมัน มวลกล้ามเนื้อ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ปริมาตรสู.สุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและออกสูงสุดดีขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนับสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบามีน้ำหนักตัว อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก เปอร์เซ็นไขมัน ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด แรงดันหายใจเข้าสูงสุด และแรงดันการหายใจออกสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Puhan et al. (2006) ได้ทำการฝึกการเป่าดิดเจอริดู (Didgeridoo) ซึ่งเป็นเครื่องดนตรีประเภทเป่าลมไม้ในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นวันละ 20 นาที 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วยมีดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Bersoza et al. (2011) ได้ทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกาย 3 ประเภท ได้แก่ การออกกำลังกายแบบเพิ่มความหนักอย่างต่อเนื่อง (Graded exercise) การออกกำลังกายแบบหนักจนถึงจุดที่ทนไม่ไหว (Strenuous exercise until exhaustion) และการออกกำลังกายแบบต่ำกว่าระดับสูงสุด (Submaximal exercise) ที่มีต่อสารต้านอนุมูลอิสระในผู้ที่มีสุขภาพดี 34 คน พบว่าการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบสามารถเพิ่มระดับของกลูต้าไธโอน รีดิวเทส (GP) กลูต้าไธโอน เพอร็อกซิเดส (GPx) คาตาเลส (CAT) และผลรวมของสารต้านอนุมูลอิสระ (Total antioxidant status; TAS) สูงขึ้นทันทีหลังออกกำลังกาย ในขณะที่ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (SOD) มีค่าเพิ่มทันทีโดยการออกกำลังกายแบบการออกกำลังกายแบบหนักจนถึงจุดที่ทนไม่ไหว และการออกกำลังกายแบบต่ำกว่าระดับสูงสุด

Bogdanis et al. (2013) ได้ทำการศึกษาการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาในผู้ที่มีสุขภาพดี 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยประกอบด้วย 30 วินาทีในช่วงความหนักสูง maximal peak output สลับด้วย 4 นาทีของช่วงพัก พบว่ากลูต้าไธโอน เพอร์ร็อกซิเดส (GPX) สูงขึ้นหลังออกกำลังกาย 24 ชั่วโมง และคาตาเลส (CAT) สูงขึ้นทันทีหลังออกกำลังกาย และ 24 ชั่วโมงหลังออกกำลังกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Zwetsloot et al. (2014) ได้ทำการศึกษาการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาเป็นเวลา 6 ครั้งใน 2 สัปดาห์ในเพศชายสุขภาพดี โดยช่วงความหนักสูงอยู่ร้อยละ 100 ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 60 วินาที สลับด้วยช่วงพัก 75 วินาทีสลับกัน 8-12 ครั้ง พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของทูเมอร์เนโครซิสอัลฟ่าเพิ่มขึ้นทันทีหลังออกกำลังกาย ส่วนอินเตอร์ลิวคินซิกซ์สูงขึ้นหลังการออกกำลังกาย 15 นาทีหลังออกกำลังกาย 30 นาทีหลังออกกำลังกายและ 45 นาทีหลังออกกำลังกาย โดยที่ช่วงเวลา 30 นาทีหลังออกกำลังกายมีค่าสูงที่สุด อินเตอร์ลิวคินเท็นมีค่าสูงในช่วง 45 นาทีหลังออกกำลังกาย

Kuo et al. (2017) ได้ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจออกแบบใช้แรงต้านในผู้ป่วย โดยมีความหนักร้อยละ 75 ของค่าแรงดันหายใจออกสูงสุด (Maximal expiratory pressure; MEP) ทำการฝึก 25 ครั้งต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วยมีค่าแรงดันหายใจออกสูงสุด ดัชนีการ

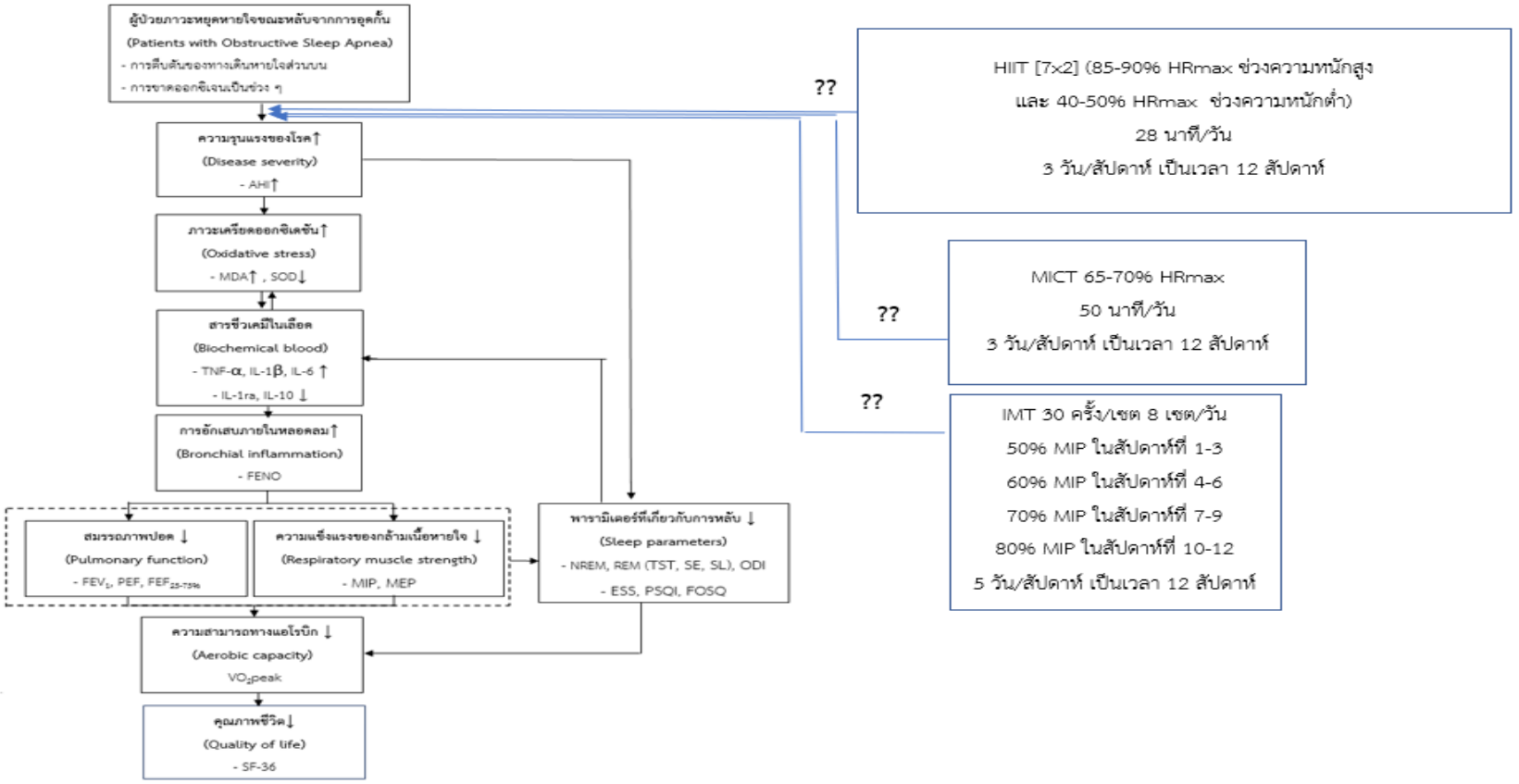
หยุดหายใจและหายใจแผ่ว และระดับคะแนนคุณภาพการนอนหลับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงพบว่าค่าแรงดันหายใจออกสูงสุดมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว

Lin et al. (2020) ได้ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าแบบใช้แรงต้านร่วมกับการใช้เทคนิคการหายใจแบบใช้กะบังลม (Diaphragmatic breathing) โดยมีความหนักร้อยละ 75 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุด (Maximal inspiratory pressure; MIP) ทำการฝึก 30 – 45 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว และคะแนนของความง่วงเกินปกติในเวลากลางวันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Nóbrega-Júnior et al. (2020) ได้ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น โดยมีความหนัก 50 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1-2 แล้วเพิ่มเป็นร้อยละ 60 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3-4 แล้วเพิ่มเป็นร้อยละ 75 ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5-8 ทำการฝึก 30 ลมหายใจ/เซต 3 เซต/ครั้ง 2 ครั้ง/วัน ฝึก 7 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า พบว่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว และคะแนนของความง่วงเกินปกติในเวลากลางวันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้คุณภาพของการหลับ และค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นประกอบไปด้วยภาวะการขาดออกซิเจนเป็นช่วง (Intermittent hypoxia) และการตีบตับของทางเดินหายใจส่วนบน (Upper airway collapsibility) ส่งผลให้เกิดการอุดกั้นของทางเดินหายใจและการหยุดหายใจขณะหลับ แต่ภาวะดังกล่าวนอกจากจะส่งผลกับคุณภาพการหลับแล้ว ยังทำให้เกิดภาวะเครียดจากการออกซิเดชัน สารชีวเคมีในเลือดทำให้สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจและความสามารถทางแอโรบิกลดลง นำไปสู่คุณภาพชีวิตที่ถดถอย ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน (ได้แก่ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ) ที่มีต่อดัชนีหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ภาวะเครียดออกซิเดชัน พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับการหลับ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ สารชีวเคมีในเลือด ความสามารถทางแอโรบิก และคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น โดยการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจจะฝึก 3 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ (ดังรูปที่ 22)



รูปที่ 22 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายในรูปแบบที่แตกต่างกัน ได้แก่ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อดัชนีหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ภาวะเครียดออกซิเดชัน ไซโตไคน์ การหลับ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การอักเสบภายในทางเดินหายใจ ความสามารถทางแอโรบิก และคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (IRB หมายเลข 0312/65) รับรองวันที่ 12 กรกฎาคม 2565 (ภาคผนวก ก) และได้รับการลงทะเบียน Clinical trial หมายเลข NCT06087900 โดยมีระเบียบวิธีวิจัยดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นผู้ป่วยภาวะหยุดใจขณะหลับจากการอุดกั้น

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นที่ระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจต่ำ-ปานกลาง (AHI ≤30 ครั้ง/ชั่วโมง) ที่เข้ารับการรักษาที่ศูนย์นิทราเวช โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์เพศชายและหญิง อายุ 20-50 ปี จำนวน 40 คน จากข้อมูลเวชระเบียน คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรมจีพาวเวอร์ และใช้ข้อมูลของ Karlsen et al. (2017) กำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test; β) ที่ 0.8 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Probable Error; α) ที่ 0.05 ได้ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size; f) ที่ 0.71 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 7 คน จำนวน 4 กลุ่ม และเพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล จึงเพิ่มเป็นกลุ่มละ 10 คน รวมขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 40 คน (ภาคผนวก ข)

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม

ผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) จากนั้นใช้การสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีจับฉลาก (Simple random sampling) เพื่อเลือกเข้ากลุ่ม และมีความเท่าเทียมกันของทั้งสองกลุ่ม โดยรายละเอียดการสุ่มมีดังนี้

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มแบบแบ่งชั้นคัดเลือกโดยตัวบ่งชี้ 3 ตัว ดังนี้

1. เพศ แบ่งเป็นเพศชายและเพศหญิง

2. อายุ แบ่งเป็นอายุระหว่าง 20 – 34 ปี และ 35 – 50 ปี

3. ระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจ แบ่งเป็นระดับที่ 1 และระดับที่ 2

การแบ่งชั้นตามตัวบ่งชี้ที่กำหนดจะได้ 8 ลำดับขั้น ดังข้อมูลต่อไปนี้

1. A = เพศชาย อายุ 20 – 34 ปี ระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจ ระดับที่ 1 จำนวน 1 คน
2. B = เพศชาย อายุ 20 – 34 ปี ระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจ ระดับที่ 2 จำนวน 6 คน
3. C = เพศชาย อายุ 35 – 50 ปี ระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจ ระดับที่ 1 จำนวน 2 คน
4. D = เพศชาย อายุ 35 – 50 ปี ระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจ ระดับที่ 2 จำนวน 14 คน
5. E = เพศหญิง อายุ 20 – 34 ปี ระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจ ระดับที่ 1 จำนวน 4 คน
6. F = เพศหญิง อายุ 20 – 34 ปี ระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจ ระดับที่ 2 จำนวน 1 คน
7. G = เพศหญิง อายุ 35 – 50 ปี ระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจ ระดับที่ 1 จำนวน 5 คน
8. H = เพศหญิง อายุ 35 – 50 ปี ระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจ ระดับที่ 2 จำนวน 6 คน

จากนั้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างผ่านการคัดเลือกเข้ามาในกลุ่มชั้นแต่ละชั้นแล้ว กลุ่มตัวอย่างที่เข้ามาในกลุ่มชั้นลำดับที่มีหมายเลขเป็นเลขคี่ เช่น กลุ่มตัวอย่างคนที่ 1, 3 และ 5 จะต้องจับฉลากเลือกเข้ากลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 หรือกลุ่มทดลองที่ 3 โดยกลุ่มตัวอย่างที่เข้ามาในกลุ่มชั้นลำดับเลขคู่ลำดับถัดไปจะได้เข้าไปอยู่ในกลุ่มที่เหลือโดยอัตโนมัติ

กลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน แบ่งออกเป็น

กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง

กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง

กลุ่มที่ 3 ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

กลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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

1.เป็นผู้ป่วยภาวะหยุดใจขณะหลับจากการอุดกั้น เพศชายและหญิงที่เข้ารับการรักษาที่ศูนย์นิทราเวช โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ อายุ 20-50 ปี โดยมีค่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว (Apnea-hypopnea index; AHI) มากกว่า 5 ครั้ง/ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 30 ครั้ง/ชั่วโมง

2. ไม่ได้ใช้เครื่องอัดอากาศแรงดันบวก (CPAP) ในการรักษา หรือเลิกใช้มาแล้วอย่างน้อย 2 สัปดาห์

3. ไม่มีประวัติการผ่าตัดเพื่อการรักษาภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

4. ดัชนีมวลกายไม่เกิน 24.9 (กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2562)

5. เป็นป่วยภาวะหยุดใจขณะหลับจากการอุดกั้น ซึ่งผ่านการประเมินโดยแพทย์ (รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิง นฤชา จิรกาลวสาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม) ว่าผู้ป่วยไม่เป็นโรคดังต่อไปนี้

5.1 โรคความดันโลหิตสูงที่ไม่สามารถควบคุมได้ (ความดันโลหิตมากกว่า 139/89 มิลลิเมตรปรอท)

5.2 โรคเบาหวานที่ไม่สามารถควบคุมได้ (ระดับน้ำตาลในเลือดมากกว่า 180 มิลลิกรัม/เดซิลิตร)

5.3 โรคหัวใจและหลอดเลือดทุกกรณี

5.4 โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง

5.5 โรคที่เกี่ยวกับกระดูกและกล้ามเนื้อ

5.6 โรคที่เกี่ยวข้องกับการรู้คิด (Cognitive)

5.7 โรคมะเร็ง

5.8 โรคที่เกี่ยวข้องกับการหลับ (Sleep-related disorders) อื่น ๆ

6. ไม่มีประวัติของการสูบบุหรี่

7. ไม่มีการเปลี่ยนยาใน 4 สัปดาห์ก่อนเข้าร่วมการวิจัย

8. ไม่ได้ออกกำลังกายถึง 150 นาที/สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์

9. มีความสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย และลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

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

1. ผู้ที่มีข้อห้ามซึ่งไม่สามารถออกกำลังกายได้

<u>เกณฑ์ในการถอนกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย (Withdrawal criteria)</u>

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ การเจ็บป่วย เป็นต้น

2. เข้าร่วมการฝึกไม่ถึง 80% (28 ครั้งจาก 36 ครั้งสำหรับกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และกลุ่มฝึกการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และนับเป็น 48 ครั้งจาก 60 ครั้งในกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ)

3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือสำหรับวัดข้อมูลทั่วไป

1. เครื่อง Dual-energy x-ray absorptiometry ยี่ห้อลูนาร์ (Lunar) รุ่นโพรจิดี้โปร (Progidy-pro) ประเทศสหรัฐอเมริกา

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

3. เครื่องวัดระดับออกซิเจนในเลือดแดง (Pulse oximeter device) ยี่ห้อแอคคูเมด (AccuMed) ประเทศสหรัฐอเมริกา

4. เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวของใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อโพลาร์ (Polar)ประเทศฟินแลนด์

5. สายวัดตัว

เครื่องมือสำหรับวัดตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด

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

2. แบคทีเรียฟิลเตอร์ (Bacteria filter) ยี่ห้อไวเยอร์ (Vyaire) รุ่นไมโครการ์ดทู (MicroGard II) ประเทศสหรัฐเอมริกา

3. หลอดกระดาษ

เครื่องมือสำหรับวัดตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

1. เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ยี่ห้อไมโคเมดดิคอล (Micro medical) สหราชอาณาจักร

2. แบคทีเรียฟิลเตอร์ (Bacteria filter) ยี่ห้อไวเยอร์ (Vyaire) รุ่นไมโครการ์ดทู (MicroGard II) ประเทศสหรัฐเอมริกา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือวัดตัวแปรด้านการอักเสบในหลอดลม

1. เครื่องวัดปริมาณไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ยี่ห้อเบดฟอนท์ (BedFont) สหราชอาณาจักร

2. แบคทีเรียฟิลเตอร์ (Bacteria filter) สำหรับเครื่องวัดปริมาณไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ยี่ห้อเบดฟอนท์ (BedFont) สหราชอาณาจักร

เครื่องมือวัดตัวแปรด้านภาวะเครียดจากออกซิเดชันและไซโตไคน์

. ชุดตรวจอีไลซ่า (Enzyme-linked immunosorbent assay; ELISA) ยี่ห้อควอนติไคน์ (Quantikine) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ผลโดยนักเทคนิคการแพทย์

เครื่องมือวัดตัวแปรด้านการหลับ

1. อุปกรณ์สำหรับการตรวจการหลับประเภทที่ 1 ประกอบไปด้วย การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (electroencephalogram: EEG) คลื่นไฟฟ้าลูกตา (electrooculogram: EOG) คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่คาง (chin electromyogram: chin EMG) คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (electrocardiogram: EKG) สัญญาณลมหายใจ (airflow signals) สัญญาณของความพยายามในการหายใจ (respiratory effort signals) และความอิ่มตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดส่วนปลาย (peripheral Oxygen Saturation: Sp02) กระทำโดยนักเทคนิคการหลับ

2. แบบสอบถามแบบทดสอบระดับความง่วงนอนเว็บเวิร์ธ (Epworth Sleepiness Scale; ESS)

3. แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI)

4. แบบสอบถามเรื่องผลลัพธ์ของการนอนที่มีต่อกิจกรรมต่าง ๆ (Functional outcome of sleep questionnaire; FOSQ)

เครื่องมือวัดตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก

1. เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas analyzer) ยี่ห้อวีแม็กซ์ (Vmax) รุ่นเอนคอร์ (Encore) 29 ประเทศสหรัฐอเมริกา

2. ลู่วิ่ง (Treadmill) ยี่ห้องแทรคมาสเตอร์ (Trackmaster) ยี่ห้อสหรัฐอเมริกา

เครื่องมือวัดตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต

แบบสอบถามเอสเอฟ-36 (SF-36 questionnaire)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

3. นำโปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงไปพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านโดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัดทรวงอก 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 1 ท่าน เพื่อหาความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ (Item Objective Congruence; IOC) และปรับปรุงโปรแกรมการฝึกให้มีความเหมาะสม ซึ่งผลของการหาค่าดัชนีความ

สอดคล้องของวัตถุประสงค์ของโปรแกรมการฝึกออกกำลังแบบหนักสลับช่วง คือ 0.8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง คือ 0.975 ค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ คือ 0.85 และค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของโปรแกรมโดยรวม คือ 0.875 (ภาคผนวก ค)

4. ดำเนินการติดต่อทำหนังสือจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาสำหรับขอยืมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5. ดำเนินการทำบันทึกเพื่อขอเข้าดูเวชระเบียนผู้ป่วย ศูนย์นิทราเวช โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

6. ดำเนินการคัดกรอง และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากเวชระเบียนโดยผู้วิจัยจึงประสานกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม (รศ.พญ. นฤชา จิรกาลวสาน) จากนั้นถึงติดต่อกลุ่มตัวอย่างทางโทรศัพท์แจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงรายละเอียดวิธีการปฏิบัติตัวในการทดสอบและการเก็บข้อมูล การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่างและลงนามหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ตลอดจนดำเนินการตามขั้นตอนการดังเนินงานวิจัย ดังนี้

6.1 (วันที่ 1) ผู้วิจัยนัดหมายกับกลุ่มตัวอย่าง ณ ศูนย์นิทราเวช โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์เพื่อทำการทดสอบก่อนการทดลอง (pre-test) โดยผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลสำหรับผู้ป่วย (ภาคผนวก ง) แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (PAR-Q 2019+) (ภาคผนวก จ) จากนั้นจึงทำแบบสอบถามที่เกี่ยวกับการนอนหลับ ได้แก่ แบบทดสอบระดับความง่วงนอนเว็บเวิร์ธ (Epworth Sleepiness Scale; ESS) (ภาคผนวก ฉ) แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI) (ภาคผนวก ช) และแบบสอบถามเรื่องผลลัพธ์ของการนอนที่มีต่อกิจกรรมต่าง ๆ (Functional outcome of sleep questionnaire; FOSQ) (ภาคผนวก ซ) และแบบสอบถามเอสเอฟ-36 (SF-36 questionnaire) ในการวัดคุณภาพชีวิต (ภาคผนวก ฌ) โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที และทำการทดสอบการหลับ (Polysomnography) (ภาคผนวก ญ) ซึ่งการทำการทดสอบดังกล่าวกระทำโดยเจ้าหน้าที่ตรวจการนอนหลับ (Sleep technologist) โดยใช้เวลาการทดสอบ 1 คืน โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องนำชุดที่สวมใส่ขณะนอนมาด้วยตนเอง และจะต้องงดอาหารที่ส่วนผสมของคาเฟอีนก่อนเข้ารับการทดสอบ ค่าที่ได้จากการทำทดสอบการนอนหลับได้แก่ ค่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว (Apnea-hypopnea index; AHI) มีหน่วยเป็นครั้ง/ชั่วโมง (Event/hour) เวลาหลับโดยรวม (Total sleep time) มีหน่วยเป็นนาที ช่วงเวลาที่อยู่บนเตียงจนหลับ (Onset latency) มีหน่วยเป็นนาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(Minute) ประสิทธิภาพของการหลับ (Sleep efficiency) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (Percent; %) และระยะเวลาที่ตื่นระหว่างคืนหลังจากหลับไปแล้ว (Wakefulness after sleep onset) มีหน่วยเป็นนาที และแต่ละช่วงเวลาของการหลับสามารถแยกได้เป็น ช่วงหลับระยะที่ตาไม่กระตุก (Non-rapid eye movement; NREM) และช่วงหลับที่ตากระตุก (Rapid eye movement; REM) ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นชั่วโมง และเปอร์เซ็นต์

6.2 (วันที่ 2) ผู้วิจัยนัดหมายกับกลุ่มตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาและการออกกำลังกาย เพื่อทำการทดสอบก่อนการทดลองต่อ โดยผู้วิจัยทำการวัดและบันทึกข้อมูลทั่วไปและตัวแปรด้านต่าง ๆ (ภาคผนวก ฎ) ให้แก่กลุ่มตัวอย่างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

6.2.1 บันทึกข้อมูลทั่วไปด้านสรีรวิทยา (General physiological data) โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที มีรายละเอียดดังนี้

6.2.1.1 การวัดอัตราการเต้นหัวใจในขณะพัก (Heart rate at resting) และความดันโลหิต (Blood pressure) โดยให้กลุ่มตัวอย่างนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงวัดท่านั่งด้วยเครื่องวัดความดันโลหิต โดยอัตราการเต้นของหัวใจใช้หน่วยเป็นครั้ง/นาที (Beat/min; bpm) และความดันโลหิตใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท (Millimeter of mercury; mmHg)

6.2.1.2 ค่าระดับออกซิเจนในเลือดแดง (Saturation of peripheral oxygen SpO_2) โดยให้ผู้ป่วยนำนิ้วชี้ใส่เข้ามาในเครื่องวัดระดับออกซิเจนในเลือดแดง ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ (Percent; %)

6.2.1.3 การวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) โดยเครื่อง Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) (ภาคผนวก ฏ) ใช้รูปแบบ (mode) วิเคราะห์ทั้งร่างกาย (Total body) ค่าที่นำมาใช้ ได้แก่ มวลกล้ามเนื้อที่ปราศจากไขมัน (Soft lean mass) มวลไขมัน (Fat mass)

6.2.1.4 การวัดเส้นรอบคอ (Neck circumference) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนั่งอยู่กับที่ จากนั้นผู้วิจัยจะใช้สายวัดตัววัดบริเวณรอบลำคอ ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (Centimeter; cm)

6.2.2 วัดตัวแปรด้านไซโตไคน์ (Cytokine variables) และตัวแปรภาวะเครียดจากออกซิเดชัน (Oxidative stress variable) ได้แก่ อินเตอร์ลิวคินวันเบต้า (IL-1β) อินเตอร์ลิวคินซิกซ์ (IL-6) ทูเมอร์ เนโครซิสแฟคเตอร์อัลฟ่า (TNF-α) อินเตอร์ลิวคินวันรีเซ็ปเตอร์แอนตาโกนิส (IL-1ra) อินเตอร์ลิวคินเท็น (IL-10) มาลอนไดอัลดีไฮด์ (Malondialdehyde, MDA) และซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (Superoxide dismutase; SOD) โดยการเจาะเลือดผ่านหลอดเลือดดำปริมาณ 10 มิลลิลิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(ประมาณ 2 ช้อนชา) โดยการเจาะเลือดและวิเคราะห์ผลโดยนักเทคนิคการแพทย์ ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

6.2.3 วัดตัวแปรการอักเสบภายในทางเดินหายใจ (Bronchial inflammation variable) (ภาคผนวก ฐ) จากสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Fraction exhaled nitric oxide; FENO) โดยให้กลุ่มตัวอย่างอมหลอดกรองเชื้อโรค (Bacteria) ที่ติดกับตัวเครื่องและหายใจออกใส่ตัวเครื่องโดยให้กลุ่มตัวอย่างเป่าโดยที่สามารถเลี้ยงลูกเหล็กด้านในก้านเป่าให้อยู่ในช่วงที่พอดีเป็นเวลา 6 วินาที โดยค่าที่ได้เป็นหน่วยหนึ่งในล้านส่วน (part per million; ppm) ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

6.2.4 วัดตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด (Pulmonary function variables) ใช้เวลาประมาณ 10 นาที โดยมีรายละเอียดดังนี้ (ภาคผนวก ฑ)

6.2.4.1 ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) มีหน่วยเป็นลิตร (Liters) ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory volume in one second; FEV_1) มีหน่วยเป็นลิตร (Liters) ค่าอัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด (Peak Expiratory Flow ; PEF) มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที (Liters/min) ค่าร้อยละของปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC %) มีหน่วยเป็นร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ยของอัตราการเป่าในช่วงความจุร้อยละ 25 – 75 ของ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory flow rates at 25% to 75% of the forced vital capacity; FEF25%-75%) มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที (Liters/min) โดยการให้กลุ่มตัวอย่างอมที่เป่าซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอด จากนั้นหายใจเข้าออกปกติจำนวน 2 – 3 ครั้ง และหลังจากนั้นทำการหายใจเข้าเต็มที่แล้วเป่าออกมาอย่างแรงและเร็วจนลมออกจนหมด

6.2.4.2 ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) โดยให้กลุ่มตัวอย่างอมที่เป่าซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอด จากนั้นหายใจออกและเข้าอย่างลึกและเร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ภายในระยะเวลา 15 – 20 วินาที มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที (Liters/min)

6.2.5 วัดตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle strength variables) (ภาคผนวก ฒ) ประกอบด้วยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximal inspiratory pressure; MIP) และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximal expiratory pressure; MEP) โดยให้กลุ่มตัวอย่างหายใจเข้าและหายใจออกผ่านเครื่องวัดความแข็งแรงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ มีหน่วยเป็นเซนติเมตรน้ำ (Centimeters of water; cmH_2O)

6.2.6 วัดตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก (Aerobic capacity) ทำการวัดด้วยการทดสอบการออกกำลังกายด้วยบรูซ แรมพ์ โปรโตคอล (Bruce ramp protocol) (ภาคผนวก ณ) ทำการทดสอบโดยผู้วิจัยซึ่งผ่านการอบรมการทดสอบการออกกำลังกาย (Exercise testing) (ภาคผนวก ด) โดยการวิ่งบนลู่วิ่ง (Treadmill) โดยกลุ่มตัวอย่างจะสวมหน้ากากที่ติดกับเซ็นเซอร์วิเคราะห์แก๊ส (Gas analyzer) และติดอิเล็กโตรด (Electrode) เพื่อทำการประเมินคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 4 ตำแหน่ง ได้แก่ บริเวณใต้ไหปลาร้าด้านซ้าย บริเวณใต้ไหปลาร้าด้านขวา บริเวณใต้ซี่โครงด้านซ้าย และบริเวณใต้ซี่โครงด้านขวา โดยเมื่อเริ่มการทดสอบ 2 นาทีแรกจะทำการเก็บค่าพื้นฐานหรือค่าขณะพัก (Baseline) จากนั้นจะความเร็วเริ่มต้นที่ความเร็ว 1.7 ไมล์/ชั่วโมง โดยไม่มีความชัน โดยจะมีการเพิ่มระดับของการทดสอบ (Increment) ทุก 20 วินาที โดยการทดสอบจะยอมรับ (Accept) ได้เมื่ออัตราส่วนการแลกเปลี่ยนทางเดินหายใจ (Respiratory exchange ration; RER) มีค่ามากกว่า 1.1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างใช้ความพยายามในการทำการทดสอบเต็มที่ (Excellent subject effort) (Balady et al., 2010) และการทดสอบจะสิ้นสุดเมื่อกลุ่มตัวอย่างไม่สามารถวิ่งทดสอบได้ เช่น ไม่สามารถหายใจได้ทัน ปวดขามากจนไม่ไหว รู้สึกว่าไม่สามารถวิ่งทดสอบได้อีกต่อไป หรือพบว่ากราฟของการใช้ออกซิเจน (VO_2) ไม่เกิดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีก (Plateau) (Fletcher et al., 2001) นอกจากนี้ ผู้วิจัยจะนำอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Heart rate max) ที่ได้จากการทดสอบดังกล่าวนำไปคำนวณสำหรับการฝึกออกกำลังกายของกลุ่มตัวอย่างต่อไป การทดสอบดังกล่าวใช้เวลาประมาณ 30 นาที ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ได้เป็นหน่วยมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที (Milliliter/kilogram/minute)

หลังจากทดสอบความสามารถทางแอโรบิกเสร็จสิ้น ผู้วิจัยจะแจกสมุดบันทึกการนอนหลับประจำวัน (ภาคผนวก ต) โดยจะให้กลุ่มตัวอย่างทำการบันทึกกิจวัตรที่เกี่ยวข้องกับการหลับ เช่น เวลาที่ตื่น เวลาที่นอน เป็นต้น จากนั้นจึงนัดกลุ่มตัวอย่างอีก 3 วันถัดไป

6.3 (วันที่ 3) เริ่มการฝึกออกกำลังกายตามกลุ่มเป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และกลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มีรายละเอียดดังนี้

<u>กลุ่มที่ 1</u> ได้รับการฝึกการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (ACSM, 2018)

1. ช่วงอบอุ่นร่างกาย ให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนัก 40-50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 5 นาที

2. ช่วงออกกำลังกายให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนัก 65-70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 50 นาที

3.ช่วงคลายอุ่นร่างกาย ให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนัก 40-50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และค่อย ๆ ลดลงจนสิ้นสุดการออกกำลังกาย เป็นเวลา 5 นาที

ขณะออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างจะได้สวมอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจไว้ตลอดเวลา เพื่อใช้ตรวจสอบระดับความหนักของการออกกำลังกาย โดยโปรแกรมการออกกำลังกายดังกล่าวจะมีการเพิ่มความหนัก (Progression) เมื่อผ่านไป 6 สัปดาห์ โดยจะเพิ่มความหนักของออกกำลังกายจากเดิมหนัก 65-70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เพิ่มเป็นหนัก 70-75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด โปรแกรมการออกกำลังกายจะฝึก 3 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์

<u>กลุ่มที่ 2</u> ได้รับโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (Taylor et al., 2019; Kiel el al., 2020; Sabag el al., 2021)

1. ช่วงอบอุ่นร่างกาย ให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนัก 40-50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Heart rate max) เป็นเวลา 5 นาที

2. โปรแกรมเป็นลักษณะ [7x2] โดยช่วงที่มีความหนักสูง กลุ่มตัวอย่างจะวิ่งที่ระดับความหนัก 85-90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 2 นาที สลับด้วยการวิ่งที่ระดับความหนัก 40-50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 2 นาที เรียกลักษณะนี้ว่า 1 รอบ (cycle) โดยกลุ่มตัวอย่างจะวิ่ง 7 รอบ

3. ช่วงคลายอุ่นร่างกาย ให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งที่ระดับความหนัก 40-50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดและค่อย ๆ ลดลงจนสิ้นสุดการออกกำลังกาย เป็นเวลา 5 นาที

ขณะออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างจะได้สวมอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจไว้ตลอดเวลา เพื่อใช้ตรวจสอบระดับความหนักของการออกกำลังกาย โดยโปรแกรมการออกกำลังกายดังกล่าวจะมีการเพิ่มความหนัก (Progression) เมื่อผ่านไป 6 สัปดาห์ โดยจะเพิ่มความหนักของออกกำลังกายในช่วงที่มีความหนักสูงจากเดิม85-90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เพิ่มเป็น 90-95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด โปรแกรมการออกกำลังกายจะฝึก 3 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1 การแสดงช่วงต่าง ๆ ของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในสัปดาห์ที่ 1-6

ช่วง	ระยะเวลา (นาที)	อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (ครั้ง/นาที)	ระยะเวลาสะสม (นาที)
อบอุ่นร่างกาย	5	40-50%	5
(1) ความหนักสูง	2	85-90%	7
ความหนักต่ำ	2	40-50%	9
(2) ความหนักสูง	2	85-90%	11
ความหนักต่ำ	2	40-50%	13
(3) ความหนักสูง	2	85-90%	15
ความหนักต่ำ	2	40-50%	17
(4) ความหนักสูง	2	85-90%	19
ความหนักต่ำ	2	40-50%	21
(5) ความหนักสูง	2	85-90%	23
ความหนักต่ำ	2	40-50%	25
(6) ความหนักสูง	2	85-90%	27
ความหนักต่ำ	2	40-50%	29
(7) ความหนักสูง	2	85-90%	31
ความหนักต่ำ	2	40-50%	33
คลายอุ่นร่างกาย	5	40-50%	38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>กลุ่มทดลองที่ 3</u> ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Nóbrega-Júnior et al., 2020)

1. ขั้นตอนการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

1.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างทราบว่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดจากการทดสอบตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (ภาคผนวก ฏ) จะใช้ค่าร้อยละ 50 ของค่าสูงสุด เช่น ถ้าแรงดันดังกล่าวมีค่าได้ 100 เซนติเมตรน้ำ กลุ่มตัวอย่างจะได้ฝึกที่ความหนัก 50 เซนติเมตรน้ำโดยเทียบจากความหนัก (Load) ของแรงดันขณะหายใจสูงสุด (ดังตารางที่ 3) ซึ่งเทียบได้กับระดับ 2 ของอุปกรณ์การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความหนักจากค่าแรงดันการหายใจสูงสุดเป็นระดับ (Level) ของอุปกรณ์เพาเวอร์บรีธ (POWERbreathe) รุ่นเวลเนส (Wellness)

Level	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Load (cmH_2O)	10	20	30	40	50	60	70	80	90

1.2 ผู้ฝึกสวมคลิปหนีบจมูก (Noseclip) ยืนตัวตรงและถืออุปกรณ์หายใจด้วยมือข้างที่ถนัด ใช้ริมฝีปากอมส่วนที่ใช้ปากเป่า (Mouthpiece) โดยไม่ให้มีช่องว่างระหว่างริมฝีปากกับที่เป่า จากนั้นหายใจเข้าออกจำนวน 10 ครั้งเพื่อเป็นการอบอุ่นร่างกาย ปรับระดับความหนักความหนักที่ใช้ฝึก และใช้อุปกรณ์หนีบจมูก ซึ่งจะหนีบไว้ตลอดช่วงเวลาการฝึก หายใจเข้า (Breath in) อย่างแรงทางปากให้สุด โดยให้หลังตรงและหน้าอกขยาย และหายใจออกอย่างช้า ๆ และยาวจนอากาศออกจากปอดหมด โดยการหายใจเข้า-ออกนับเป็น 1 ครั้ง โดยจะฝึก 30 ลมหายใจ/เซต 4 เซต/ครั้ง 2 ครั้ง/วัน และหลังจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ให้กลุ่มตัวอย่างพัก 10 นาที

ตารางที่ 3 การอบอุ่นร่างกายด้วยการใช้อุปกรณ์เพาเวอร์บรีธ

ระดับการฝึกในปัจจุบัน	ความหนักที่ควรใช้ในการอบอุ่นร่างกาย
ระดับ 9	ระดับ 7
ระดับ 8	ระดับ 6
ระดับ 7	ระดับ 5.5
ระดับ 6	ระดับ 4.5
ระดับ 5	ระดับ 4
ระดับ 7	ระดับ 3
ระดับ 3	ระดับ 2
ระดับ 2	ระดับ 1.5
ระดับ 1	ระดับ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจทุกต้นสัปดาห์ของการฝึกเพื่อปรับระดับความหนักให้เหมาะสม (Load adjustment) (Vranish & Bailey, 2016; Nóbrega-Júnior et al., 2020) นอกจากนี้ โปรแกรมดังกล่าวจะมีการเพิ่มความหนัก (Progression) เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 7 และสัปดาห์ที่ 10 โดยจะทำการเพิ่มค่าแรงดันสูงสุดจากเดิม 50% ของ

ค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุด เพิ่มเป็น 60% ของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไป และเพิ่มเป็น 70% ของแรงดันหายใจเข้าสูงสุดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7 เป็นต้นไป และเพิ่มเป็น 80% ของแรงดันหายใจเข้าสูงสุดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10 เป็นต้นไป

ตารางที่ 4 แสดงการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

สัปดาห์ที่	รายละเอียดการฝึก
1-3	ความหนัก 50% ของแรงดันหายใจเข้าสูงสุด 30 ลมหายใจ นับเป็น 1 เซต พักระหว่างเซต 2 นาที ฝึก 4 เซตต่อครั้ง 2 ครั้งต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์
4-6	ความหนัก 60% ของแรงดันหายใจเข้าสูงสุด 30 ลมหายใจ นับเป็น 1 เซต พักระหว่างเซต 2 นาที ฝึก 4 เซตต่อครั้ง 2 ครั้งต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์
7-9	ความหนัก 70% ของแรงดันหายใจเข้าสูงสุด ด30 ลมหายใจ นับเป็น 1 เซต พักระหว่างเซต 2 นาที ฝึก 4 เซตต่อครั้ง 2 ครั้งต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์
10-12	ความหนัก 80% ของแรงดันหายใจเข้าสูงสุด 30 ลมหายใจ นับเป็น 1 เซต พักระหว่างเซต 2 นาที ฝึก 4 เซตต่อครั้ง 2 ครั้งต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจนั้น กลุ่มตัวอย่างจะได้เข้ารับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเพื่อปรับความหนัก และทำการฝึกที่ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาและการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ชั้นที่ 10 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 วัน และอีก 4 วันนั้นกลุ่มตัวอย่างจะได้รับอุปกรณ์ไปฝึกที่บ้านร่วมกับสมุดบันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (ภาคผนวก ถ) โดยผู้วิจัยจะติดต่อผ่านโทรศัพท์เพื่อสอบถามถึงการฝึก รวมถึงปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในระหว่างฝึกที่บ้าน

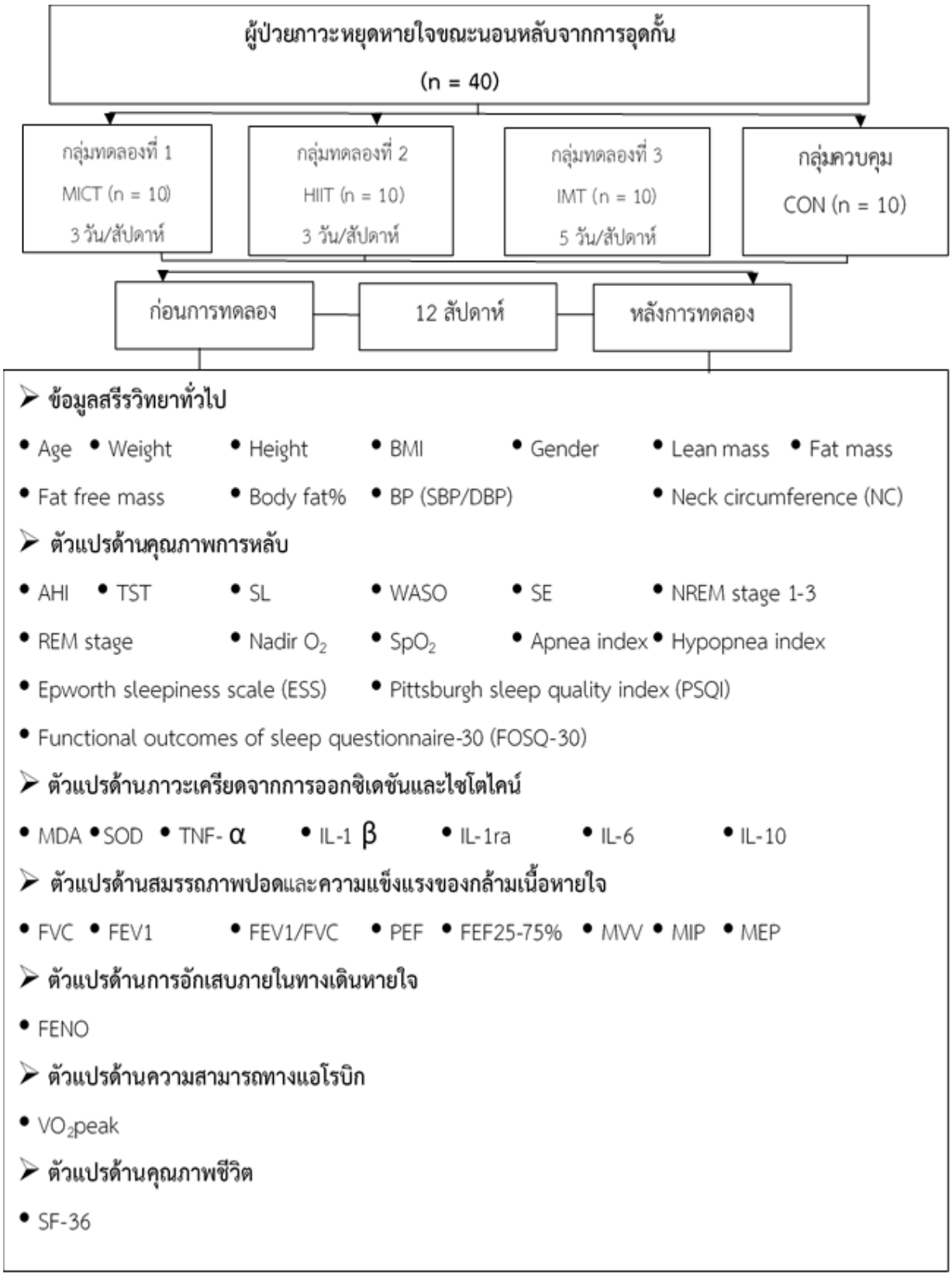
<u>กลุ่มที่ 4</u> กลุ่มควบคุม

สำหรับกลุ่มควบคุมจะไม่มีการฝึกออกกำลังกายในรูปแบบใด ๆ โดยกลุ่มควบคุมจะใช้ชีวิตประจำวันเป็นปกติ สามารถทานยาที่รับการรักษาอยู่เป็นปกติ ซึ่งจะงดเว้นจากการออกกำลังกาย

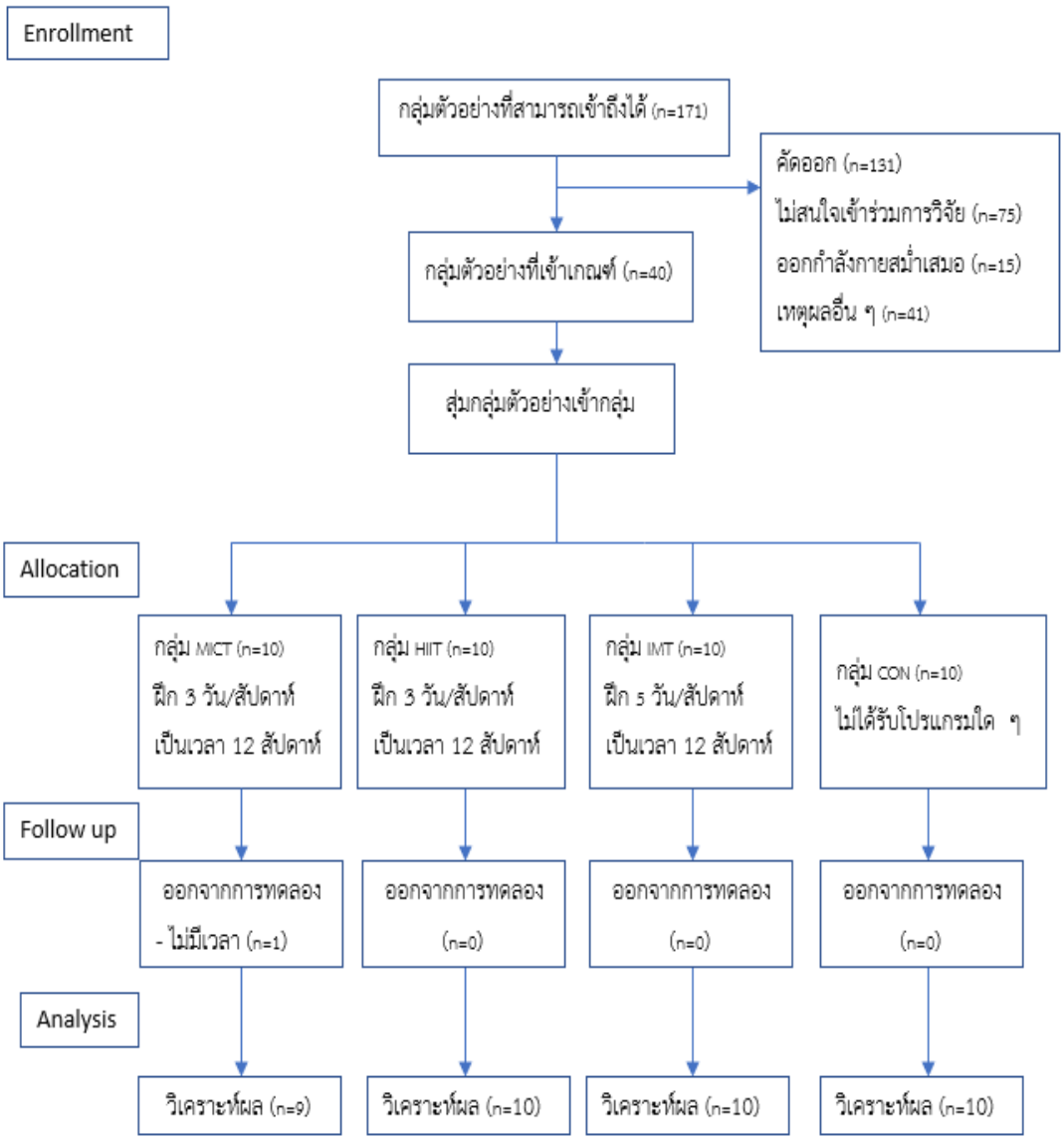
และการใช้เครื่องอัดอากาศแรงดันบวก และบันทึกบันทึกกิจวัตรที่เกี่ยวข้องกับการหลับในสมุดบันทึกการนอนหลับประจำวันเช่นเดียวกับกลุ่มอื่น ๆ

หลังจากฝึกออกกำลังกายครบ 12 สัปดาห์ โดยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มจะได้รับการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามขั้นตอนดังเช่นการทดสอบก่อนการทดลอง (ข้อ 6.1 และ 6.2) จากนั้นผู้วิจัยกล่าวขอบคุณกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือ และผู้วิจัยมอบค่าเสียเวลาให้แก่กลุ่มตัวอย่างและยุติการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 23 ขั้นตอนการดำเนินวิจัย



รูปที่ 24 แผนภาพ CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) ของการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโทคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 2 คน ทำหน้าที่ช่วยจับเวลา และบันทึกข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ รวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจน

2. นักเทคนิคการแพทย์เป็นผู้เจาะเลือด จากนั้นเลือดจะถูกตรวจและวิเคราะห์โดยนักเทคนิคการแพทย์ที่สาขาวิชาโรคภูมิแพ้และภูมิคุ้มกันทางคลินิก ภาควิชาอายุรศาสตร์ ชั้น 10 อาคารอปร. คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยและเก็บข้อมูล ได้แก่ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาและการออกกำลังกาย อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ชั้นที่ 10 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์นิทราเวช อาคารผู้ป่วยในพิเศษ 14 ชั้นที่ 5 (อาคารนวัตบริบาล) โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยคำนึงถึงการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง โดยเมื่อผู้วิจัยติดต่อ แนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการวิจัยให้ทราบ และเปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างสอบถามและเข้าร่วมการวิจัยโดยสมัครใจ กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดจะได้รับการแจ้งรายละเอียดวิธีในปฏิบัติตัวในการทดสอบและเก็บข้อมูล ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย การเตรียมตัวก่อนการออกกำลังกาย การปฏิบัติตัวระหว่างช่วงที่เข้าร่วมการวิจัย และลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย นอกจากนี้ การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดยสมัครใจ สามารถปฏิเสธการเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องระบุเหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้เก็บเป็นความลับปกปิดแหล่งข้อมูลอย่างเคร่งครัด การนำเสนอข้อมูลจะเป็นภาพรวมไม่ชี้เฉพาะในส่วนของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายใด ๆ ทั้งต่อบุคคลและองค์กร เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยจะถูกทำลายทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำค่าตัวแปรต่าง ๆมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชั่น 28.0 (นิวยอร์ค ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยหาค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

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

3. หากข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ได้แก่ ข้อมูลด้านสรีรวิทยา ตัวแปรด้านการหลับ ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก สถิติที่ใช้ทดสอบได้แก่ Mixed design ANOVA เพื่อทดสอบนัยสำคัญของระหว่างกลุ่ม (Group) และทดสอบนัยสำคัญภายในกลุ่ม (Time) หากพบนัยสำคัญทางสถิติของอิทธิพลหลัก (Main effect) ได้แก่ กลุ่ม (Group) หรือเวลา (Time) จึงวิเคราะห์ต่อด้วย Pairwise

comparison หรือ Post-hoc ด้วยวิธี Bonferroni นอกจากนี้ หากพบนัยสำคัญของการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) จะทำการแปลผลด้วยวิธี Simple main effect และวิเคราะห์ต่อด้วย Pairwise comparison หรือ Post-hoc ด้วยวิธี Bonferroni ต่อไป

4. หากข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ หรือข้อมูลเป็นมาตรอันดับ ได้แก่ ข้อมูลไซโตไคน์ สารอนุมูลอิสระ และแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต ใช้สถิติ Kruskal-wallis ในการทดสอบระหว่างกลุ่ม และใช้ Wilcoxon signed-rank test ในการทดสอบภายในกลุ่ม

5. ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยผู้วิจัยที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติที่ได้จากการศึกษาผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันที่มีต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรก่อนการทดลอง และหลังการทดลองในแต่ละกลุ่ม โดยการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบผสม (Mixed ANOVA) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 สำหรับข้อมูลที่เป็นข้อมูลมาตรอันตรภาค (Interval scale) ที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) สำหรับข้อมูลที่เป็นมาตรอันดับ (Ordinal scale) หรือข้อมูลมาตรอันตรภาคที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติใช้สถิติครัสคาล-วัลลิส (Kruskal-Wallis test) ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างกลุ่ม ร่วมกับสถิติวิลคอกซัน (Wilcoxon signed-rank test) ในการวิเคราะห์ความเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 39 คน มีลักษณะข้อมูลทั่วไปใกล้เคียงกัน โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) จำนวน 9 คน ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 36.22±7.66 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ55.55) มีค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว (AHI) 17.36±60.7 ครั้ง/นาที กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) จำนวน 10 คน ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 39.80±7.45 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 70) มีค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว 19.06± ครั้ง/นาที กลุ่มที่ 3 ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ อายุเฉลี่ย 39.70±8.05 ปี จำนวนเพศชายและเพศหญิงเท่ากัน มีค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว 39.70±8.05 ครั้ง/นาที และกลุ่มที่ 4 เป็นลุ่มควบคุม จำนวน 10 คน อายุเฉลี่ย 39.00±10.79 ปี จำนวนเพศชายและเพศหญิงเท่ากัน มีค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว 16.07±4.60 ครั้ง/นาที ทำการเปรียบเทียนภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม (4 กลุ่ม) จากนั้นจึงนำผลมาวิเคราะห์เสนอในตารางประกอบความเรียง โดยแบ่งการนำเสนอเป็น 9 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบการค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลด้านสรีรวิทยา

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบการค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านการหลับ

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบการค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบการค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด

ตอนที่ 6 ผลการเปรียบการค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

ตอนที่ 7 ผลการเปรียบการค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านการอักเสบภายในทางเดินหายใจ

ตอนที่ 8 ผลการเปรียบการค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก

ตอนที่ 9 ผลการเปรียบการค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

รายการ		MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (n=10)	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. ข้อมูลทั่วไป									
เพศ	เพศชาย	5	55.55	7	70	5	50	5	50
	เพศหญิง	4	44.45	3	30	5	50	5	50
อายุเฉลี่ย		36.22±7.66		39.80±7.45		39.70±8.05		39.0±10.79	
2. ประวัติการออกกำลังกาย									
ไม่เคยออกกำลังกายเลย		6	66.67	6	60	5	50	6	50
ออกกำลังกายเป็นบางครั้ง		3	33.33	4	40	5	50	4	50
ออกกำลังกายสม่ำเสมอ		0	0	0	0	0	0	0	0
3. ประเภทของการออกกำลังกาย									
แบบแอโรบิก		1	11.11	3	30	2	20	2	20
แบบใช้แรงต้าน		1	11.11	1	10	3	30	1	10
แบบเสริมความยืดหยุ่น		1	11.11	0	0	0	0	1	10
ไม่ออกกำลังกาย		6	66.67	6	60	5	50	6	60

4. ประวัติที่เกี่ยวกับโรค								
ความรุนแรง ระดับเบา	3	33.33	2	20	3	30	5	50
ความรุนแรง ระดับปานกลาง	6	66.67	8	80	7	70	5	50
ค่าเฉลี่ยดัชนีหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว	17.36±6.07		20.33±4.96		15.64±8.05		16.07±4.60	
5. โรคประจำตัวอื่น ๆ								
ปฏิเสธการมีโรคประจำตัว	7	77.78	9	90	6	60	8	80
โรคอื่น ๆ - ภูมิแพ้	1	11.11	1	10	2	20	2	20
โรคอื่น ๆ - ซึมเศร้า	1	11.11	0	0	2	20	0	20

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่ 1 (MICT) ประกอบไปด้วยเพศชาย (ร้อยละ 55.55) เพศหญิง (ร้อยละ 44.45) มีอายุเฉลี่ย 36.22±7.66 ปี ประวัติการออกกำลังกายพบว่าส่วนใหญ่ไม่เคยออกกำลังกาย (ร้อยละ 66.67) ระดับความรุนแรงของโรคส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 66.67) โดยมีค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว 17.36±60.7 ครั้ง/ชั่วโมง และส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวอื่น (ร้อยละ 77.78) กลุ่มที่ 2 (HIIT) ประกอบไปด้วยเพศชาย (ร้อยละ 70) เพศหญิง (ร้อยละ 30) มีอายุเฉลี่ย 39.80±7.45 ปี ประวัติการออกกำลังกายพบว่าส่วนใหญ่ไม่เคยออกกำลังกาย (ร้อยละ 60) ระดับความรุนแรงของโรคส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 80) โดยมีค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว 19.06±7.31 ครั้ง/ชั่วโมง และส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวอื่น (ร้อยละ 90) กลุ่มที่ 3 (IMT) ประกอบไปด้วยเพศชาย (ร้อยละ 50) เพศหญิง (ร้อยละ 50) มีอายุเฉลี่ย 39.70±8.05 ปี ประวัติการออกกำลังกายพบว่าไม่เคยออกกำลังกาย (ร้อยละ 50) และออกกำลังกายเป็นบางครั้ง (ร้อยละ 50) ระดับความรุนแรงของโรคส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 70) โดยมีค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว 15.64±8.05 ครั้ง/ชั่วโมง และส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวอื่น (ร้อยละ 60) และกลุ่มที่ 4 ประกอบไปด้วยเพศชาย (ร้อยละ 50) เพศหญิง (ร้อย

ละ 50) มีอายุเฉลี่ย 39.0±10.79 ปี ประวัติการออกกำลังกายพบว่าส่วนใหญ่ไม่เคยออกกำลังกาย (ร้อยละ 60) ระดับความรุนแรงของโรคส่วนอยู่ในระดับเบาและปานกลางเท่ากัน โดยมีค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว 16.07±4.60 ครั้ง/ชั่วโมง และส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวอื่น (ร้อยละ 80)

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านสรีรวิทยา

ตารางที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลด้านสรีรวิทยาระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

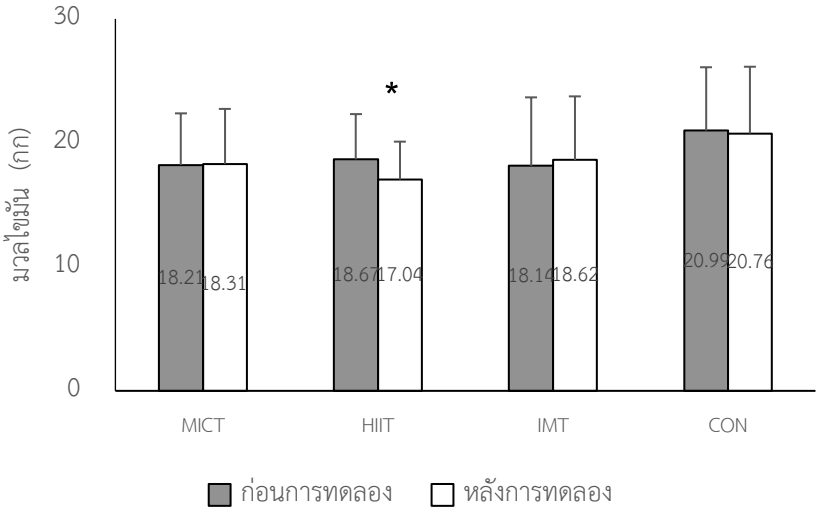
ข้อมูลด้านสรีรวิทยา	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (n=10)		การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	เวลา (p-value)	กลุ่ม (p-value)	กลุ่ม*เวลา (p-value)
น้ำหนักตัว (กก.)	62.19±7.11	61.91±7.88	64.84±10.11	64.16±8.88	61.96±10.67	62.82±10.40	61.69±11.57	61.85±11.38	0.925	0.986	0.195
ส่วนสูง (ซม.)	167.55±7.33	-	167.80±9.60	-	166.80±10.40	-	163.30±7.90	-	n/a	n/a	n/a
มวลกล้ามเนื้อ (กก.)	41.76±7.10	40.19±9.45	43.84±8.41	44.73±7.98	42.77±9.25	41.75±8.27	38.38±7.90	38.91±7.49	0.560	0.478	0.256
มวลไขมัน (กก.)	18.21±4.17	18.31±4.43	18.67±3.65	**17.04±3.08***	18.14±5.53	18.62±5.13	20.99±5.11	20.76±5.38	0.092	0.459	**0.002***
มวลปราศจากไขมัน (กก.)	44.10±7.29	44.24±8.12	46.10±8.80	47.10±8.35	43.78±8.86	44.21±8.58	40.74±8.09	41.09±7.80	0.075	0.501	0.691
เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%)	30.51±7.09	30.90±7.65	30.14±5.84	**27.87±5.59***	30.46±7.54	30.92±6.76	35.20±5.05	34.67±5.60	0.065	0.214	**0.002***
ดัชนีมวลกาย	22.03±1.30	22.11±1.37	22.77±1.74	22.77±1.74	21.65±2.44	21.65±2.44	22.69±1.70	22.69±1.70	0.284	0.456	0.353
อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	77.11±7.78	77.89±9.79	69.80±8.09	66.20±4.76	74.40±13.23	70.00±13.28	76.30±6.81	75.40±10.23	0.177	0.087	0.590
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	123.11±4.40	121.00±5.96	122.30±8.06	**118.80±6.39***	120.40±6.48	120.10±4.77	118.50±6.08	116.10±7.11	**0.016***	0.303	0.525

ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม. ปรอท)	76.33±8.89	73.11±8.88	76.20±5.61	75.8±7.44	78.00±7.76	76.70±9.68	77.10±6.47	77.40±7.68	0.288	0.837	0.692
เส้นรอบวงคอ (นิ้ว)	13.50±1.25	13.11±0.99	13.86±0.87	**13.22±0.75***	13.20±1.27	13.28±0.89	12.35±1.27	13.30±1.38	**0.042***	0.905	0.133

* $p<0.05$ แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน

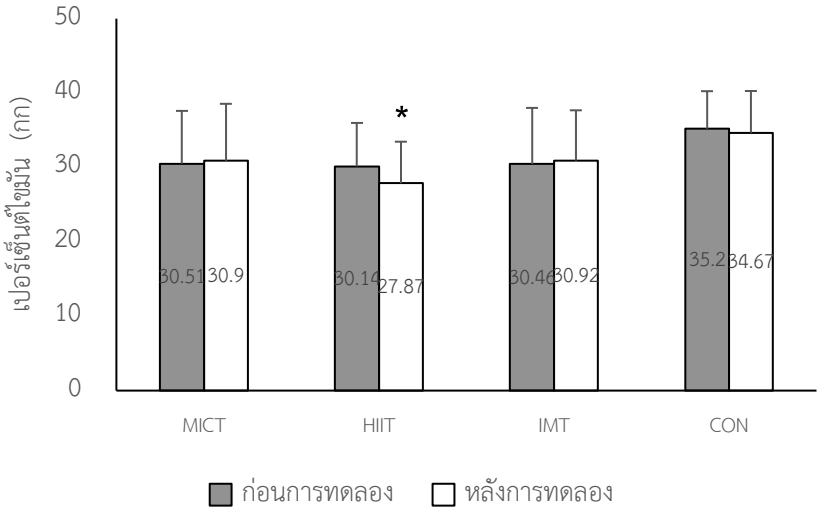
จากตารางที่ 6 และรูปที่ 25 – 28 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ยมวลไขมัน ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน และเส้นรอบวงคอลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) ส่วนกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงใด ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



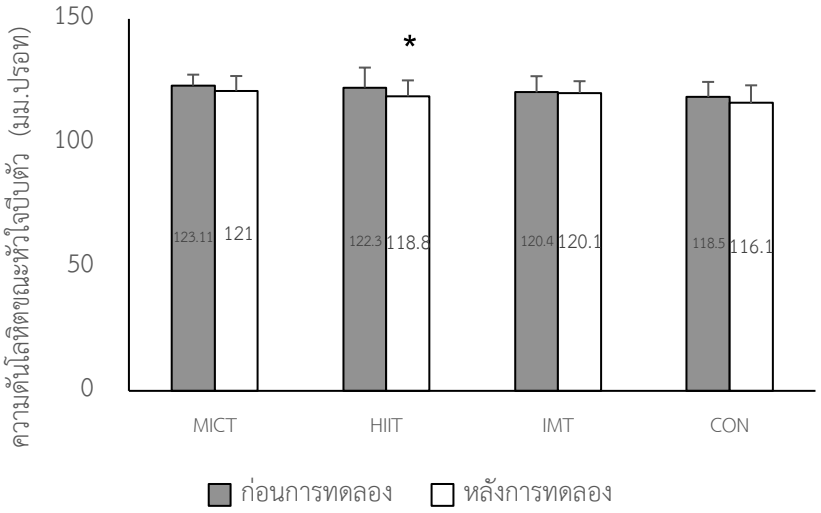
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลไขมัน ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



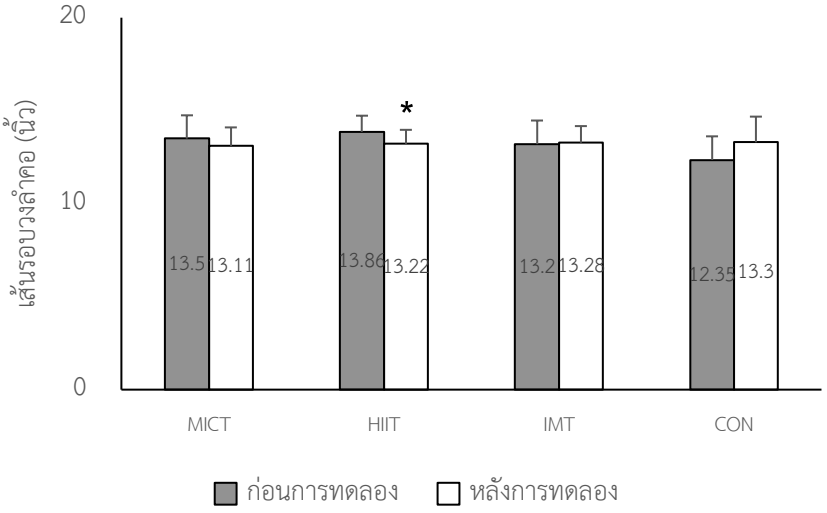
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นไขมัน ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 27 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 28 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านการนอนหลับ

ตารางที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบตัวแปรด้านการหลับระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม

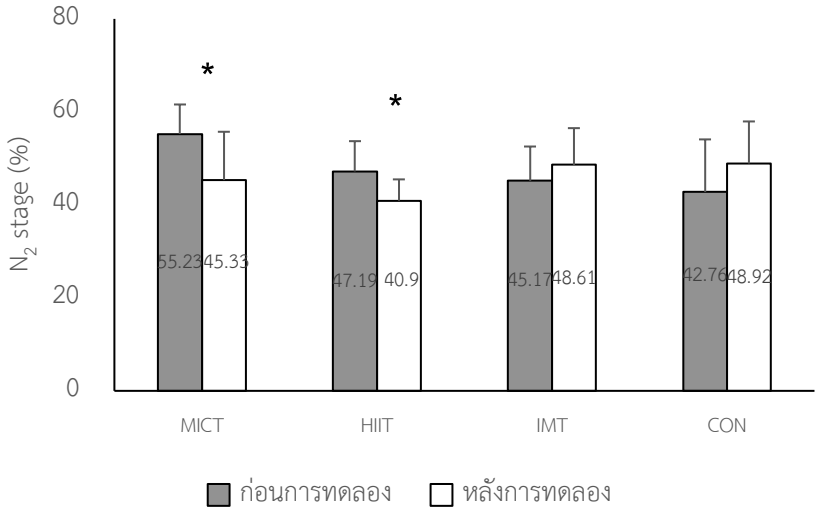
ตัวแปรด้านการนอนหลับ	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (n=10)		การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	เวลา (p-value)	กลุ่ม (p-value)	กลุ่ม*เวลา (p-value)
TST (min)	385.50±48.41	388.83±47.50	391.95±33.04	410.80±49.07	399.40±30.77	402.25±45.78	379.10±65.53	402.85±70.98	0.970	0.874	0.345
SL (min)	9.11±10.98	8.33±8.61	7.05±6.52	4.09±2.85	20.30±26.51	14.60±28.63	8.20±7.62	10.85±11.15	0.679	0.431	0.484
WASO (min)	46.50±49.79	35.25±29.71	41.20±32.23	35.15.55±20.80	42.7±39.45	35.90±27.15	35.65±31.03	35.05±33.32	0.659	0.739	0.983
SE (%)	87.48±10.77	85.84±11.00	87.97±7.88	87.23±4.98	86.22±9.39	90.78±5.98	89.25±7.90	89.89±6.34	0.656	0.795	0.528
N_1 stage (%)	14.81±10.93	13.92±5.79	12.92±7.94	17.61±7.80	13.99±7.84	17.40±10.23	14.40±6.63	15.46±10.57	0.196	0.981	0.612
N_2 stage (%)	55.23±6.36	**45.33±10.39***	47.19±6.51	**40.90±4.58***	45.17±7.38	48.61±7.89	42.76±11.32	48.92±9.02	0.258	0.180	**0.002***
N_3 stage (%)	12.76±6.48	**20.93±10.34***	14.06±6.33	**3.26±7.69***	21.84±9.37	15.97±6.13	22.54±11.56	16.71±10.32	0.411	0.848	**0.002***
REM stage (%)	17.54±4.40	19.53±4.45	24.88±6.63	20.35±5.86	18.96±8.39	19.70±5.644	20.31±4.29	18.97±5.99	0.538	0.225	0.301
AHI (event/hour)	17.37±6.07	**9.59±4.39*†**	20.33±4.96	**8.85±3.62*†**	15.64±5.12	**10.16±4.03*†**	16.07±4.60	18.98±7.11	**0.001***	0.106	**0.001**
NREM AHI	14.84±5.28	**9.62±4.52*†**	19.43±4.68	**8.77±3.12*†**	12.53±6.32	**8.83±4.28*†**	12.82±5.91	**17.54±8.64***	**0.001***	0.201	**0.001***
REM AHI	24.42±18.56	**10.73±8.48***	29.10±17.36	**16.50±8.96***	24.79±14.08	17.32±8.08	29.10±9.78	22.64±14.77	**0.001***	0.314	0.752
Supine AHI	19.92±8.06	**11.56±5.57***	27.03±15.16	**13.45±7.28***	21.55±11.94	**14.29±7.37***	20.38±10.33	22.58±11.32	**0.001***	0.506	**0.012***

Apnea index	1.51±2.51	1.09±1.67	1.71±2.10	1.20±1.71	1.02±1.36	0.45±0.91	0.91±1.65	0.92±1.75	0.103	0.737	0.784
Hypopnea index	15.68±5.00	**8.50±3.75***	19.92±4.03	**9.69±3.48***	16.29±8.57	**12.20±7.38***	15.27±4.91	16.04±8.57	**0.001***	0.504	**0.003***
Nadir O_2	89.22±7.16	90.38±3.67	88.50±5.34	91.13±3.73	90.50±3.34	91.1±2.26	89.7±4.47	88.80±5.05	0.131	0.873	0.180
SpO_2	97.11±0.33	96.89±0.33	96.50±0.32	96.70±0.31	97.00±0.32	96.90±0.31	96.80±0.32	96.80±0.31	0.852	0.729	0.827

* $p<0.05$ แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน †$p<0.05$ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

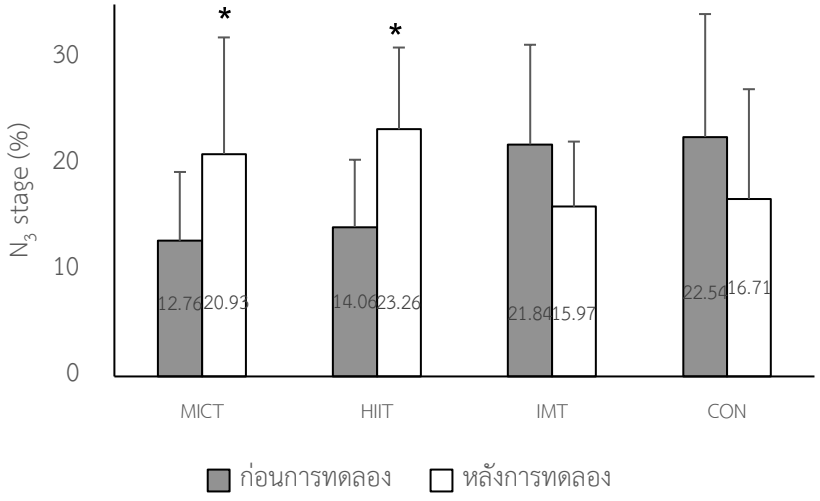
จากตารางที่ 7 และรูปที่ 29 – 35 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (AHI) มีค่าเฉลี่ยระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 2 (N_2) ค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว (AHI) ค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะหลับที่ไม่มีตากระตุก (NREM AHI) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะนอนหงาย (Supine AHI) และดัชนีการหายใจแผ่ว (Hypopnea index) ลดลง ในขณะที่ค่าเฉลี่ยระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 (N_3) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว (AHI) ค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะหลับที่ไม่มีตากระตุก (NREM AHI) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะนอนหงาย (Supine AHI) และดัชนีการหายใจแผ่ว (Hypopnea index) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนตัวแปรอื่น ๆ เช่น เวลาหลับโดยรวม (Total sleep time; TST) ช่วงเวลาที่อยู่บนเตียงจนหลับ (Sleep latency; SL) ระยะเวลาที่ตื่นระหว่างคืนหลังจากหลับไปแล้ว (Wakefulness after sleep onset; WASO) ประสิทธิภาพของการหลับ (Sleep efficiency; SE) ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 1 (N_1) ระยะหลับที่มีตากระตุก (REM stage) ดัชนีการหยุดหายใจ (Apnea index) ความอิ่มตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดแดง (Oxygen saturation; SpO_2) ความอิ่มตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงที่ระดับต่ำสุด (Nadir O_2) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่กลุ่มใด ๆ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว (AHI) ค่าเฉลี่ยดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะหลับที่ไม่มีตากระตุก (NREM AHI) แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (CON) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



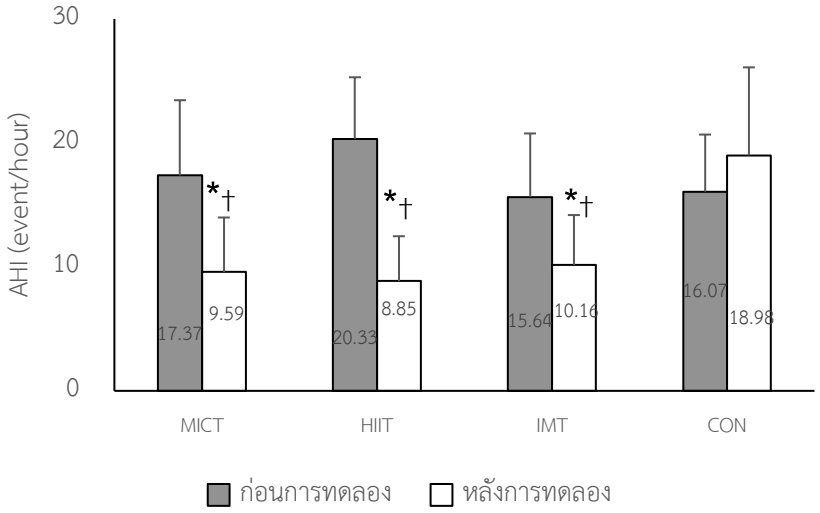
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 29 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะการหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้น 2 ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



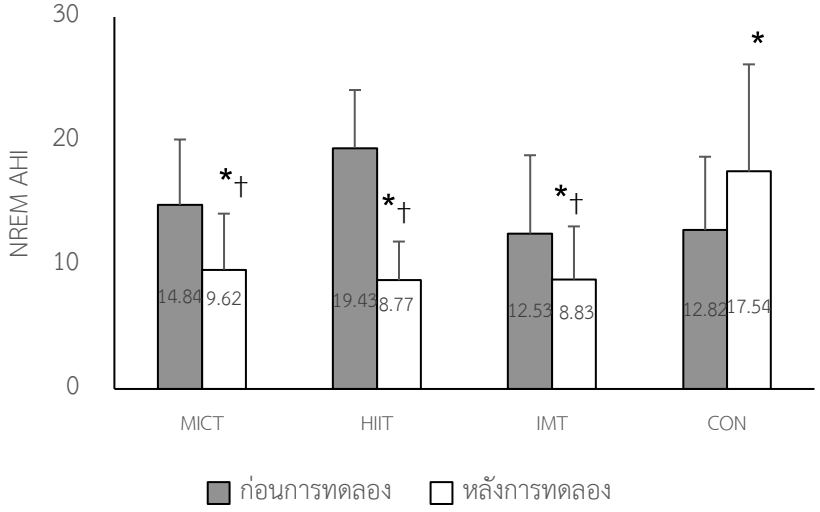
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 30 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะการหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้น 3 ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



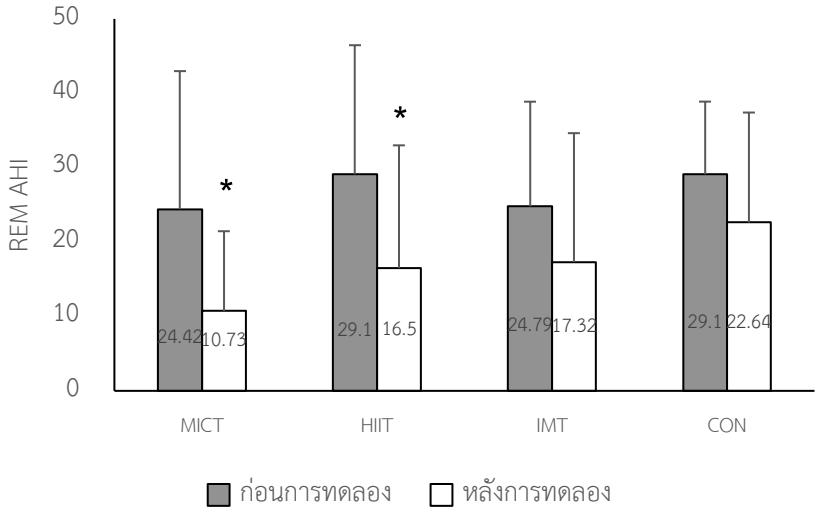
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม †p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

รูปที่ 31 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



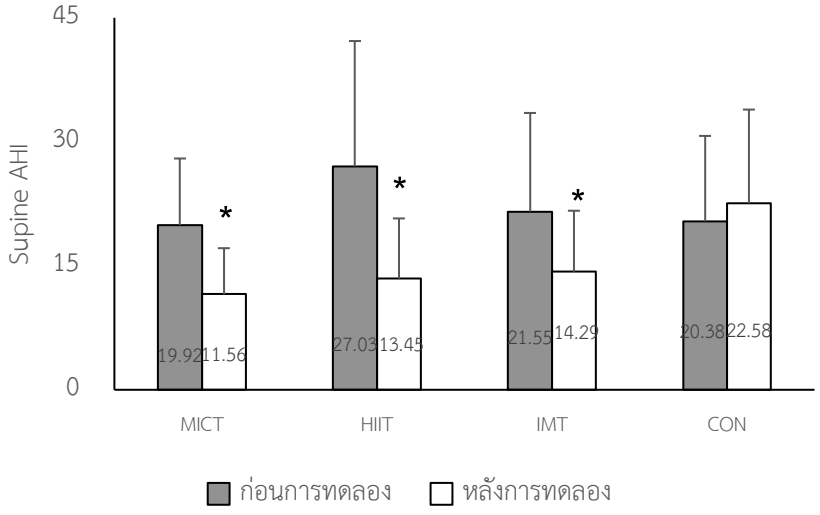
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม †p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

รูปที่ 32 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะหลับที่ไม่มีตากระตุก ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



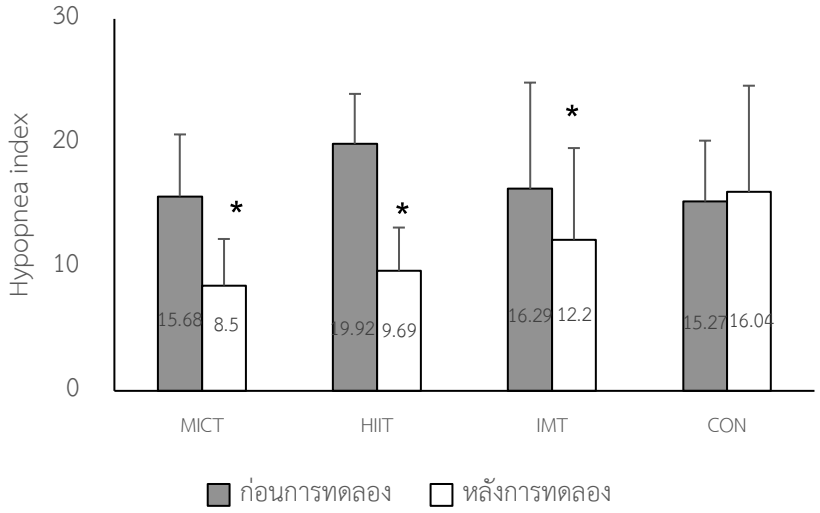
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 33 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะหลับที่มีตากระตุก ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 34 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะนอนหงาย ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 35 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีหายใจแผ่ว ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์

ตารางที่ 8 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (MICT)

ตัวแปร	MICT (n=9)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
MDA (pg/ml)	11.57	18.37	9.58	12.89	-1.244	0.214
SOD (pg/ml)	327.96	525.34	243.66	304.15	-1.125	0.260
TNF-α (pg/ml)	16.23	20.80	6.99	0.23	-1.604	0.109
IL-1 β (pg/ml)	6.29	0.00	6.29	0.00	0.000	1.000
IL-1ra (pg/ml)	69.40	37.38	91.26	47.54	-2.100	**0.036***
IL-6 (pg/ml)	7.25	2.22	8.51	5.23	-1.342	0.180
IL-10 (pg/ml)	2.72	0.00	2.72	0.00	0.000	1.000
IP-10 (pg/ml)	80.72	22.23	69.22	33.30	-0.980	0.327

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 8 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) มีค่าเฉลี่ยอินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ (IL-1ra) เพิ่มขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (HIIT)

ตัวแปร	HIIT (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
MDA (pg/ml)	7.25	5.91	6.43	5.06	-2.803	**0.005***
SOD (pg/ml)	159.50	12.06	174.97	120.11	-2.803	**0.005***
TNF-α (pg/ml)	22.27	39.15	6.92	0.00	-1.604	0.109
IL-1 β (pg/ml)	6.29	0.00	6.29	0.00	0.000	1.000
IL-1ra (pg/ml)	68.33	39.89	136.2	100.63	-2.090	**0.037***
IL-6 (pg/ml)	8.75	4.72	7.18	2.08	-1.342	0.180
IL-10 (pg/ml)	2.72	0.00	8.81	19.27	-1.000	0.317
IP-10 (pg/ml)	120.53	148.01	62.10	23.58	-2.366	**0.018***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 9 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ยมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) และอินเตอร์เฟอรอนอินดิวซ์โปรตีนเท็น (IP-10) ลดลง นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยซุปเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (SOD) และอินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ (IL-1ra) มีการเพิ่มขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (IMT)

ตัวแปร	IMT (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
MDA (pg/ml)	5.80	1.16	5.75	1.13	-1.478	0.139
SOD (pg/ml)	149.68	18.75	153.68	30.35	-0.357	0.721
TNF-α (pg/ml)	7.49	1.80	8.06	2.40	-1.342	0.180
IL-1 β (pg/ml)	6.29	0.00	6.29	0.00	0.000	1.000
IL-1ra (pg/ml)	70.91	25.85	145.19	114.25	-2.310	**0.021***
IL-6 (pg/ml)	6.52	0.00	6.52	0.00	0.000	1.000
IL-10 (pg/ml)	2.72	0.00	2.72	0.00	0.000	1.000
IP-10 (pg/ml)	105.97	53.97	108.80	75.06	-0.178	0.859

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 10 พบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ยอินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ (IL-1ra) มากขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 11 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม (CON)

ตัวแปร	CON (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
MDA (pg/ml)	5.86	0.77	5.70	0.71	-1.274	0.203
SOD (pg/ml)	145.71	19.91	143.88	20.25	-0.459	0.646
TNF-α (pg/ml)	9.18±	5.44	9.11	5.39	-1.000	0.317
IL-1 β (pg/ml)	6.29	0.00	17.34	34.95	-1.000	0.317
IL-1ra (pg/ml)	128.70	81.56	156.84	99.61	-0.764	0.445
IL-6 (pg/ml)	6.52	0.00	6.52	0.00	-1.000	0.317
IL-10 (pg/ml)	2.72	0.00	2.72	0.00	0.000	1.000
IP-10 (pg/ml)	85.74	45.31	89.46	42.92	-0.153	0.878

จากตารางที่ 11 พบว่า กลุ่มควบคุม (CON) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรใด ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ก่อนทดลองระหว่างกลุ่มฝึกของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง								H	df	p-value
	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (N=10)				
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
MDA (pg/ml)	11.57	18.37	7.25	5.91	5.80	1.16	5.86	0.77	1.744	3	0.627
SOD (pg/ml)	327.96	525.34	159.50	12.06	149.68	18.75	145.71	19.91	3.903	3	0.272
TNF-α (pg/ml)	16.23	20.80	22.27	39.15	7.49	1.80	9.18±	5.44	2.45	3	0.484
IL-1 β (pg/ml)	6.29	0.00	6.29	0.00	6.29	0.00	6.29	0.00	0.00	3	1.000
IL-1ra (pg/ml)	69.40	37.38	68.33	39.89	70.91	25.85	128.70	81.56	4.38	3	0.224
IL-6 (pg/ml)	7.25	2.22	8.75	4.72	6.52	0.00	6.52	0.00	3.97	3	0.264
IL-10 (pg/ml)	2.72	0.00	2.72	0.00	2.72	0.00	2.72	0.00	0.00	3	1.000
IP-10 (pg/ml)	80.72	22.23	120.53	148.01	105.97	53.97	85.74	45.31	1.60	3	0.659

จากตารางที่ 12 พบว่าก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ ได้แก่ มาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (SOD) ทูเมอร์เนโครซิสแฟคเตอร์อัลฟา (TNF-α) อินเตอร์ลิวคินวันเบตา (IL-1 β) อินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ (IL-1ra) อินเตอร์ลิวคินซิกซ์ (IL-6) อินเตอร์ลิวคินเท็น (IL-10) และอินเตอร์เฟอรอนอินดิวซ์โปรตีนเท็น (IP-10) ของกลุ่ม 4 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 13 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์หลังทดลองระหว่างกลุ่มฝึกของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม

ตัวแปร	หลังการทดลอง								H	df	p-value
	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (N=10)				
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
MDA (pg/ml)	9.58	12.89	6.43	5.06	5.75	1.13	5.70	0.71	1.997	3	0.573
SOD (pg/ml)	243.66	304.15	174.97	120.11	153.68	30.35	143.88	20.25	0.295	3	0.961
TNF-α (pg/ml)	6.99	0.23	6.92	0.00	8.06	2.40	9.11	5.39	4.36	3	0.225
IL-1 β (pg/ml)	6.29	0.00	6.29	0.00	6.29	0.00	17.34	34.95	2.90	3	0.407
IL-1ra (pg/ml)	91.26	47.54	136.2	100.63	145.19	114.25	156.84	99.61	2.88	3	0.410
IL-6 (pg/ml)	8.51	5.23	7.18	2.08	6.52	0.00	6.52	0.00	2.54	3	0.468
IL-10 (pg/ml)	2.72	0.00	8.81	19.27	2.72	0.00	2.72	0.00	2.90	3	0.407
IP-10 (pg/ml)	69.22	33.30	62.10	23.58	108.80	75.06	89.46	42.92	5.33	3	0.149

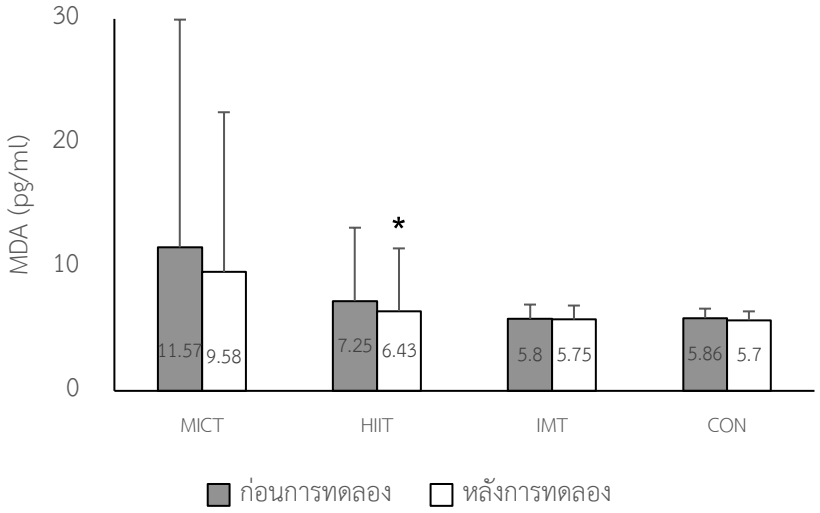
จากตารางที่ 13 พบว่าหลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ ได้แก่ มาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (SOD) ทูเมอร์เนโครซิสแฟคเตอร์อัลฟา (TNF-α) อินเตอร์ลิวคินวันเบตา (IL-1 β) อินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ (IL-1ra) อินเตอร์ลิวคินซิกซ์ (IL-6) อินเตอร์ลิวคินเท็น (IL-10) และอินเตอร์เฟอรอนอินดิวซ์โปรตีนเท็น (IP-10) ของกลุ่ม 4 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 14 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม

ตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (n=10)	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
MDA (pg/ml)	11.57±18.37	9.58±12.89	7.25±5.91	**6.43±5.06***	5.80±1.16	5.75±1.13	5.86±0.77	5.70±0.71
SOD (pg/ml)	327.96±525.34	243.66±304.15	159.50±120.58	**174.97±120.11***	149.68±18.75	153.68±30.35	145.71±19.91	143.88±20.25
TNF-α (pg/ml)	16.23±20.80	6.99±0.23	22.27±39.15	6.92±0.00	7.49±1.80	8.06±2.40	9.18±5.44	9.11±5.39
IL-1 β (pg/ml)	6.29±0.00	6.29±0.00	6.29±0.00	6.29±0.00	6.29±0.00	6.29±0.00	6.29±0.00	17.34±34.95
IL-1ra (pg/ml)	69.40±37.38	**91.26±47.54***	68.33±39.89	**136.21±100.63***	70.91±25.85	**145.19±114.25***	128.70±81.56	156.84±99.61
IL-6 (pg/ml)	7.25±2.22	8.51±5.23	8.75±4.718	7.18±2.08	6.52±0.00	6.52±0.00	6.52±0.00	6.52±0.00
IL-10 (pg/ml)	2.72±0.00	2.72±0.00	2.72±0.00	8.81±19.27	2.72±0.00	2.72±0.00	2.72±0.00	2.72±0.00
IP-10 (pg/ml)	80.72±22.23	69.22±33.30	120.53±148.01	**62.104±23.58***	105.97±53.97	108.80±75.06	85.74±45.31	89.46±42.92

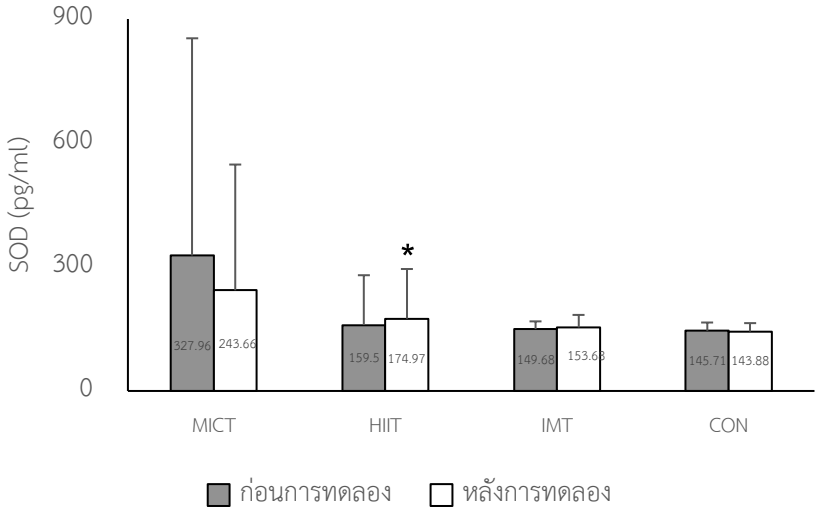
* $p<0.05$ แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน

จากตารางที่ 14 และรูปที่ 36 – 39 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ยอินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ (IL-1ra) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ยซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (SOD) เพิ่มขึ้น และมีค่าเฉลี่ยมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) และอินเตอร์เฟอรอนอินดิวซ์โปรตีนเท็น (IP-10) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



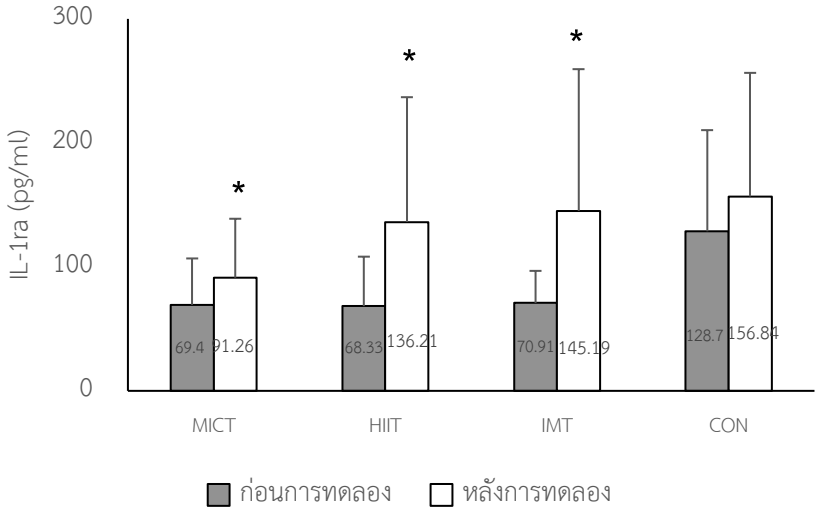
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 36 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



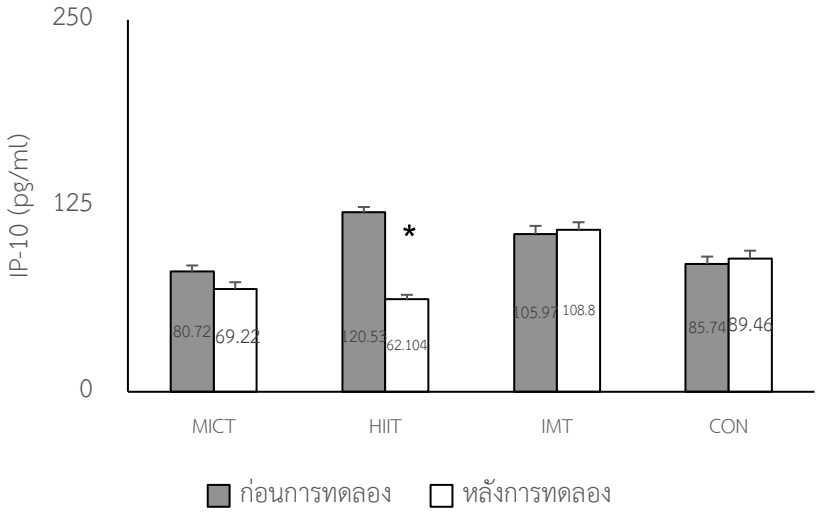
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 37 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (SOD) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 38 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอินเตอร์ลิวคินวันรีเซ็ปเตอร์แอนตาโกนิสต์ (IL-1ra) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 39 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอินเตอร์เฟอรอนอินดิวซ์โปรตีนเท็น (IP-10) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด

ตารางที่ 15 แสดงผลการเปรียบเทียบตัวแปรด้านสมรรถภาพปอดระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม

ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (n=10)		การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	เวลา (p-value)	กลุ่ม (p-value)	กลุ่ม*เวลา (p-value)
FVC (L)	3.12±0.52	**3.35±0.45***	3.28±0.61	**3.63±0.55*†**	2.89±0.91	**3.14±0.87***	2.81±0.70	2.71±0.70	**0.001***	0.112	**0.007***
FEV_1 (L)	2.98±0.50	3.10±0.48	2.99±0.54	**3.25±0.44***	2.79±0.87	2.91±0.75	2.67±0.66	2.56±0.53	**0.035***	0.265	**0.035***
PEF (L/min)	5.90±1.71	6.56±1.42	6.20±2.52	**7.36±2.35***	6.07±2.18	**7.19±2.06***	4.70±1.56	5.06±1.76	**0.001***	0.114	0.482
FEV_1/FVC (%)	95.39±4.42	92.50±4.41	89.60±4.52	91.58±4.63	95.98±3.44	94.62±6.44	95.20±3.53	94.32±3.95	0.233	0.057	0.081
$FEF_{25-75\%}$ (L/sec)	4.22±1.10	4.36±1.29	3.70±0.88	4.04±0.70	3.46±1.28	3.97±1.10	3.77±0.91	3.91±1.10	0.095	0.572	0.825
MVV (L/min)	101.70±35.68	**127.43±33.82***	126.84±33.03	**143.83±30.31***	112.40±31.66	**139.39±35.84***	102.55±32.12	106.57±28.35	**0.001***	0.175	**0.002***

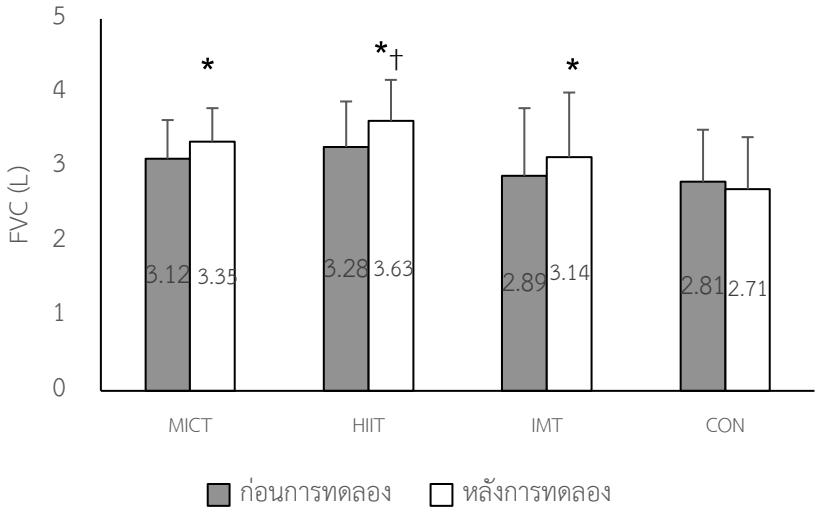
* p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน †p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

จากตารางที่ 15 และรูปที่ 40 – 43 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) มีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) และค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (MVV) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด (PEF) และค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาทีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด และ

ค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาทีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนตัวแปรอื่น ๆ เช่น ร้อยละของปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC%) อัตราการเป่าในช่วงความจุร้อยละ 25 – 75 ของ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory flow rates at 25% to 75% of the forced vital capacity; $FEF_{25\%-75\%}$) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่กลุ่มใด ๆ

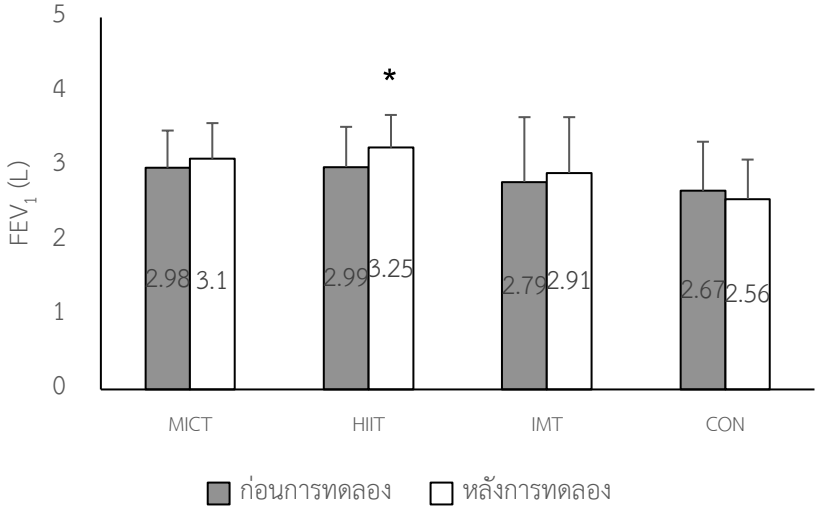
เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่แตกต่างจากกลลุ่มควบคุม (CON) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



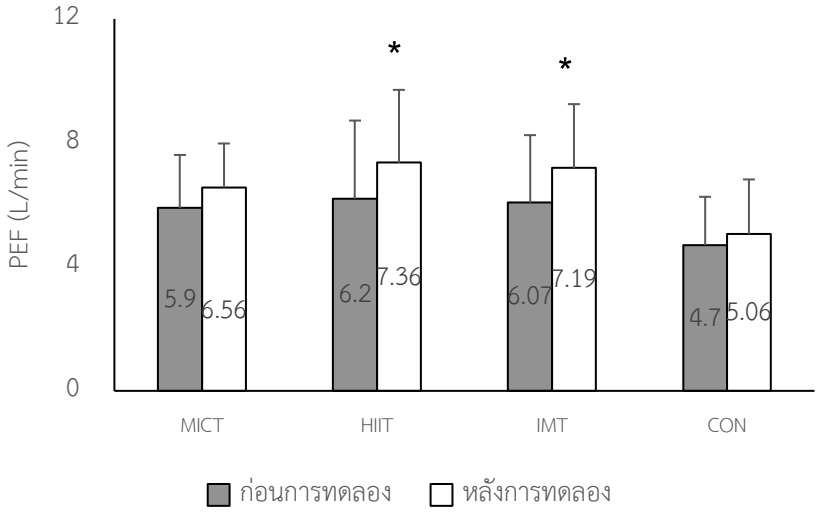
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม †p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

รูปที่ 40 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



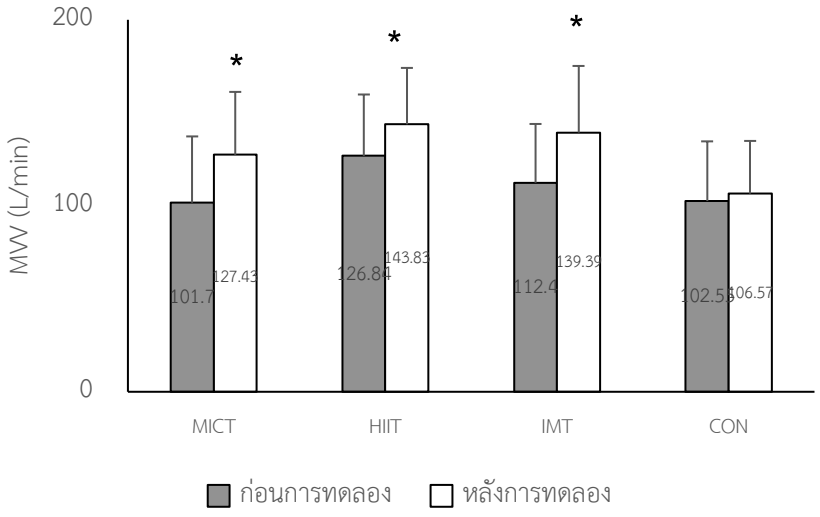
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 41 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 42 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด (PEF) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 43 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (MVV) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

ตอนที่ 6 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

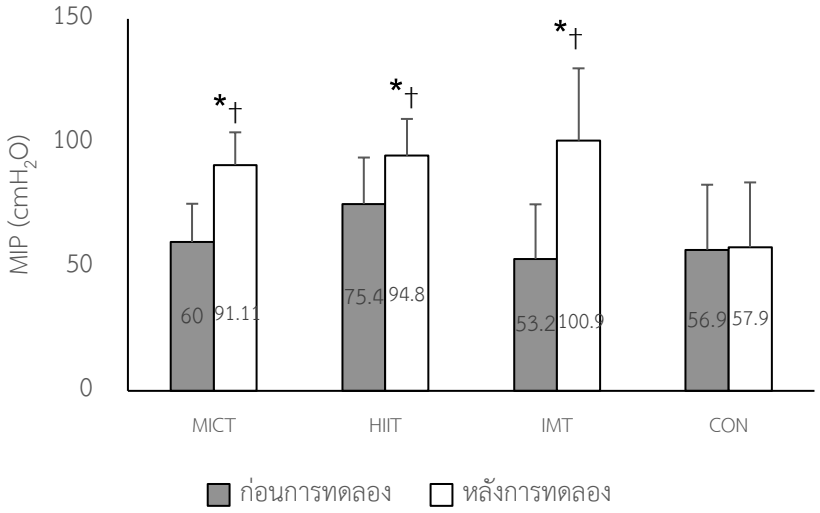
ตารางที่ 16 แสดงผลการเปรียบเทียบตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม

ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (n=10)		การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	เวลา (p-value)	กลุ่ม (p-value)	กลุ่ม*เวลา (p-value)
MIP (cmH_2O)	60.00±15.45	**91.11±13.14*†**	75.40±18.69	**94.80±14.85*†**	53.20±22.02	**100.9±29.16*†**	56.90±26.23	57.9±26.15	**0.001***	**0.032***	**0.001***
MEP (cmH_2O)	67.33±16.34	**97.67±18.56*†**	79.3±14.84	**105.6±15.79*†**	56.8±21.85	**92.00±29.92*†**	61.00±19.44	59.4±17.54	**0.001***	**0.004***	**0.001***

* p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน †p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

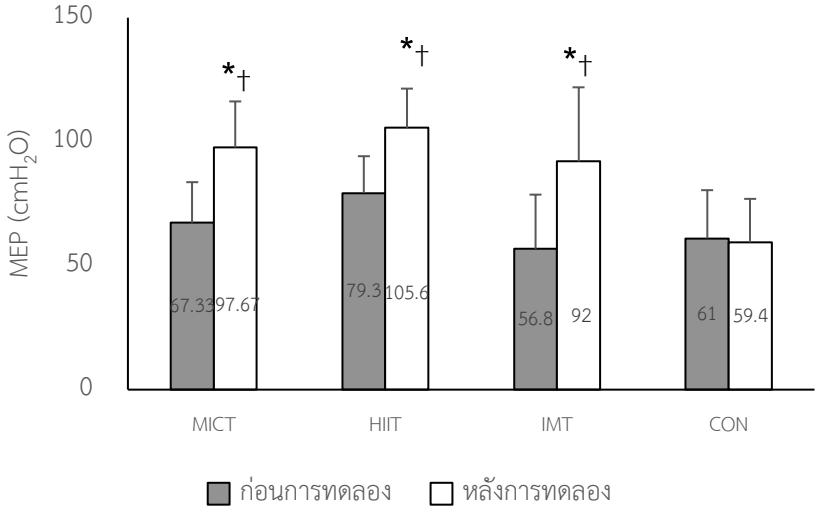
จากตารางที่ 16 และรูปที่ 44 – 45 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ยแรงดันหายใจเข้าสูงสุด (MIP) และแรงดันหายใจออกสูงสุด (MIP) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ยแรงดันหายใจเข้าสูงสุด และแรงดันหายใจออกสูงสุด แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (CON) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม †p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

รูปที่ 44 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันหายใจเข้าสูงสุด (MIP) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม †p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

รูปที่ 45 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันหายใจออกสูงสุด (MEP) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

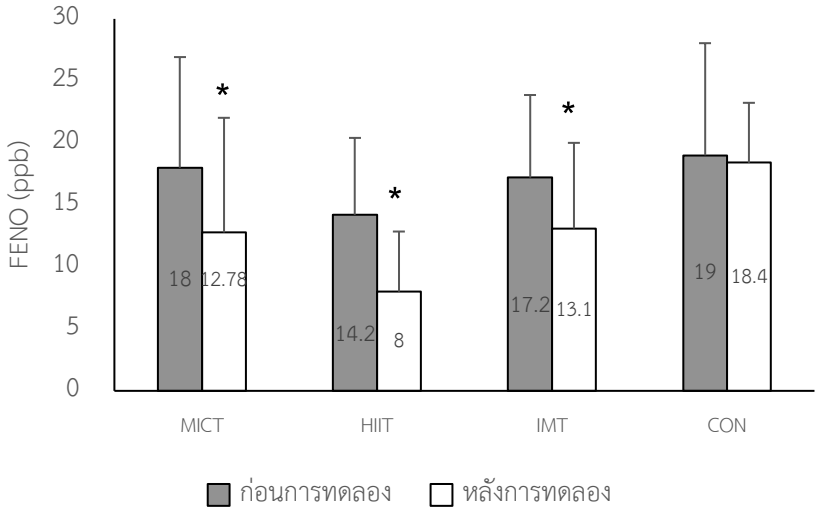
ตอนที่ 7 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านการอักเสบภายในทางเดินหายใจ

ตารางที่ 17 แสดงผลการเปรียบเทียบตัวแปรด้านการอักเสบของทางเดินหายใจระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม

ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (n=10)		การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	เวลา (p-value)	กลุ่ม (p-value)	กลุ่ม*เวลา (p-value)
FENO (ppb)	18.00±8.92	**12.78±9.24***	14.20±6.20	**8.00±4.85***	17.20±6.66	**13.10±6.90***	19.00±9.04	18.40±4.83	**0.001***	0.121	0.061

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

จากตารางที่ 17 และรูปที่ 46 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ยสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ส่วนกลุ่มควบคุม (CON) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 46 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (FENO) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (SD) ตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก

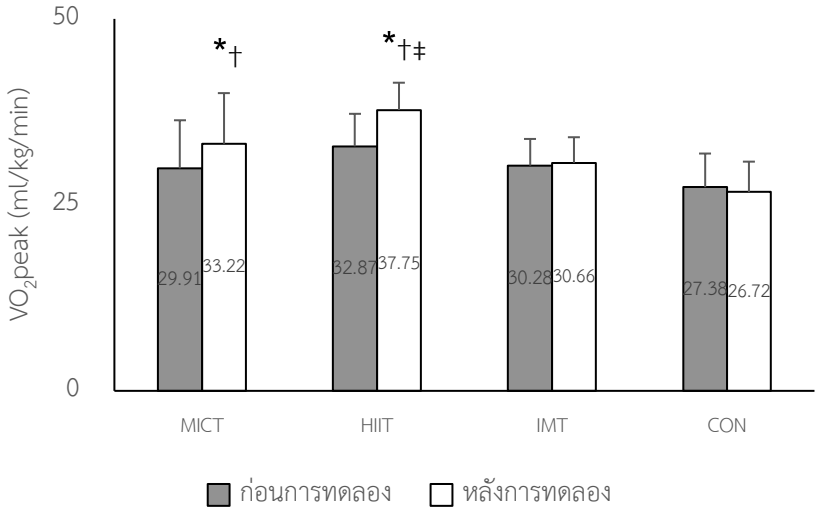
ตารางที่ 18 แสดงผลการเปรียบเทียบตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิกระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม

ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (n=10)		การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	เวลา (p-value)	กลุ่ม (p-value)	กลุ่ม*เวลา (p-value)
VO_2peak (ml/kg/min)	29.91±6.46	**33.22±6.80*** †	32.87±4.37	**37.75±3.67** *†‡	30.28±3.58	30.66±3.43	27.38±4.52	26.72±4.09	**0.001***	**0.004***	**0.001***

* p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน †p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง ‡ p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจหลังการทดลอง

จากตารางที่ 18 และรูปที่ 47 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (IMT) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) มีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดสูงกว่ากลุ่มควบคุม (CON) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดสูงกว่ากลุ่มควบคุม (CON) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม †p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง ‡ p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจหลังการทดลอง

รูปที่ 47 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต

ตารางที่ 19 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (MICT)

ตัวแปร	MICT (n=9)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
EDS	10.6	4.55	6.33	3.00	-2.136	**0.033***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 19 พบว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) มีค่าเฉลี่ย Excessive daytime sleepiness ลดลงหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 20 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (HIIT)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร	HIIT (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
EDS	9.00	3.06	6.20	3.49	-2.263	**0.024***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 20 พบว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ย Excessive daytime sleepiness ลดลงหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 21 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (IMT)

ตัวแปร	IMT (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
EDS	8.90	4.63	6.10	3.72	-2.501	**0.012***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 21 พบว่ากลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ย Excessive daytime sleepiness ลดลงหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 22 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

ตัวแปร	CON (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
EDS	11.30	6.20	11.10	5.00	-0.103	0.918

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 22 พบว่า กลุ่มควบคุม (CON) ไม่พบความแตกต่างหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 23 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง								H	df	p-value
	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (N=10)				
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
EDS	**10.6**	4.55	**9.00**	3.06	**8.90**	4.63	**11.30**	6.20	2.042	3	0.564

จากตารางที่ 23 พบว่า ค่าเฉลี่ย Excessive daytime sleepiness ก่อนการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 24 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มฝึกของกลุ่มฝึก 4 กลุ่ม

ตัวแปร	หลังการทดลอง								H	df	p-value
	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (N=10)				
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
EDS	**6.33**	3.00	**6.20**	3.49	**6.10**	3.72	**11.30**	6.20	7.468	3	0.607

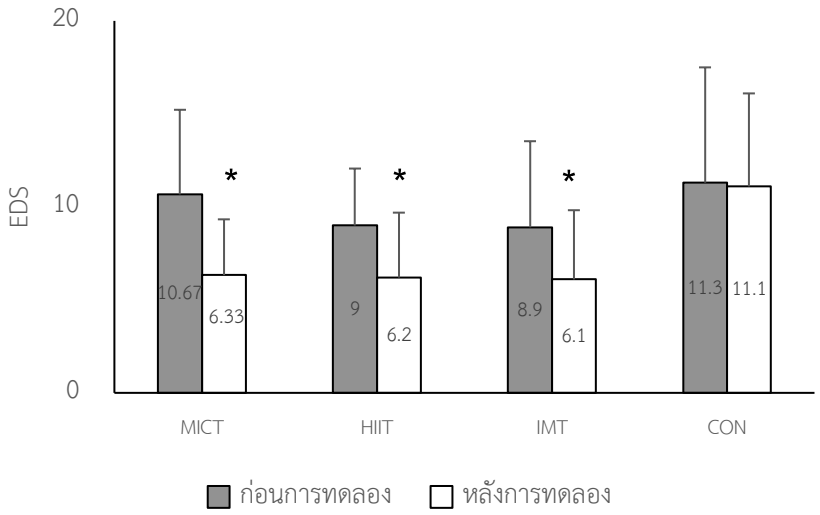
จากตารางที่ 24 พบว่า ค่าเฉลี่ย Excessive daytime sleepiness หลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 25 ผลสรุปการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Epworth Sleepiness Scale) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่ม 4 กลุ่ม

ตัวแปรด้านแบบสอบถามการนอนหลับ ESS	**MICT (n=9)**		**HIIT (n=10)**		**IMT (n=10)**		**CON (n=10)**	
	ก่อนการทดลอง	**หลังการทดลอง**	**ก่อนการทดลอง**	**หลังการทดลอง**	**ก่อนการทดลอง**	**หลังการทดลอง**	**ก่อนการทดลอง**	**หลังการทดลอง**
EDS	10.67±4.55	**6.33±3.00***	9.00±3.06	**6.20±3.49***	8.90±4.63	**6.10±3.72***	11.30±6.20	11.10±5.00

* $p<0.05$ แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน

จากตารางที่ 25 และรูปที่ 48 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ย Excessive daytime sleepiness ลดลงหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 48 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Excessive daytime sleepiness ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 26 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (MICT)

ตัวแปร	MICT (n=8)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Subjective sleep quality	1.67	0.71	1.44	0.53	-1.000	0.317
Sleep latency	1.67	0.71	1.11	0.93	-2.236	**0.025***
Sleep duration	1.78	1.39	1.11	0.93	-1.667	0.096
Sleep efficiency	0.44	1.01	0.22	0.67	-1.414	0.157
Sleep disturbance	1.56	0.53	1.22	0.44	-1.732	0.083
Sleep medication	0.22	0.44	0.11	0.33	-0.577	0.564
Daytime dysfunction	1.22	0.44	0.78	0.44	-2.000	**0.046***
Global sleep quality	8.56	2.07	5.89	1.62	-2.388	**0.017***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 26 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) มีค่าเฉลี่ย Sleep latency, Daytime dysfunction และ Global sleep quality ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 27 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (HIIT)

ตัวแปร	HIIT (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Subjective sleep quality	1.60	0.84	0.90	0.74	-1.643	0.100
Sleep latency	0.80	0.63	0.60	0.52	-0.707	0.480
Sleep duration	1.50	1.08	1.20	0.92	-1.000	0.317
Sleep efficiency	0.70	1.25	0.20	0.42	-1.289	0.197
Sleep disturbance	1.80	0.42	1.40	0.52	-1.633	0.102
Sleep medication	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	1.000
Daytime dysfunction	1.00	0.47	0.40	0.70	-2.121	**0.034***
Global sleep quality	7.40	1.84	4.60	1.90	-2.827	**0.005***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 27 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ย Daytime dysfunction และ Global sleep quality ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 28 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (IMT)

ตัวแปร	IMT (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Subjective sleep quality	2.10	0.57	1.50	0.71	-2.121	**0.034***
Sleep latency	1.30	1.06	0.80	0.42	-1.518	0.129
Sleep duration	1.30	0.82	1.20	1.03	-0.447	0.655
Sleep efficiency	0.60	1.07	0.70	0.95	-0.447	0.655
Sleep disturbance	1.80	0.63	1.20	0.42	-1.897	0.058
Sleep medication	0.30	0.48	0.00	0.00	-1.732	0.083
Daytime dysfunction	1.00	0.47	0.80	0.42	-1.414	0.157
Global sleep quality	8.40	3.34	6.10	2.77	-2.699	**0.007***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 28 พบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ย Subjective sleep quality และ Global sleep quality ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 29 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม (CON)

ตัวแปร	CON (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Subjective sleep quality	1.50	0.71	1.60	0.70	-0.447	0.655
Sleep latency	1.20	1.32	1.20	1.32	0.000	1.000
Sleep duration	1.80	0.92	1.30	1.01	-1.155	0.248
Sleep efficiency	0.70	0.95	0.80	1.03	-0.276	0.783
Sleep disturbance	1.50	0.71	1.10	0.57	-1.134	0.257
Sleep medication	0.60	1.26	0.60	1.07	0.000	1.000
Daytime dysfunction	1.40	0.84	1.00	0.67	-1.414	0.157
Global sleep quality	8.90	4.20	7.60	3.44	-1.411	0.158

จากตารางที่ 29 พบว่า กลุ่มควบคุม (CON) ไม่มีตัวแปรใดเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 30 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) หลังทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง								H	df	p-value
	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (N=10)				
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
Subjective sleep quality	1.67	0.71	1.60	0.84	2.10	0.57	1.50	0.71	4.691	3	0.196
Sleep latency	1.67	0.71	0.80	0.63	1.30	1.06	1.20	1.32	4.545	3	0.208
Sleep duration	1.78	1.39	1.50	1.08	1.30	0.82	1.80	0.92	1.853	3	0.603
Sleep efficiency	0.44	1.01	0.70	1.25	0.60	1.07	0.70	0.95	1.108	3	0.775
Sleep disturbance	1.56	0.53	1.80	0.42	1.80	0.63	1.50	0.71	2.688	3	0.442
Sleep medication	0.22	0.44	0.00	0.00	0.30	0.48	0.60	1.26	3.038	3	0.386
Daytime dysfunction	1.22	0.44	1.00	0.47	1.00	0.47	1.40	0.84	2.901	3	0407
Global sleep quality	8.56	2.07	7.40	1.84	8.40	3.34	8.90	4.20	1.101	3	0.777

จากตารางที่ 30 พบว่า ค่าเฉลี่ย Pittsburgh Sleep Quality Index ก่อนการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 31 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) หลังการทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม

ตัวแปร	หลังการทดลอง								H	df	p-value
	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (N=10)				
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
Subjective sleep quality	1.44	0.53	0.90	0.74	1.50	0.71	1.60	0.70	5.109	3	0.164
Sleep latency	1.11	0.93	0.60	0.52	0.80	0.42	1.20	1.32	2.858	3	0.414
Sleep duration	1.11	0.93	1.20	0.92	1.20	1.03	1.30	1.01	0.088	3	0.993
Sleep efficiency	0.22	0.67	0.20	0.42	0.70	0.95	0.80	1.03	4.961	3	0.175
Sleep disturbance	1.22	0.44	1.40	0.52	1.20	0.42	1.10	0.57	1.855	3	0.603
Sleep medication	0.11	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.07	6.550	3	0.088
Daytime dysfunction	0.78	0.44	0.40	0.70	0.80	0.42	1.00	0.67	5.943	3	0.114
Global sleep quality	5.89	1.62	4.60	1.90	6.10	2.77	7.60	3.44	5.164	3	0.160

จากตารางที่ 31 พบว่า ค่าเฉลี่ย Pittsburgh Sleep Quality Index หลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

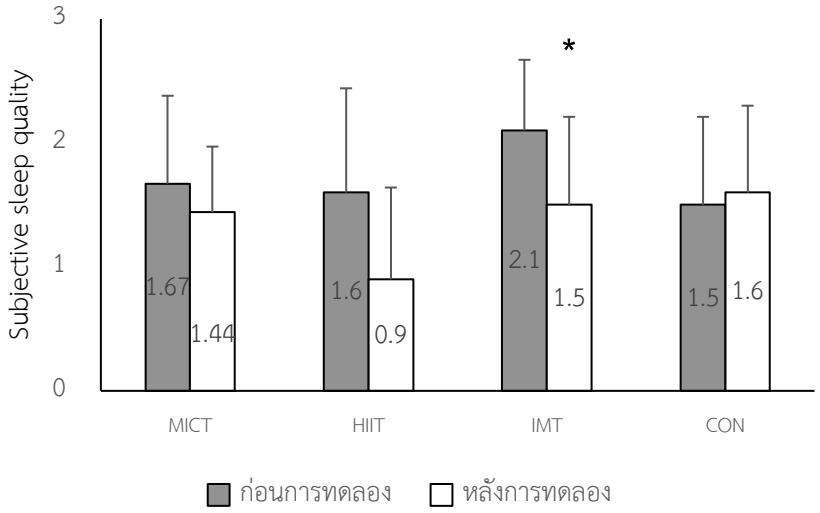
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 32 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Pittsburgh Sleep Quality Index) ระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม

ตัวแปรด้านแบบสอบถามการนอนหลับ PSQI	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (n=10)	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
Subjective sleep quality	1.67±0.71	1.44±0.53	1.60±0.84	0.90±0.74	2.10±0.57	**1.50±0.71***	1.50±0.71	1.60±0.70
Sleep latency	1.67±0.71	**1.11±0.93***	0.80±0.63	0.60±0.52	1.30±1.06	0.80±0.42	1.20±1.32	1.20±1.32
Sleep duration	1.78±1.39	1.11±0.93	1.50±1.08	1.20±0.92	1.30±0.82	1.20±1.03	1.80±0.92	1.30±1.01
Sleep efficiency	0.44±1.01	0.22±0.67	0.70±1.25	0.20±0.42	0.60±1.07	0.70±0.95	0.70±0.95	0.80±1.03
Sleep disturbance	1.56±0.53	1.22±0.44	1.80±0.42	1.40±0.52	1.80±0.63	1.20±0.42	1.50±0.71	1.10±0.57
Sleep medication	0.22±0.44	0.11±0.33	0.00±0.00	0.00±0.00	0.30±0.48	0.00±0.00	0.60±1.26	0.60±1.07
Daytime dysfunction	1.22±0.44	**0.78±0.44***	1.00±0.47	**0.40±0.70***	1.00±0.47	0.80±0.42	1.40±0.84	1.00±0.67
Global sleep quality	8.56±2.07	**5.89±1.62***	7.40±1.84	**4.60±1.90***	8.40±3.34	**6.10±2.77***	8.90±4.20	7.60±3.44

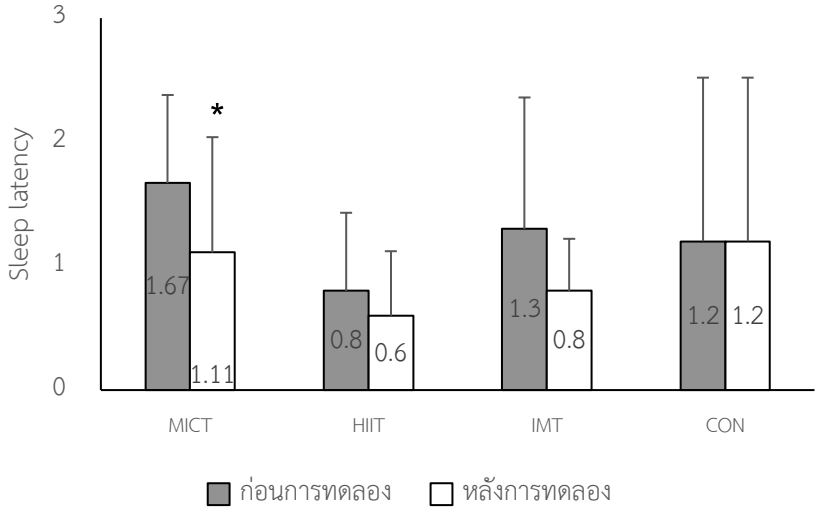
* p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน

จากตารางที่ 32 และรูปที่ 49 – 52 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) มีค่าเฉลี่ย Sleep latency, Daytime dysfunction และ Global sleep quality ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ย Daytime dysfunction และ Global sleep quality ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ย Subjective sleep quality และ Global sleep quality ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม



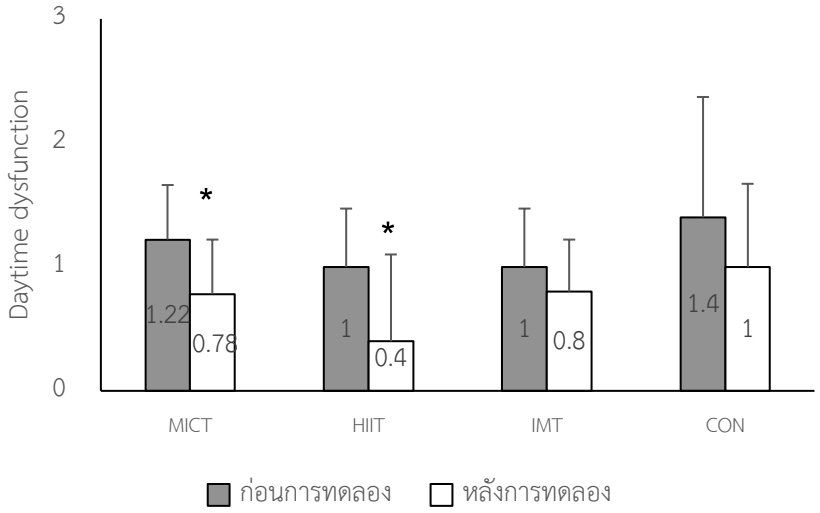
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 49 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Subjective daytime sleepiness ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



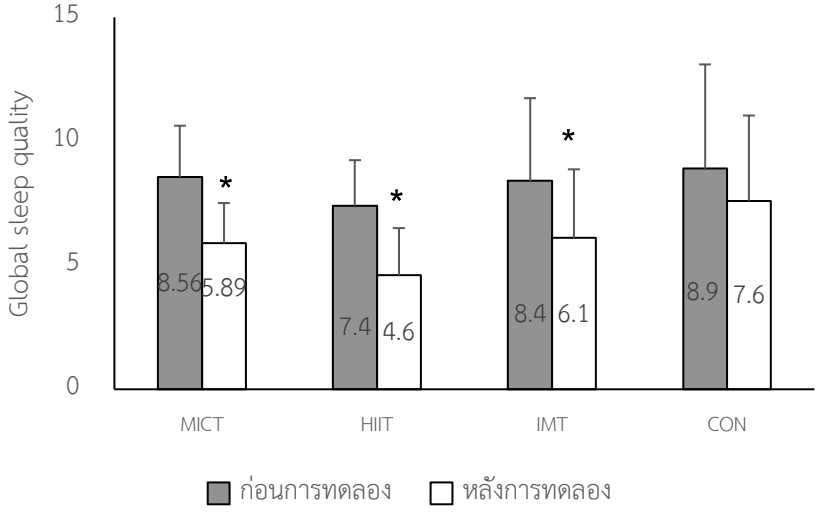
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 50 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Sleep latency ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 51 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Daytime dysfunction ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 52 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนนรวม Global sleep quality ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

ตารางที่ 33 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (MICT)

ตัวแปร	MICT (n=9)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
General productivity	3.00	0.96	3.45	0.65	-2.371	**0.018***
Social outcome	3.22	1.06	3.67	0.35	-1.511	0.131
Activity level	3.07	0.94	3.62	0.37	-2.199	**0.028***
Vigilance	2.85	0.56	3.24	0.39	-1.402	0.161
Intimate relationship and sexual activity	3.05	1.00	3.28	0.77	-1.103	0.270
Total score	15.75	3.03	17.31	2.04	-2.549	**0.011***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 33 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) มีค่าเฉลี่ย General productivity, Activity level และ Total score เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 34 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (HIIT)

ตัวแปร	HIIT (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
General productivity	3.30	0.46	3.62	0.34	-2.173	**0.030***
Social outcome	3.70	0.42	3.95	0.16	-1.633	0.102
Activity level	3.39	0.34	3.72	0.31	-2.240	**0.025***
Vigilance	3.08	0.41	3.32	0.36	-0.771	0.440
Intimate relationship and sexual activity	2.90	1.22	3.81	0.27	-2.536	**0.011***
Total score	16.37	2.22	18.43	1.21	-2.803	**0.005***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 34 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ย General productivity, Activity level, Intimate relationship and sexual activity และ Total score เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 35 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30)ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (IMT)

ตัวแปร	IMT (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
General productivity	3.22	0.70	3.61	0.33	-1.260	0.208
Social outcome	3.55	0.64	3.85	0.24	-1.732	0.083
Activity level	3.46	0.28	3.76	0.23	-2.095	**0.036***
Vigilance	2.85	0.63	3.41	0.49	-2.805	**0.005***
Intimate relationship and sexual activity	2.47	1.76	3.07	1.64	-2.047	**0.041***
Total score	15.58	3.01	18.07	1.72	-2.803	**0.005***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 35 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ย Activity level, Vigilance, Intimate relationship and sexual activity และ Total score เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 36 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30)ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มควบคุม (CON)

ตัวแปร	CON (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
General productivity	3.26	0.51	3.37	0.59	-0.980	0.327
Social outcome	3.25	1.20	3.30	1.01	-0.368	0.713
Activity level	3.36	0.55	3.37	0.52	-0.280	0.779
Vigilance	2.96	0.70	3.06	0.66	-0.771	0.441
Intimate relationship and sexual activity	2.60	1.67	2.57	1.56	0.000	1.000
Total score	15.83	3.61	15.61	3.63	0.533	0.594

จากตารางที่ 36 พบว่า กลุ่มควบคุม (CON) ไม่มีค่าเฉลี่ยตัวแปรใดเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 37 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30) ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง								H	df	p-value
	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (N=10)				
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
General productivity	3.00	0.96	3.30	0.46	3.22	0.70	3.26	0.51	0.169	3	0.982
Social outcome	3.22	1.06	3.70	0.42	3.55	0.64	3.25	1.20	1.236	3	0.744
Activity level	3.07	0.94	3.39	0.34	3.46	0.28	3.36	0.55	0.401	3	0.940
Vigilance	2.85	0.56	3.08	0.41	2.85	0.63	2.96	0.70	1.573	3	0.666
Intimate relationship and sexual activity	3.05	1.00	2.90	1.22	2.47	1.76	2.60	1.67	0.193	3	0.979
Total score	15.75	3.03	16.37	2.22	15.58	3.01	15.83	3.61	0.273	3	0.965

ตารางที่ 37 พบว่า ค่าเฉลี่ย Functional Outcomes of Sleep questionnaire ก่อนการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 38 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30) หลังการทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม

ตัวแปร	หลังการทดลอง								H	df	p-value
	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (N=10)				
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
General productivity	3.45	0.65	3.62	0.34	3.61	0.33	3.37	0.59	0.843	3	0.839
Social outcome	3.67	0.35	3.95	0.16	3.85	0.24	3.30	1.01	7.320	3	0.062
Activity level	3.62	0.37	3.72	0.31	3.76	0.23	3.37	0.52	4.473	3	0.215
Vigilance	3.24	0.39	3.32	0.36	3.41	0.49	3.06	0.66	2.052	3	0.562
Intimate relationship and sexual activity	3.28	0.77	3.81	0.27	3.07	1.64	2.57	1.56	3.904	3	0.272
Total score	17.31	2.04	18.43	1.21	18.07	1.72	15.61	3.63	6.207	3	0.102

ตารางที่ 38 พบว่า ค่าเฉลี่ย Functional Outcomes of Sleep questionnaire หลังการทดลองของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 39 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Functional Outcomes of Sleep Questionnaire-30) ระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม

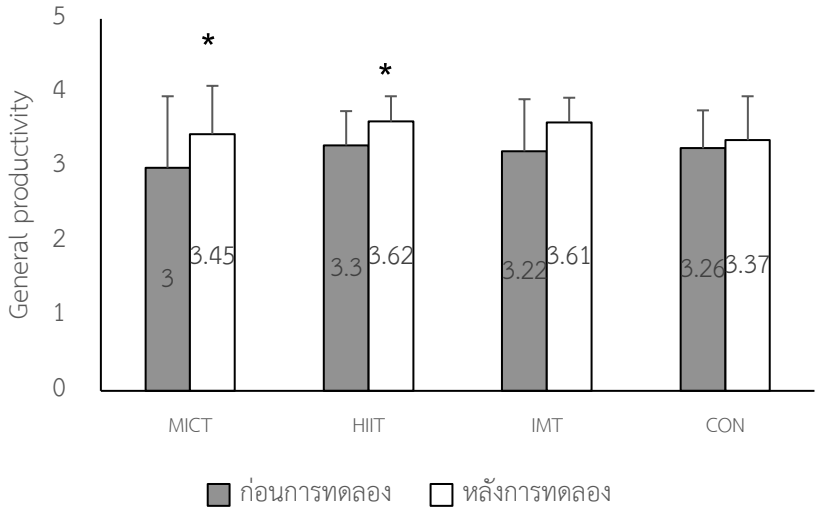
ตัวแปรด้านแบบสอบถามการนอนหลับ FOSQ-30	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (n=10)	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
General productivity	3.00±0.96	**3.45±0.65***	3.30±0.46	**3.62±0.34***	3.22±0.70	3.61±0.33	3.26±0.51	3.37±0.59
Social outcome	3.22±1.06	3.67±0.35	3.70±0.42	3.95±016	3.55±0.64	3.85±0.24	3.25±1.20	3.30±1.01
Activity level	3.07±0.94	**3.62±0.37***	3.39±0.34	**3.72±0.31***	3.46±0.28	**3.76±0.23***	3.36±0.55	3.37±0.52
Vigilance	2.85±0.56	3.24±0.39	3.08±0.41	3.32±0.36	2.85±0.63	**3.41±0.49***	2.96±0.70	3.06±0.66
Intimate relationship and sexual activity	3.05±1.00	3.28±0.77	2.90±1.22	**3.81±0.27***	2.47±1.76	**3.07±1.64***	2.60±1.67	2.57±1.56
Total score	15.75±3.03	**17.31±2.04***	16.37±2.22	**18.43±1.21***	15.58±3.01	**18.07±1.72***	15.83±3.61	15.61±3.63

* $p<0.05$ แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน

ตารางที่ 39 และรูปที่ 53 – 57 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) มีค่าเฉลี่ย General productivity, Activity level และ Total score เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ย General productivity, Activity level, Intimate relationship and sexual activity และ Total score เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

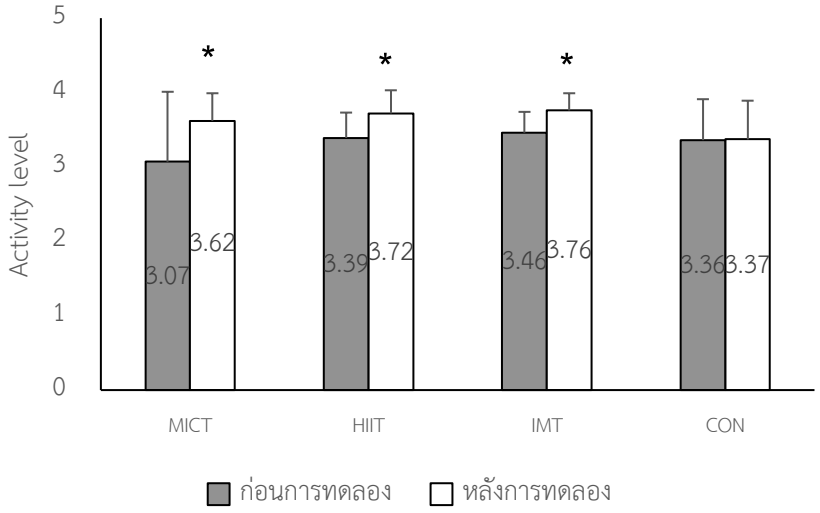
(IMT) มีค่าเฉลี่ย Activity level, Vigilance, Intimate relationship and sexual activity และ Total score เพิ่มขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



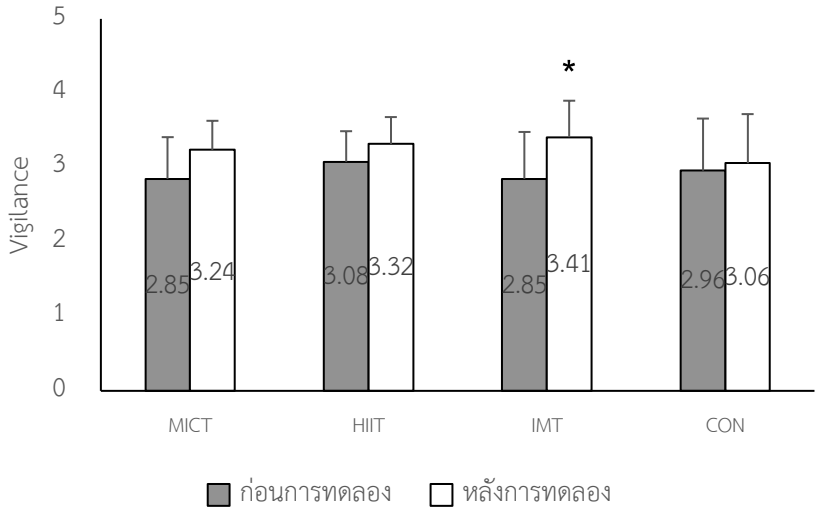
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 53 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน General productivityระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



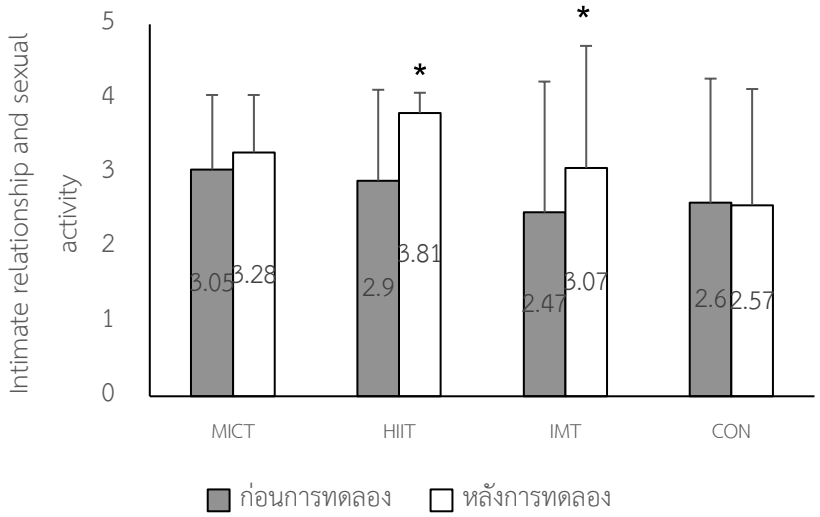
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 54 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Activity level ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



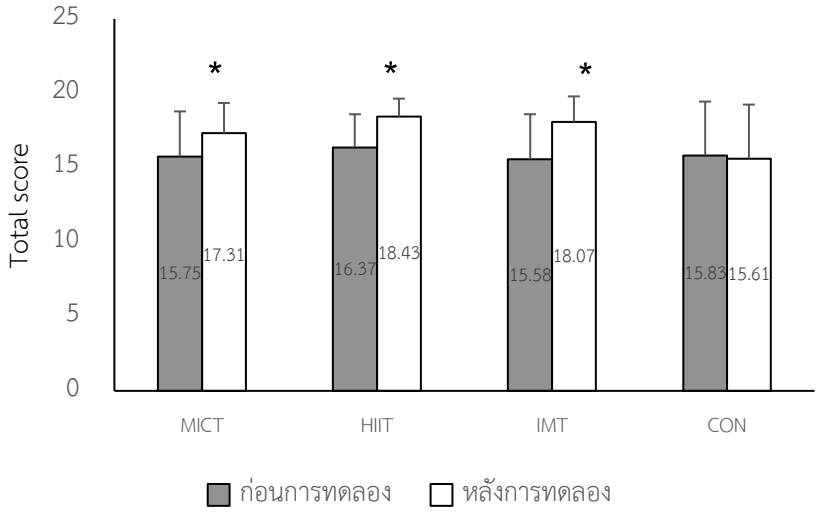
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 55 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Vigilance ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 56 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Intimate relationship and sexual activity ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 57 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Total score ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 40 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มฝึก (MICT)

ตัวแปร	MICT (n=8)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Physical function	87.22	12.53	92.78	12.7	-1.275	0.202
Role-physical	75.00	33.07	91.67	25.0	-1.166	0.244
Body pain	67.89	33.70	70.78	22.56	-0.280	0.779
General health	43.11	23.87	70.22	74.54	-1.540	0.123
Vitality	49.44	20.22	62.22	18.81	-1.778	0.075
Social functioning	80.78	20.56	91.78	16.50	-2.032	**0.042***
Role emotional	55.44	44.16	92.67	14.55	-2.049	**0.040***
Mental health	56.89	28.84	66.67	16.0	-2.079	**0.038***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

ตารางที่ 40 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) มีค่าเฉลี่ย Social functioning, Role emotional และ Mental health เพิ่มขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 41 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (HIIT)

ตัวแปร	HIIT (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Physical function	79.50	13.00	98.00	4.83	-2.684	**0.007***
Role-physical	67.50	33.44	100.0	0.00	-2.232	0.026
Body pain	66.20	25.57	92.40	12.46	-2.371	**0.018***
General health	47.50	18.29	69.10	13.90	-2.191	**0.028***
Vitality	58.50	16.67	59.50	15.89	-0.239	0.811
Social functioning	90.20	12.76	97.60	5.06	-2.060	**0.039***
Role emotional	76.70	35.34	96.70	10.43	-1.841	0.066
Mental health	66.80	17.18	74.80	10.67	-2.023	**0.043***

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

ตารางที่ 41 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ย Physical function, Body pain, General health, Social functioning และ Mental health เพิ่มขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 42 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มฝึก (IMT)

ตัวแปร	IMT (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Physical function	84.00	16.29	96.00	5.68	-1.549	0.121
Role-physical	70.00	34.96	87.50	31.73	-1.236	0.216
Body pain	61.00	25.84	79.20	16.66	-2.028	**0.043***
General health	53.20	22.24	64.80	13.97	-1.605	0.108
Vitality	57.50	16.37	63.50	13.55	-0.411	0.681
Social functioning	86.40	23.17	96.30	8.38	-1.633	0.102
Role emotional	69.90	40.01	83.40	32.36	-0.957	0.339
Mental health	65.20	17.29	69.20	8.44	-0.418	0.676

* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

ตารางที่ 42 พบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ย Body pain เพิ่มขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 43 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม (CON)

ตัวแปร	CON (n=10)				Z	p-value
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Physical function	63.00	16.19	73.50	20.28	1.278	0.201
Role-physical	75.00	33.33	75.00	33.33	0.000	1.000
Body pain	53.10	19.31	63.30	19.89	0.128	0.128
General health	43.30	25.87	42.80	18.79	-0.679	0.497
Vitality	47.50	26.38	55.50	23.37	-1.450	0.147
Social functioning	76.40	25.95	75.20	28.82	-0.105	0.916
Role emotional	76.70	41.71	83.40	32.60	-0.816	0.414
Mental health	57.20	21.67	57.60	27.46	-0.426	0.670

ตารางที่ 43 พบว่า กลุ่มควบคุม (CON) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 44 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ก่อนทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง								H	df	p-value
	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (N=10)				
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
Physical function	87.22	12.53	79.50	13.00	89.00	11.74	63.00	16.19	8.286	3	0.400
Role-physical	75.00	33.07	67.50	33.44	70.00	34.96	75.00	33.33	0.431	3	0.934
Body pain	67.89	33.70	66.20	25.57	61.00	25.84	53.10	19.31	1.854	3	0.603
General health	43.11	23.87	47.50	18.29	53.20	22.24	43.30	25.87	1.044	3	0.791
Vitality	49.44	20.22	58.50	16.67	57.50	16.37	47.50	26.38	1.078	3	0.873
Social functioning	80.78	20.56	90.20	12.76	86.40	23.17	76.40	25.95	1.176	3	0.759
Role emotional	55.44	44.16	76.70	35.34	69.90	40.01	76.70	41.71	1.495	3	0.684
Mental health	56.89	28.84	66.80	17.18	65.20	17.29	57.20	21.67	1.678	3	0.642

ตารางที่ 44 พบว่า ก่อนการทดลองไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยใด ๆ ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กับกลุ่มควบคุม (CON) และระหว่างกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) กับกลุ่มควบคุม (CON) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 45 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) หลังการทดลองระหว่างกลุ่ม 4 กลุ่ม

ตัวแปร	หลังการทดลอง								H	df	p-value
	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (N=10)				
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
Physical function	92.78	12.7	98.00	4.83	96.00	5.68	73.50	24.28	12.927	3	**0.005***
Role-physical	91.67	25.0	100.0	0.00	87.50	31.73	75.00	33.33	7.626	3	0.054
Body pain	70.78	22.56	92.40	12.46	79.20	16.66	63.30	19.89	10.812	3	**0.013***
General health	70.22	74.54	69.10	13.90	64.80	13.97	42.80	18.79	10.344	3	**0.016***
Vitality	62.22	18.81	59.50	15.89	63.50	13.55	55.50	23.37	0.674	3	0.879
Social functioning	91.78	16.50	97.60	5.06	96.30	8.38	75.20	28.82	6.303	3	0.098
Role emotional	92.67	14.55	96.70	10.43	83.40	32.36	83.40	32.60	1.663	3	0.645
Mental health	66.67	16.0	74.80	10.67	69.20	8.44	57.60	27.46	2.233	3	0.525

$p<0.05$ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

ตารางที่ 45 พบว่า หลังการทดลองมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Physical function ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กับกลุ่มควบคุม (CON) และระหว่างกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) กับกลุ่มควบคุม (CON) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Body pain ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กับกลุ่มควบคุม (CON) และค่าเฉลี่ย General health ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กับกลุ่มควบคุม (CON) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 46 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต (Short survey-36) ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่ม 4 กลุ่ม

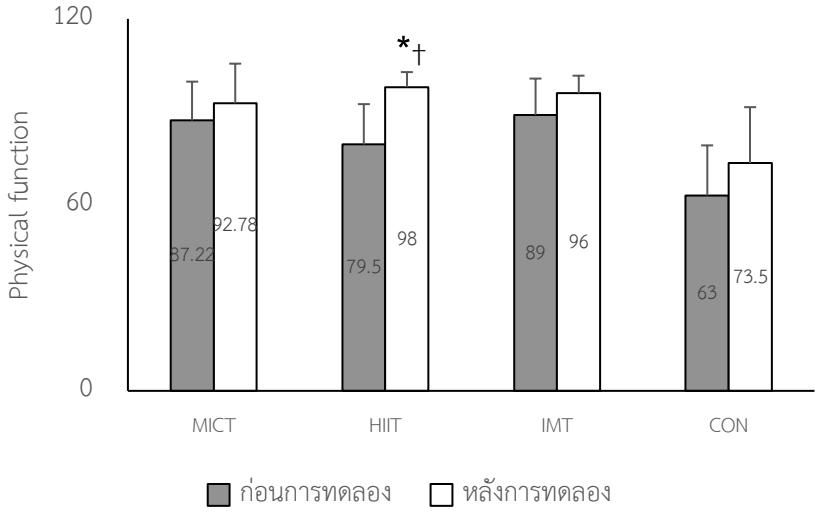
ตัวแปรด้านแบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF-36	MICT (n=9)		HIIT (n=10)		IMT (n=10)		CON (n=10)	
	ก่อนการทดดอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการฝึก	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
Physical function	87.22±12.53	92.78±12.77	79.50±13.00	**98.00±4.83*†**	84.00±16.29	96.00±5.68†	63.00±16.19	73.50±20.28
Role-physical	75.00±33.07	91.67±25.00	67.50±33.44	**100.00±0.00***	70.00±34.96	87.50±31.73	75.00±33.33	75.00±33.33
Body pain	67.89±33.70	70.78±22.56	66.20±25.57	**92.40±12.46*†**	61.00±25.84	**79.20±16.66***	53.10±19.31	63.30±19.89
General health	43.11±23.87	70.22±74.54	47.50±18.29	**69.10±13.90*†**	53.20±22.24	64.80±13.97	43.30±25.87	42.80±18.79
Vitality	49.44±20.22	62.22±18.81	58.50±16.67	59.50±15.89	57.50±16.37	63.50±13.55	47.50±26.38	55.50±23.97
Social functioning	80.78±20.56	**91.78±16.50***	90.20±12.76	**97.60±5.06***	86.40±23.17	96.30±8.38	76.40±25.95	75.20±28.82
Role emotional	55.44±44.16	**92.67±14.55***	76.70±35.34	96.70±10.43	69.90±40.01	83.40±32.36	76.70±41.71	83.40±32.36
Mental health	56.89±28.84	**66.67±16.00***	66.80±17.18	**74.80±10.67***	65.20±17.29	69.20±8.44	57.20±21.67	57.60±27.46

* $p<0.05$ แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่มเดียวกัน †$p<0.05$ แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 46 และรูปที่ 58 – 64 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) มีค่าเฉลี่ย Social functioning, Role emotional และ Mental health เพิ่มขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ย Physical function, Body pain, General health, Social functioning และ Mental health เพิ่มขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) มีค่าเฉลี่ย Body pain เพิ่มขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มก่อนการทดลอง ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Physical function ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กับกลุ่มควบคุม (CON) และระหว่างกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) กับกลุ่มควบคุม (CON) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ

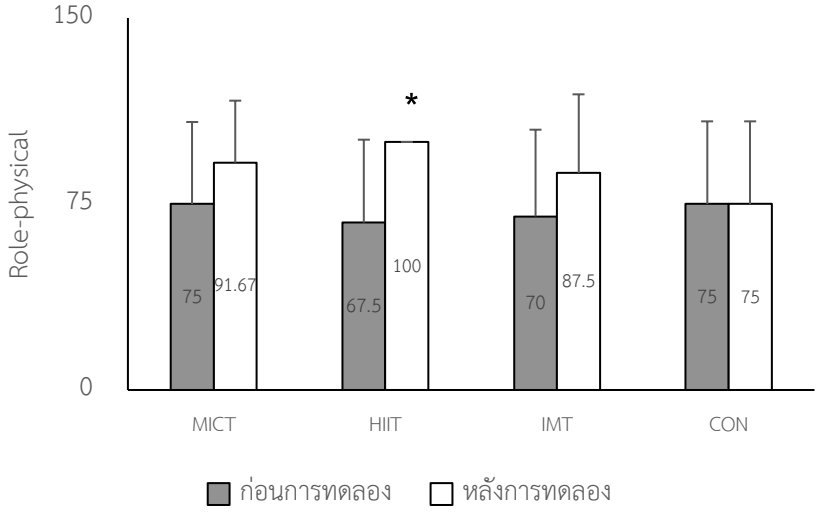
เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง ค่าเฉลี่ย Physical function ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กับกลุ่มควบคุม (CON) และระหว่างกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) กับกลุ่มควบคุม (CON) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Body pain ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กับกลุ่มควบคุม (CON) และค่าเฉลี่ย General health ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กับกลุ่มควบคุม (CON) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



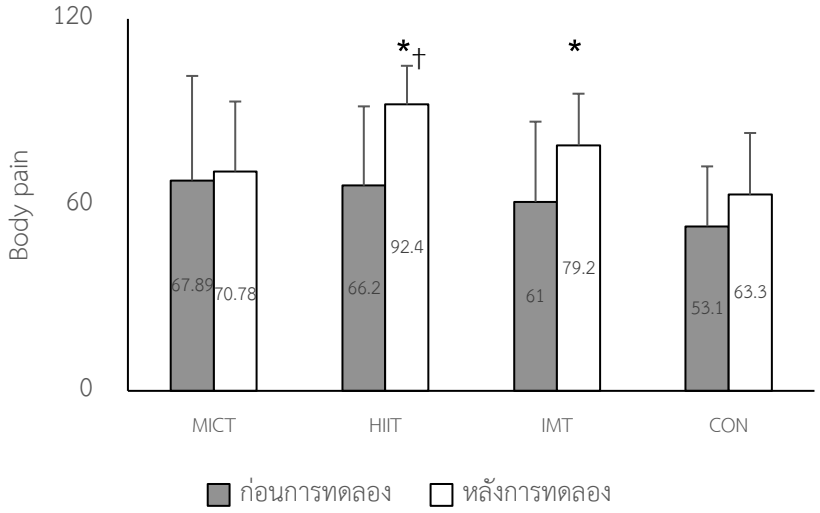
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 58 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Physical function ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



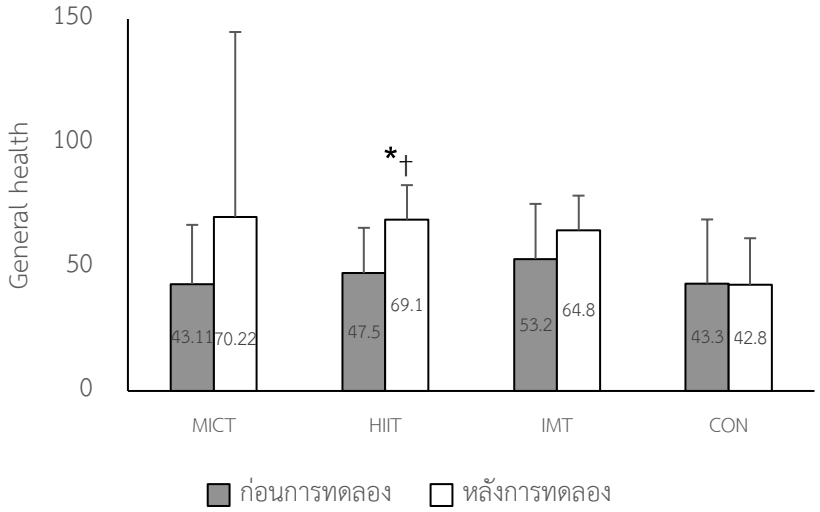
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 59 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Role physical ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



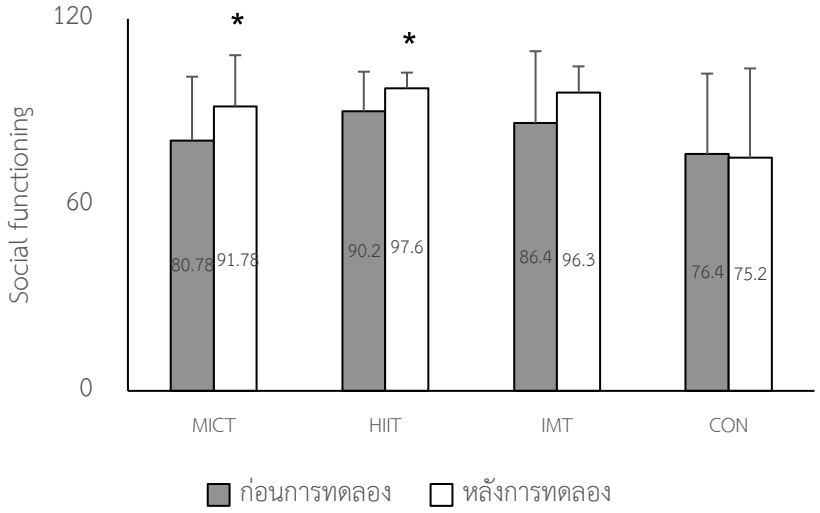
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม †p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

รูปที่ 60 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Body pain ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



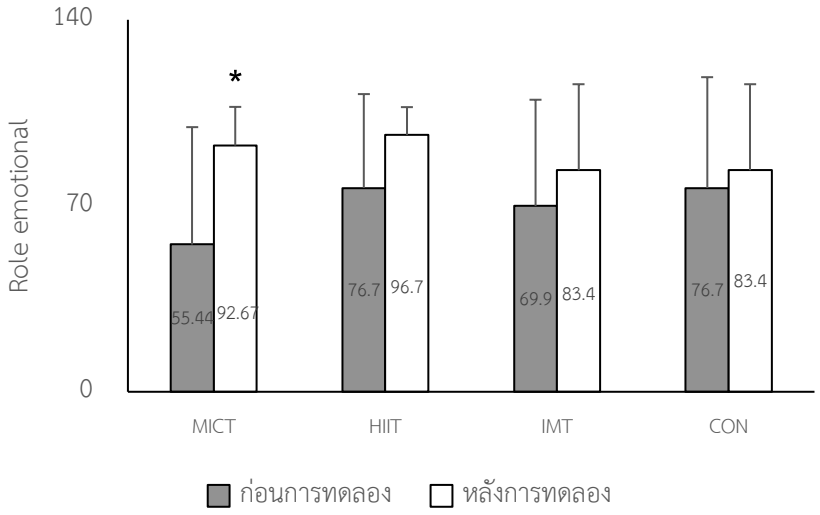
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม †p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

รูปที่ 61 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน General health ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



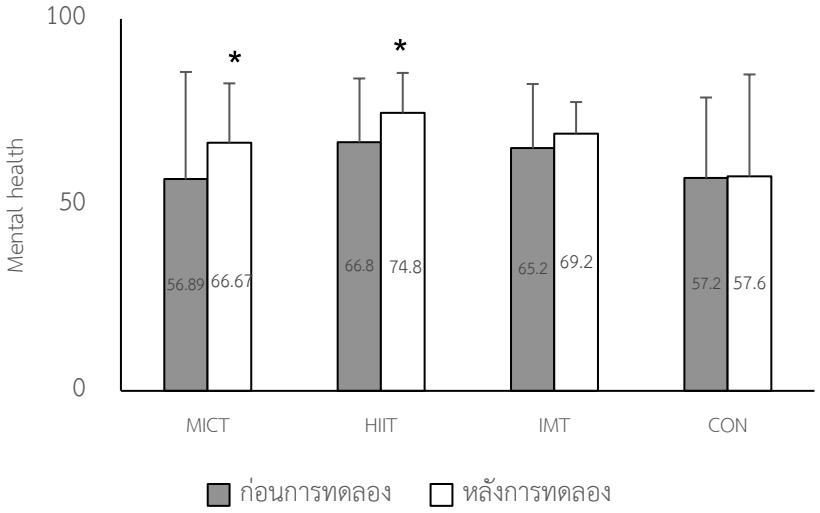
* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 62 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Social functioning ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 63 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Role emotional ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)



* p<.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

รูปที่ 64 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสัดส่วนคะแนน Mental health ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (MICT) กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (IMT) และกลุ่มควบคุม (CON)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันที่มีต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น เพศชายและหญิง อายุระหว่าง 20 – 50 ปี จำนวน 40 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วยกลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง จำนวน 10 คน กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง จำนวน 10 คน กลุ่มที่ 3 ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ จำนวน 10 คน และกลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุม ไม่ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายใด ๆ จำนวน 10 คน ผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งภาคชั้น (Stratified random sampling) โดยเรียงลำดับจากเพศ อายุ และระดับความรุนแรงของโรค จากนั้นใช้การสุ่มแบบง่าย (Simple random sampling) โดยการจับฉลากเพื่อสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง ได้กลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่มที่มีลักษณะเหมือนกัน (Homogeneous) อย่างไรก็ดี มีเข้าร่วมการวิจัย 1 คนในกลุ่มออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องออกจากการวิจัยเรื่องจากปัญหาด้านเวลาในการเข้าร่วม ทำให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มนี้เหลือ 9 คน และทำให้จำนวกนลุ่มกลุ่มตัวอย่างเหลือ 39 คน โดยกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงทำการฝึก 3 วัน/สัปดาห์ ส่วนกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจทำการฝึก 5 วัน/สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มได้รับการทดสอบข้อมูลและค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลด้านสรีริทยา ตัวแปรด้านการหลับ ตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก และตัวแปรด้านแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับและคุณภาพชีวิต นำผลการทดสอบทั้ง 2 ครั้งมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยรายงานด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ ระหว่างก่อนและหลังการทดลองโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม หากพบความแตกต่างรายคู่จึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีบอนเฟอเรอนี (Bonferroni) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับข้อมูลมาตรวัดอันดับที่มีการแจกแจงแบบปกติ และสำหรับข้อมูลข้อมูลมาตรวัดอันดับที่ไม่มีการแจกแจงปกติ หรือ

ข้อมูลที่เป็นมาตรอันดับจะใช้สถิติครัสคัล วอลลิส ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม และสถิติวิลคอกซันในการเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มที่ระดับความนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. ข้อมูลด้านสรีรวิทยา หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (HIIT) มีค่าเฉลี่ยมวลไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมัน ความโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และเส้นรอบวงคอลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ และกลุ่มควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

2. ตัวแปรด้านการหลับ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง มีค่าเฉลี่ยระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 2 (N_2) ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 (N_3) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว (AHI) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก (NREM AHI) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วระยะหลับที่มีตากระตุก (REM AHI) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะนอนหงาย (Supine AHI) และดัชนีหายใจแผ่ว (Hypopnea index) ลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจพบว่า หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะนอนหงาย และดัชนีการหายใจแผ่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจมีค่าเฉลี่ยตัวแปรดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว และดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกแตกต่างกับกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์ หลังการทดลอง 12 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจมีค่าเฉลี่ยอินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ (IL-1ra) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงมีค่าเฉลี่ยมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) และอินเตอร์เฟอรอนอินดิวซ์โปรตีนเท็น (IP-10) ลดลง และยังพบค่าเฉลี่ยซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (SOD) และอินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่มีพบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

4. ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องมีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) และปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (MVV) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) อัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด (PEF) และปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาทีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ พบว่า มีค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุดและปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาทีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงยังพบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่กับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มีค่าเฉลี่ยแรงดันหายใจเข้าสูงสุด (MIP) และแรงดันหายใจออกสูงสุด (MIP) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่ากลุ่มฝึกทั้ง 3 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยแรงดันหายใจเข้าสูงสุด และแรงดันหายใจออกสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. ตัวแปรด้านการอักเสบภายในทางเดินหายใจ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มีค่าเฉลี่ยสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (FENO) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

7. ตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง มีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องมีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ระดับความนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 นอกจากนี้ กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงมีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ และกลุ่มควบคุมระดับความนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8. คะแนนแบบสอบถาม Epworth sleepiness scale (ESS) หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มีค่าเฉลี่ยคะแนน Excessive daytime sleepiness ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

9. คะแนนแบบสอบถาม Pittsburgh sleep questionnaire index (PSQI) หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องมีค่าเฉลี่ยคะแนน Sleep latency, Daytime dysfunction และ Total sleep quality ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง มีค่าเฉลี่ยคะแนน Daytime dysfunction และ Total sleep quality ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มีค่าเฉลี่ยคะแนน Subjective sleep quality และ Total sleep quality ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

10. แบบสอบถาม Functional outcomes of sleep questionnaire – 30 (FOSQ-30) หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องมีค่าเฉลี่ยคะแนน General productivity, Activity level และ Total score เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงมีค่าเฉลี่ยคะแนน General productivity, Activity level, Intimate relationship and sexual activity และ Total score เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ พบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนน Activity level, Vigilance, Intimate relationship and sexual activity และ Total score เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

11. คะแนนแบบสอบถาม Short survey – 36 (SF-36) หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องมีค่าเฉลี่ยคะแนน Social functioning, Role emotional และ Mental health เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง มีค่าเฉลี่ยคะแนน Physical function, Role-physical, General Health, Social functioning และ Mental health เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มีค่าเฉลี่ยคะแนน Body pain เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง มีค่าเฉลี่ยคะแนน Physical function, Body pain และ General health เพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันที่มีต่อข้อมูลด้านสรีรวิทยาในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

จากผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง มีค่าเฉลี่ยมวลไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมัน ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และเส้นรอบวงคอลดลงแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ John et al. (2022) ทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในผู้ใหญ่ตอนต้น (Young adult) ที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่งร่วมกับภาวะความดันโลหิตสูงขั้นต้น (Prehypertension) พบว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงสามารถลดความดันโลหิตได้ และสอดคล้องกับการศึกษาอย่างเป็นระบบและเชิงอภิมาณของ Khaodadai et al. (2023) ที่พบว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงสามารถลดค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน และมวลไขมันได้

สำหรับการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงนั้นส่งผลดีต่อความดันโลหิตเนื่องจากการออกกำลังกายรูปแบบดังกล่าวกระตุ้นการทำงานของเซลล์เยื่อบุหลอดเลือด (Endothelial cell) ผ่านแรงเฉือน (Shear stress) ที่เกิดขึ้นจากการไหลของเลือด (Blood flow) ซึ่งส่งผลดีต่อความตึงตัวของหลอดเลือด (Vascular tone) จากการขยายตัวของหลอดเลือด (Vasodilation) และการลดลงของแรงต้านทานในหลอดเลือดส่วนปลาย (Peripheral vascular resistance) จึงส่งผลให้ความดันโลหิตลดลงได้ในระยะยาว (Mitranun et al., 2014; John et al., 2022) นอกจากนี้ การออกกำลังกายที่ความหนักสูงมากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์ยังส่งผลต่อเซลล์ไขมันจากการตอบสนองของแคทีโคลามีน (Catecholamine) การเพิ่มองค์ประกอบเซลล์ (Up-regulation) ของเบต้าอะดรีเจนิครีเซ็ปเตอร์ (B-adregenic receptor) และการเพิ่มการเผาผลาญของไขมัน (Fat oxidation) จากการเพิ่มการเผาผลาญขึ้นหลังการออกกำลังกาย (Exercise post oxygen consumption; EPOC) (Khaodadai et al., 2023) นอกจากนี้ เส้นรอบวงคอนั้นมีความสัมพันธ์กับภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นโดยอาจทำให้ดัชนีหยุดหายใจและหายใจแผ่วเพิ่มขึ้น (Ahbab et al., 2013) ซึ่งพบว่าสาเหตุที่เส้นรอบวงคอมีค่ามากขึ้นอาจมาจากการสะสมของบริเวณเซลล์ไขมัน (Adipose tissue) (Arias-Tellez et al., 2023) มีการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายในผู้ป่วยที่มีภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สามารถลดเส้นรอบวงคอได้ (Nurel et al., 2012) อาจเป็นเพราะการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงนั้นนอกจากสามารถลดไขมันทั่วร่างกาย ยังส่งผลต่อไขมันบริเวณลำคอซึ่งส่งผลดีต่อการหลับจากการลดดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วได้ (Ho et al., 2016; Cielio et al., 2021; Arias-Tellez et al., 2023)

สรุปได้ว่า เมื่อเปรียบระหว่างการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ พบว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงส่งผลต่อข้อมูลด้านสรีรวิทยา ได้แก่ มวลไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมัน และเส้นรอบวงคอดีกว่าการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องและการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

2. ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันที่มีต่อการหลับ และแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

จากผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง มีค่าเฉลี่ยระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 2 (N_2) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว (AHI) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก (NREM AHI) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วระยะหลับที่มีตากระตุก (REM AHI) ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะนอนหงาย (Supine AHI) ดัชนีหายหายใจแผ่ว (Hypopnea index) ลดลง และมีค่าเฉลี่ยระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 (N_3) เพิ่มขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับตัวแปรเป็นแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับการหลับ กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องมีค่าเฉลี่ยคะแนน Excessive daytime sleepiness ของแบบสอบถาม ESS ลดลง ค่าเฉลี่ยคะแนน Sleep latency, Daytime dysfunction และ Total sleep quality ของแบบสอบถาม PSQI ลดลง และมีค่าเฉลี่ยคะแนน General productivity, Activity level และ Total score ของแบบสอบถาม FOSQ-30 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนน Excessive daytime sleepiness ของแบบสอบถาม ESS ลดลง ค่าเฉลี่ยคะแนน Daytime dysfunction และ Total sleep quality ของแบบสอบถาม PSQI ลดลง และค่าเฉลี่ยคะแนน General productivity, Activity level, Intimate relationship and sexual activity และ Total score ของแบบสอบถาม FOSQ-30 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงมีค่าเฉลี่ยตัวแปรดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว และดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกแตกต่างกับกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องการศึกษาของ Kline et al. (2011, 2012) ทำการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกในผู้ป่วย พบว่าดัชนีหยุดหายใจและหายใจแผ่วลดลง และค่าเฉลี่ยคะแนน PSQI ลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Karlsen et al. (2017) ทำการศึกษาการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในผู้ป่วยหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 2 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าดัชนีหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งการลดลงของดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วส่งผลให้คุณภาพการหลับดีขึ้น และลดการง่วงนอนในตอนกลางวัน (Kline et al., 2012) และสอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์เชิงอภิมาณ (Systematic review and meta-analysis) ของ Peng et al. (2022) ที่พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นส่งผลดีต่อคุณภาพการหลับ และอาการง่วงนอนที่มากเกินไปในตอนกลางวัน

หลังจากทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับปานกลางต่อเนื่องและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง พบว่าผลการวิจัยสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ได้แก่ การออกกำลังกายแบบแอโรบิกทำให้ลดระยะเวลาการหลับตื้น ซึ่งแสดงได้จากระยะเวลาการหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้น 1 และ 2 เพิ่มระยะเวลาการหลับลึก ซึ่งแสดงได้จากระยะเวลาหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้น 3 (Andrade & Pedrosa, 2016; Kline, 2019) และในระยะเวลาหลับที่ไม่มีตากระตุกดังกล่าวนอกจากจะเป็นช่วงเวลาที่ร่างกายได้ทำการซ่อมแซมตัวเองแล้ว พบว่ากล้ามเนื้อถ่างขยายทางเดินหายใจส่วนบน ได้แก่ กล้ามเนื้อเจนิโอกลอสซัส (Genioglossus) ทำงานได้ดีที่สุด นอกจากนี้การออกกำลังกายแบบแอโรบิกยังส่งผลถึงความตึงตัว (Tone) และอาจส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อทางเดินหายใจส่วนบน ที่มาจากการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ แสดงได้จากการเพิ่มขึ้นของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุด (MIP) และแรงดันหายใจออกสูงสุด (MEP) (How et al.,2007; Cheng et al., 2010; Kuo et al., 2017; Rueda-Etxebarria et al., 2021)

จากผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจพบว่า หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วระยะหลับที่ไม่มีตากระตุก ดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วขณะนอนหงาย และดัชนีการหายใจแผ่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ มีค่าเฉลี่ยคะแนน Excessive daytime sleepiness ของแบบสอบถาม ESS ลดลง มีค่าเฉลี่ยคะแนน Subjective sleep quality และ Total sleep quality ของแบบสอบถาม PSQI ลดลง และมีค่าเฉลี่ยคะแนน คะแนน Activity level, Vigilance, Intimate relationship and sexual activity และ Total score ของแบบสอบถาม FOSQ-30 เพิ่มขึ้นอย่างมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจมีค่าเฉลี่ยตัวแปรดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว และดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกแตกต่างกับกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการลดลงของดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่วหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ สอดคล้องกับ Nóbrega-Júnior และคณะ (Nóbrega-Júnior et al., 2020) ที่ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ 8 สัปดาห์ในผู้ป่วยหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น มีดัชนีดังกล่าว คะแนน ESS และคะแนน PSQI ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Torres-Castro et al. (2022) พบว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ นอกจากทำให้กล้ามเนื้อหายใจของผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับแข็งแรงขึ้นแล้ว ยังส่งผลต่อคุณภาพการหลับซึ่งแสดงได้ได้จากลดลงของคะแนน PSQI หลังการทดลอง โดยการฝึกหายใจนั้นแม้ประโยชน์ที่เกิดขึ้นโดยตรง (Direct effect) ที่กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเข้า ได้แก่ กะบังลม และกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงภายนอก (External intercostal muscle) แล้ว ยังพบว่าอาจมีผลต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของทางเดินหายใจส่วนบนและความตึงตัว (Tone) ขณะหลับ เนื่องจากเกิดการดึงถ่วงในแนวดิ่ง (Caudal traction) ที่กระทำต่อทางเดินหายใจส่วนบนจากการขยายตัวของปอดขณะหายใจเข้าตอนหลับที่มีมากขึ้น ทำให้ลดโอกาสการยุบตัวของทางเดินหายใจส่วนบนทั้งแบบบางส่วน (Partial) ที่ทำให้เกิดการกรน (Snoring) และแบบอุดกั้นโดยสมบูรณ์ (Complete obstuction) ทำให้เกิดการหยุดหายใจ (Apnea) (Heinzer et al., 2006; Sutherland & Cistulli, 2015; Rueda-Etxebarria et al., 2021) จึงทำให้ลดการเกิดการหยุดหายใจขณะหลับได้ ส่งผลให้ลดการง่วงนอนในตอนกลางวัน และเพิ่มคุณภาพของการหลับได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปได้ว่า การออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ ออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ สามารถดัชนีการหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว ซึ่งเป็นดัชนีที่บอกความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นได้ไม่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลดีต่ออาการง่วงนอนที่มากเกินไปในตอนกลางวัน คุณภาพการหลับ และการทำกิตวัตรประจำวัน อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาถึงโครงการการนอน (Sleep architecture) พบว่าการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องและการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงสามารถเพิ่มช่วงเวลาการหลับลึก แสดงได้ว่าการเพิ่มขึ้นของระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 (N_3) ที่เพิ่มขึ้นซึ่งผลต่อคุณภาพการหลับและลดการง่วงนอนตอนกลางวัน ซึ่งส่งผลต่อการทำกิจวัตรประจำวันอย่างมีประสิทธิภาพในวันถัดไป (Dijk, 2009)

3. ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันที่มีต่อภาวะเครียดออกซิเดชัน ไซโตไคน์และการอักเสบภายในทางเดินหายใจในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

จากผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องมีค่าเฉลี่ยอินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ (IL-1ra) เพิ่มขึ้น และค่าเฉลี่ยสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงมีค่าเฉลี่ยมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ลดลง และค่าเฉลี่ยซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (SOD) อินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ และอินเตอร์เฟอรอนอินดิวซ์โปรตีนเท็น (IP-10) เพิ่มขึ้น และค่าเฉลี่ยสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ Mitranun et al. (2014) ทำการศึกษาถึงการเปรียบเทียบออกกำลังกาย 2 แบบ ได้แก่ การออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงซึ่งได้ควบคุมปริมาณพลังงานที่ใช้ในขณะออกกำลังกาย (Energy expenditure) เท่ากัน ทำการฝึก 3 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงมีค่ามาลอนไดอัลดีไฮด์ลดลง และค่ากลูต้าไธโอน เพอร์ร็อกซิเดส (Glutathione peroxidase; GPX) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ Meyer et al. (2019) ทำการออกกำลังกายที่ระดับปานกลางและหนักในบุคคลที่มีสุขภาพดี โดยในโปรแกรมประกอบด้วยการปรับพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย 90 นาที และการออกกำลังกายแบบปานกลางถึงหนัก 60 นาที 1 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายมีค่าอินเตอร์เฟอรอนแกมมาอินดิวซ์โปรตีนเท็นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Malczynska-Sins et al. (2022) ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในผู้ที่เป็นโรคพาร์คินสัน 12 สัปดาห์พบว่าปริมาณซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทสเพิ่มหลังจากทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความผันผวนของความอิ่มตัวของออกซิเจนจากการหายใจแผ่วและหยุดหายใจเป็นช่วงทำให้เกิดภาวะการขาดออกซิเจนเป็นช่วง ๆ (Intermittant hypoxia; IH) นั้นคล้ายคลึงกับปรากฏการณ์การบาดเจ็บจากการไหลย้อนของเลือดภายหลังการขาดเลือดเฉพาะที่ (Ischemia-reperfusion injury) ทำให้เกิดอนุพันธ์ออกซิเจนที่ว่องไว (ROS) นั้นส่งผลให้เกิดการทำลายของโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของโปรตีน รหัสพันธุกรรม และลิพิด (Lipid) ซึ่งกระบวนการลิพิดเพอร์ร็อกซิเดชัน (Lipid peroxidation) เกิดจากการออกซิเดชัน (Oxidation) ของสารอนุมูลอิสระต่อเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เกิดเป็นมาลอนไดอัลดีไฮด์ นอกจากนี้สารอนุมูลอิสระที่มีมากกว่าจำนวนสารต้านอนุมูลอิสระ

นำไปสู่ภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) โดยการขาดออกซิเจนเป็นช่วง ๆ ยังส่งผลต่อสมดุลไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ ไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการต้านการอักเสบ สารต้านอนุมูลอิสระภายในร่างกายลดลง รวมไปถึงซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส ซึ่งเป็นเอนไซม์ตัวแรกที่ทำปฏิกิริยาสะเทิน (Neutralization) กับซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออน (O_2^-) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ออกซิเจนที่ว่องไวที่มีความรุนแรงสูงสุดให้กลายเป็นโมเลกุลออกซิเจนและไฮโดรเจนเปอร์ร็อกไซด์ (Hydrogen peroxide; H_2O_2) การศึกษาพบว่า ในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นมีปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์สูง รวมไปถึงซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทสที่ต่ำกว่าบุคคลทั่วไป (Pau et al., 2021; Pau et al., 2021) มีการศึกษาซึ่งการออกกำลังกายเปรียบเทียบระหว่างการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงและการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องในหนูที่อ้วน 10 สัปดาห์ พบว่าหนูที่ออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบ มีซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทสที่เพิ่มขึ้น แต่หนูที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงจะมีการพัฒนาของสมดุลระหว่างสารอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่า (Groussard et al., 2019) โดยการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงนั้นส่งผลให้เกิดการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระแสดงได้จากการสร้างพีจีซีวัน-อัลฟา (PGC-1α) ซึ่งส่งผลให้ผลิตสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงขึ้นแตกต่างจากการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง (Bogdanis et al., 2013 Zwetsloot et al., 2014; MacInnis & Gibala, 2016; Torma et al., 2019)

อินเตอร์เฟอรอนแกมมาอินดิวซ์โปรตีนเท็นนั้นเป็นคีโมไคน์ (Chemokine) ที่หลั่งมาจากเซลล์ต่าง ๆ เช่น ที-เซลล์ (T-cell) ซึ่งมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการอักเสบทั่วไป การติดเชื้อไวรัส (Huang et al., 2017) รวมไปถึงการอักเสบเรื้อรังภายในปอด นอกจากนี้ยังมีบทบาทกับผู้ที่มีปัญหาด้านการหลับ (Sleep disturbance) เช่น ผู้ที่เป็นโรคนอนไม่หลับ (Insomnia) รวมไปถึงผู้ที่มีภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (Jain et al., 2012) โดยมีหลักฐานสนับสนุนว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นระยะเวลานาน (Chronic aerobic exercise training) สามารถลดคีโมไคน์ดังกล่าวได้ (Mayer et al., 2019) เนื่องจากการออกกำลังกายช่วยเพิ่มการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันอย่างมีประสิทธิภาพ ลดโอกาสในการติดเชื้อ (Infection) ซึ่งส่งผลให้ไซโตไคน์และคีโมไคน์ที่เกี่ยวข้องมีปริมาณลดลง (Chastin et al., 2021) อย่างไรก็ดี การลดลงของคีโมไคน์ดังกล่าวในการวิจัยนี้พบเฉพาะในกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงนั้น ไม่พบความเปลี่ยนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง อาจเป็นเพราะความหนักของการออกกำลังกายที่สูงกว่าของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ส่งผลต่อการทำงานของออร์แกเนลล์ (Organelle) ไมโตคอนเดรียโดยเพิ่มการสร้างไมโตคอนเดรียในเซลล์ (Mitochondrial biogenesis)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ซึ่งส่งผลต่อการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระในร่ายกายอย่างเป็นระบบ (Systemic antioxidative capacity) เพิ่มขึ้นจากการขจัดอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นหลังออกกำลังกาย (Oxidative eustress) (Mitranun et al., 2014; MacInnis & Gibala, 2016; Torma et al., 2019; Wang et al., 2023) อย่างไรก็ดี การออกกำลังกายที่ระดับปานกลางต่อเนื่องและการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงถือเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) ซึ่งมีหลักฐานสลับสนุนว่าหลังการออกกำลังกายนั้นจะมีปริมาณไซโตไคน์ที่เกี่ยวกับการต่อต้านการอักเสบ เช่น อินเตอร์ลิวคินวันรีเซ็ปเตอร์แอนตาโกนิสท์ในกระแสเลือดเพิ่มขึ้น (Docherty et al., 2022)

จากผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจมีค่าเฉลี่ยอินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ (IL-1ra) เพิ่มขึ้น และค่าเฉลี่ยสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gokcek et al. (2023) ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในเด็กที่เป็นโรคหืด 7 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์พบว่าสารเคมีในเลือด (Biomarker) ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ Gastaldi et al. (2013) ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจแบบฉับพลัน (Acute exercise) ด้วยอุปกรณ์ Flutter valve ในบุคคลทั่วไปที่มีสุขภาพดี จำนวน 30 นาที พบว่ามีค่าเฉลี่ยสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หนึ่งในสาเหตุของพยาธิสรีรวิทยาของผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ได้แก่ การอักเสบของทางเดินหายใจส่วนบนซึ่งมาจากการกรน (Snoring) ส่งผลให้คงสภาพการเปิดของทางเดินหายใจ (Airway patency) แย่ลง นอกจากนี้ภาวะพร่องออกซิเจน (Hypoxia) ที่เกิดขึ้นจากการอุดกั้นขณะหลับยังทำให้เกิดการอักเสบและสารอนุมูลอิสระในบริเวณทางเดินหายใจ (Zhang et al., 2017) ซึ่งการฝึกกล้ามเนื้อหายใจถือได้ว่าเป็นการฝึกออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน (Resistance training) เฉพาะส่วน (Vassilakopoulos et al., 2004) นอกจากทำให้กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นแล้ว ยังส่งผลต่อดีต่อการทำงานกับกล้ามเนื้อหายใจถ่างขยายส่วนบน (Upper airway dilator muscle) และอาจส่งผลต่อการหลั่งไซโตไคน์จากกล้ามเนื้อหายใจ (Vassilakopoulos et al., 2004) และพบว่าเมื่อให้ระดับความหนัก (Load) ที่สูงขึ้น ไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการต้านอักเสบก็จะถูกหลั่งออกมา (Forti et al., 2017) และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์นี้ช่วยลดระดับสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกจากการพัฒนาของการระบายอากาศ (Ventilation) การกำซาบ (Perfusion) และการแพร่ (Diffusion) ทำให้แก๊สดังกล่าวถูกขับออกมาโดยไม่ส่งผลเสียต่อแรงต้านทานในทางเดินหายใจอีกด้วย (Gastaldi et al., 2013)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากนี้ ทั้งการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบยังส่งผลให้ค่าอินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์เพิ่มขึ้น และสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลง สอดคล้องกับการวิจัยของ Scott et al. (2015) ทำการออกกำลังกายแบบฉับพลัน 30 นาทีระดับปานกลางในผู้ป่วยโรคหืด (Asthma) ที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง พบว่าไซโตไคน์ดังกล่าวมีค่าเพิ่มขึ้น สัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกลดลง โดยสัดส่วนของแก๊สดังกล่าวแสดงถึงการอักเสบภายในทางเดินหายใจซึ่งมาจากเม็ดเลือดขาวอิโนซิโนฟิล (Eosinophil) และการทำงานของอินเตอร์ลิวคินวันรีเซ็ปเตอร์แอนตาโกนิสท์นั้นคือการแย่งจับกับรีเซ็ปเตอร์กับอินเตอร์ลิวคินวันเบต้า (Interleukin-1β) ซึ่งส่งผลต่อการระดมอิโอซิโนฟิลมายังทางเดินหายใจ มีการศึกษาสนับสนุนว่าการออกกำลังกายนอกจากส่งผลต่อไนตริกออกไซด์ซินเทส (Nitric oxide synthase; NOS) โดยลดปริมาณอินดิวซิเบิลไนตริกออกไซด์ซินเทส (Inducible nitric oxide synthase; iNOS) ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดสัดส่วนไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออก (Song et al., 2009) นอกจากนี้ แนวทางของ American Thoracic Society (ATS) กล่าวว่าการลดลงของไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออกมากกว่า 10 ส่วนในพันล้านส่วน (Part per billion; ppb) ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติในผู้ที่ค่าดังกล่าวไม่ถึง 50 ส่วนในพันล้านส่วน และการศึกษาของ Schmidt et al. (2015) ที่ทำการฉีดยา Anakinra ซึ่งเป็นไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินวันรีเซ็ปเตอร์แอนตาโกนิสท์ 100 มิลลิกรัมในมนุษย์ก่อนการหลับ พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของคลื่นสมองตอนหลับลึก (Slow wave sleep; SWS) และระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกซึ่งให้ผลตรงกันข้ามกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นที่พบว่าการได้รับไซโตไคน์ดังกล่าวทำให้ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกสั้นลง และระยะหลับที่มีตากระตุกหรือระยะหลับฝันสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลที่สอดคล้องกันกับกลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องและกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงซึ่งมีการลดลงของระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกที่ 2 และมีการเพิ่มขึ้นของระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกที่ 3 และแตกต่างจากผลของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่มีการเพิ่มขึ้นของไซโตไคน์ดังกล่าวแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระยะการหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้น 2 และ 3 อาจเป็นเพราะผลของการฝึกการออกกำลังกายอย่างเป็นระบบ (Systematic exercise) ที่นอกจากมีการเพิ่มขึ้นของไซโตไคน์ดังกล่าวแล้ว การออกกำลังกายแบบแอโรบิกยังทำให้มีการเพิ่มขึ้นของอะดีโนซีน (Adenosine) ภายในสมองซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดความง่วงในกระบวนการ Process S และสัมพันธ์ต่อระยะหลับลึก (Dworak et al., 2007; Dworak et al., 2008; Tan et al., 2020) แตกต่างจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่เป็นการฝึกเฉพาะกล้ามเนื้อหายใจเข้า ได้แก่ กะบังลมซึ่งเป็นกล้ามเนื้อหลัก นอกจากการฝึกลักษณะดังกล่าวให้ผลเฉพาะส่วน (Local exercise) ทำให้เกิดการหลั่งไซโตไคน์เฉพาะที่และกระจายไปตามกระแสเลือด (Bloodstream)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(Vassilakopoulos et al., 2004) โดยความหนักที่เกิดจากการออกกำลังกายไม่ได้มากเท่ากับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ทำให้เกิดอะดีโนซีนจำนวนมาก อาจทำให้ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของระยะการหลับที่ไม่มีตากระตุก

สรุปได้ว่า การออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ ออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจส่งผลดีต่อไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคินวันแอนตาโกนิสต์รีเซ็ปเตอร์ ซึ่งสามารถแย่งจับกับรีเซ็ปเตอร์อินเตอร์ลิวคินวัน ไม่ให้อินเตอร์ลิวคินวันเบต้าซึ่งเป็นไซโตไคน์ที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ (Pro-inflammatory cytokine) ทำงานได้ อย่างไรก็ดี การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงนั้นสามารถลดมาลอนไดอัลดีไฮด์ซึ่งเป็นสารผลพลอยได้ (By product) ของกระบวนการออกซิเดชันของเซลล์ในร่างกาย และเพิ่มซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทสซึ่งเป็นการต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย นอกจากนี้ยังลดอินเตอร์เฟอรอนแกมมาอินดิวซ์โปรตีนเท็นซึ่งเป็นคีโมไคน์ที่บอกถึงสถานะโอกาสในการติดเชื้ออีกด้วย

4. ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันที่มีต่อสมรรถภาพปอด ความแข็งแรงแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และความสามารถทางแอโรบิกในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

จากผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องมีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (MVV) แรงดันหายใจเข้าสูงสุด (MIP) แรงดันหายใจออกสูงสุด (MIP) สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) อัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด (PEF) ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที แรงดันหายใจเข้าสูงสุด แรงดันหายใจออกสูงสุด และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องมีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงมีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่กับกลุ่มควบคุม ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ และกลุ่มควบคุมระดับความนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการศึกษาของ Dunham & Harms

(2012) ทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และการออกกำลังกายที่ระดับปานกลางในบุคคลทั่วไปที่มีสุขภาพดี 3 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่ามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อใจดังแสดงได้ว่าค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดเพิ่มขึ้น และมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับ Karlsen et al. (2017) ทำการศึกษาการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 2 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์พบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนับสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ Peng et al. (2002) ที่พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพิ่มสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในผู้ป่วยหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ได้แก่ การออกกำลังกายที่ระดับปานกลางต่อเนื่อง และการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเป็นไปลักษณะเดียวกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle training) (Dunham & Harms, 2012) กล่าวคือในขณะที่ออกกำลังกายที่ความหนักสูง จะต้องหายใจเข้าอย่างเร็วและแรงเพื่อนำออกซิเจนไปใช้ให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย โดยช่วงเวลาดังกล่าวจะมีอัตราการระบายอากาศ (Ventilation rate) ที่สูง และเกิดแรงดัน (Pressure) จากการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจซ้ำ ๆ (Dunham & Harms, 2012) จึงทำให้เกิดการพัฒนาของกล้ามเนื้อหายใจ และการเพิ่มขึ้นของปริมาตรปอด (Lung volume) นี้ยังส่งผลต่อการดึงถ่วงในแนวดิ่ง (Caudal traction) ที่มีต่อทางเดินหายใจ ส่งผลให้เกิดความตึงตัวของทางเดินหายใจส่วนบนทำให้อาการหยุดหายใจขณะหลับดีขึ้น (Heinzer et al., 2006) นอกจากนี้ การออกกำลังกายที่เพิ่มความทนทานให้แก่ร่างกาย (Endurance exercise) เช่น การวิ่ง ทั้งระดับความหนักปานกลางหรือความหนักสูง ส่งผลให้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น (Scribbans et al., 2016; Dun et al., 2019)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที แรงดันหายใจเข้าสูงสุด และแรงดันหายใจออกสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจมีจุดประสงค์หลักในการเพิ่มความแข็งแรง (Strength) และความทนทาน (Endurance) ของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องในการหายใจ ได้แก่ กะบังลม กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงภายนอก (McConnell, 2013) โดยหายใจเข้าผ่านอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความฝืดขณะหายใจเข้า (Resistive valve) ส่งผลให้กล้ามเนื้อหายใจดังกล่าวถูกพัฒนาและส่งให้ผลให้สมรรถภาพปอดดีขึ้น (McConnell, 2013) อย่างไรก็ดี ในการศึกษาครั้งนี้

พบว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจไม่มีการเปลี่ยนแปลง สอดคล้องกับ Souza et al. (2017) ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่ระดับความหนักปานกลางที่ 50-60% ของค่าแรงดันสูงสุด 90 ครั้ง/วัน โดยฝึก 7 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ไม่พบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างนัยสำคัญ เนื่องจากปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้นประกอบไปด้วยการพัฒนาของโครงสร้างกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกล้ามเนื้อขา การพัฒนาของสมรรถภาพปอด การพัฒนาของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Taylor et al., 2021) ซึ่งการฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่มุ่งเน้นเพียงสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการพัฒนาของระบบอื่น ๆ นั้นอาจไม่เพียงพอที่สามารถพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ (Souza et al.,2017)

สรุปได้ว่า การออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ ออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจส่งผลดีต่อสมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งมีผลต่อการหลับและภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น นอกจากนี้ยังช่วยลดสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ขณะหายใจออกซึ่งแสดงถึงการอักเสบภายในทางเดินหายใจ อย่างไรก็ดี สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะเพิ่มเฉพาะในการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องและการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงเท่านั้น เนื่องจากการออกกำลังกายของ 2 รูปแบบนี้เป็นการออกกำลังกายลักษณะแอโรบิกซึ่งคุณลักษณะคือเพิ่มความทนทาน (Endurance) ซึ่งผลต่อการเพิ่มสมรรถภาพการใช้สูงสุด (Bacon et al., 2013)

5. ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันที่มีต่อคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

จากผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องมีค่าเฉลี่ยคะแนน Social functioning, Role emotional และ Mental health เพิ่มขึ้นหลังการทดลองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง มีค่าเฉลี่ยคะแนน Physical function, Role-physical, General Health, Social functioning และ Mental health เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง มีค่าเฉลี่ยคะแนน Physical function, Body pain และ General health เพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุมหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการศึกษาของ Kline et al. (2012) ทำการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องเป็นเวลา 12 สัปดาห์ในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น พบว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มีค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิต ความง่วงนอน และความง่วงนอนที่ส่งผลต่อการทำกิจกรรม (Functional impairment due to sleepiness)

การศึกษาวิจัยก่อนหน้ารายงานว่า การออกกำลังกายนั้นผลส่งดีต่อความรู้สึกแข็งแรง (Vigor) ได้เทียบเท่ากับการใช้เครื่องอัดอากาศแรงดันบวก (CPAP) นอกจากนี้ยังส่งผลต่อคุณภาพชีวิตเกือบทุกองค์ประกอบ ได้แก่ ความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน (Physical function) สุขภาพทั่วไป (General health) และความแข็งแรง (Vitality) รวมไปถึงสุขภาพจิต (Mental health) และภาวะซึมเศร้า (Depression) (Kline et al., 2012) จากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นมีมีพฤติกรรมเนือยนิ่ง เนื่องจากความง่วงนอนในตอนกลางวันและความเหนื่อยล้า (Hong et al., 2003; Basta et al., 2008) นอกจากนี้จากการศึกษาอย่างเป็นระบบ (Systematic review) และการศึกษาแบบอภิมาณ (Meta analysis) พบว่า การออกกำลังกายส่งผลดีต่อคคุณภาพชีวิต ความง่วงนอนในตอนกลางวัน และคุณภาพการหลับเนื่องจากการลดลงของดัชนีหยุดหายใจต่อหายใจแผ่ว (AHI) (Lee-Iannotti & Parist, 2020; Lins-Filho et al., 2020)

จากผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มีค่าเฉลี่ยคะแนน Body pain เพิ่มขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ Herkenrath et al. (2017) ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น 4 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพชีวิตในโดเมน Bodily pain ดีขึ้นหลังจากทดลอง อาจเป็นเพราะการฝึกกล้ามเนื้อหายใจทำให้การรับรู้ความรู้สึกเจ็บปวดของร่างกายจากการกรนหรือหยุดหายใจขณะหลับลดลง (Herkenrath et al., 2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปได้ว่า การออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ ออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจส่งผลดีต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ซึ่งส่งผลมาจากการลดลงของการดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ทำให้คุณภาพการหลับดีขึ้น ลดอาการง่วงนอนในตอนกลางวัน ส่งผลให้การทำกิจวัตรประจำวันมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการวิจัย

การออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ส่งผลดีต่อตัวแปรการหลับ ไซโตไคน์และอนุมูลอิสระ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น โดยการออกกำลังกายที่

ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง สามารถพัฒนาความสามารถทางแอโรบิกเพิ่มเติมได้

โดยการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องและการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงนั้นส่งผลดีมากกว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ แสดงได้จากระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 2 ที่ลดลง ระยะหลับที่ไม่มีตากระตุกขั้นที่ 3 และค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่เพิ่มขึ้นหลังการทดลองทั้ง 2 กลุ่ม และอาจกล่าวได้ว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงนั้นส่งผลดีมากกว่าการออกกำลังกายที่ระดับปานกลางต่อเนื่อง แสดงได้จากการเพิ่มขึ้นของซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส อินเตอร์เฟอรอนอินดิวซ์โปรตีนเท็น และการลดลงของมาลอนไดอัลดีไฮด์

ดังนั้น จากการวิจัยสรุปได้ว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง นอกจากจะใช้ระเวลาการออกกำลังกายน้อยกว่าการออกกำลังกายตามแนวปฏิบัติ (Guideline) แล้ว ยังส่งผลต่อภาวะเครียดออกซิเดชันและไซโตไคน์แตกต่างจากการออกกำลังกายแบบที่ระดับปานกลางต่อเนื่องการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อทราบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อดัชนีหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ภาวะเครียดออกซิเดชัน พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับการหลับ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การอักเสบของทางเดินหายใจ สารชีวเคมีในเลือด ความสามารถทางแอโรบิก และคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

2. เพื่อทราบถึงความแตกต่างระหว่างผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อดัชนีหยุดหายใจและหายใจแผ่ว ภาวะเครียดออกซิเดชัน พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับการหลับ สมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การอักเสบของทางเดินหายใจ สารชีวเคมีในเลือด ความสามารถทางแอโรบิก และคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

3. เพื่อจะได้แนวเป็นทางการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

4. เพื่อเป็นฐานข้อมูลในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง หรือการออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 47 สรุปการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่ม 4 กลุ่ม

ตัวแปร	กลุ่ม MICT	กลุ่ม HIIT	กลุ่ม IMT	กลุ่ม CON
ข้อมูลทางสรีรวิทยา	x	✓	x	x
การหลับ	✓	✓	✓	x
ภาวะเครียดออกซิเดชัน	x	✓	x	x
ไซโตไคน์	✓	✓	✓	x
สมรรถภาพปอด	✓	✓	✓	x
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ	✓	✓	✓	x
การอักเสบภายในทางเดินหายใจ	✓	✓	✓	x
ความสามารถทางแอโรบิก	✓	✓	x	x
คุณภาพชีวิต	✓	✓	✓	x

✓ หมายถึง มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

x หมายถึง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

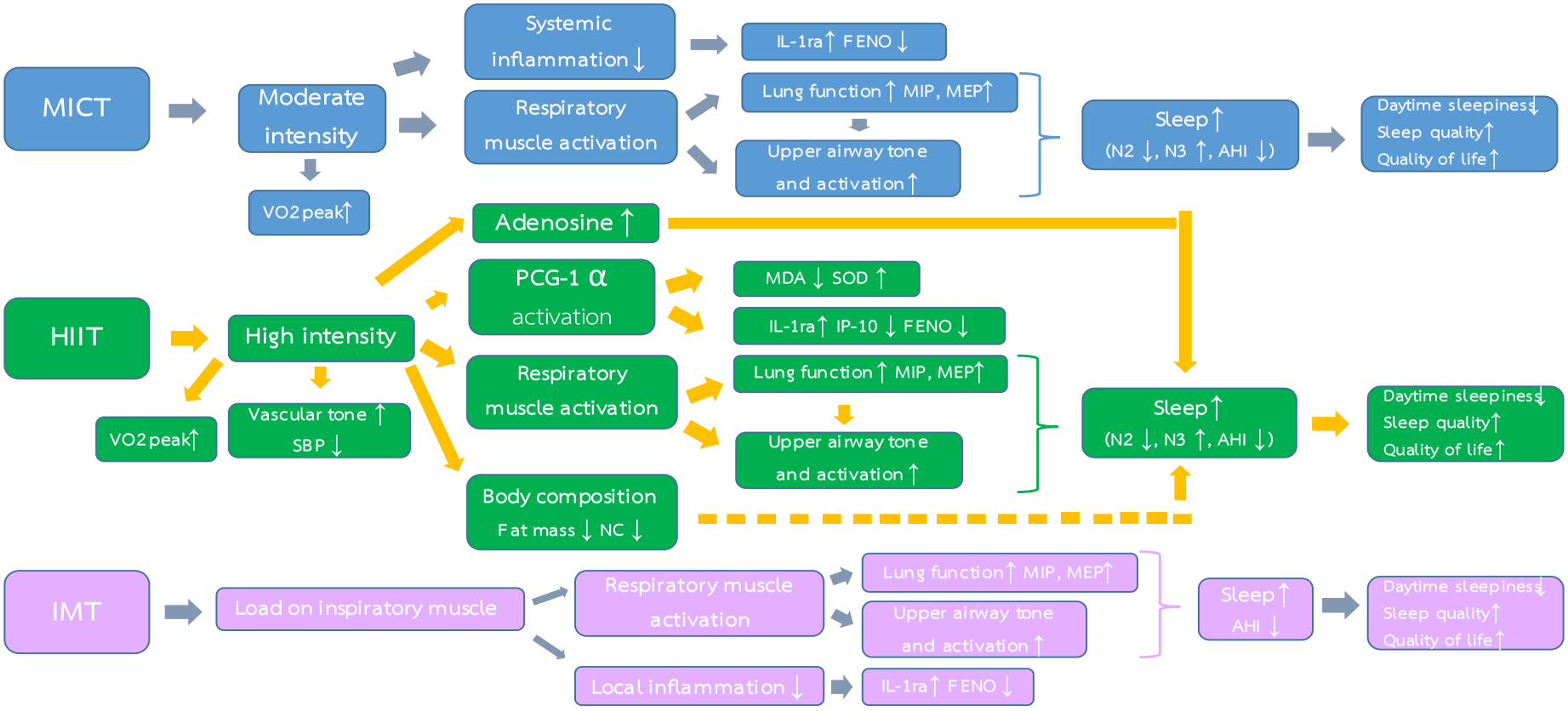
1. ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาถึงการเปรียบเทียบระหว่างการออกกำลังกายระดับความหนักปานกลางต่อเนื่องและการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง โดยควบคุมปริมาณพลังงานที่ใช้ (Energy expenditure) ของการออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่มให้เท่ากัน

2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันในผู้สูงอายุที่มีภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นในระดับความรุนแรงทั้ง 3 ระดับ (AHI >5 ครั้ง/ชั่วโมง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 65 สรุปผลการวิจัยในภาพรวมระหว่างกายออกกำลังกายทั้ง 3 ประเภท

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. ในการวิจัยไม่ได้ควบคุมการรับประทานอาหารและอาหารเสริมของผู้เข้าร่วมการวิจัย

2. การนัดหมายเพื่อรับการทดสอบการนอนหลับ (Polysomnography) ใช้เวลานัดอย่างน้อย 2-4 อาทิตย์ จึงทำให้ต้องวางแผนการนัดหมายผู้เข้าร่วมการวิจัยในการทดสอบตัวแปร และการฝึกออกกำลังกาย

3. มีผู้เข้าร่วมการวิจัยบางคนติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ระหว่างการฝึก ซึ่งมาตรการของศูนย์นิทราเวชจะให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยกเลิกนัดการทดสอบการนอนหลับและให้นัดหมายใหม่อีก 30 วันถัดไป ส่งผลให้อาสาสมัครจะต้องออกกำลังกาย 3 วัน/สัปดาห์จนกว่าจะถึงวันนัดเพื่อคงสภาพ (Maintain) ผลของการออกกำลังกาย

4. การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้มีการกำหนดปริมาณการฝึก (Volume of exercise) ให้เท่ากันในระหว่างการออกกำลังกายที่ระดับปานกลางต่อเนื่องกับการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง เพราะการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่การเปรียบเทียบกันของแนวปฏิบัติการออกกำลังกาย (Exercise guideline)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล. (2562). **การกรนและภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น.** กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์ศิริราช

เจษฎา นกน้อย และ วรรณภรณ์ บริพันธ์. (2560). คุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในจังหวัดสงขลา (The Quality of Life of Elders in Songkhla Province). **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**, 9(3), 94-105.

ชิดชนก เอกวัฒนกุล และ ภัทราวุธ อินทรกำแหง. (2552). ความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม เอสเอฟ-36 ฉบับภภาษาไทยปรับปรุง พ.ศ. 2548 ในการประเมินคุณภาพชีวิตผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. **เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร**, 19(2), 63-67.

ณัฐพงษ์ เจียมจริยธรรม. (2561). **ภาวะความผิดปกติของการหายใจขณะหลับ.** กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น

ดรุณวรรณ สุขสม. (2561). **การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปาริชาติ พุ่มขจร. (2561). **ภูมิคุ้มกันวิทยา.** กรุงเทพพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร. (2562) **ผลของการฝึกหายใจแบบฟาริเนลลีที่มีต่อสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมาคมโรคจากการหลับแห่งประเทศไทย. (2561). **คำแนะนำสำหรับการวินิจฉัยและดูแลรักษา ภ า ว ะ หยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นในประเทศไทย สำหรับผู้ใหญ่ พ.ศ. 2561**. (อ อ น ไ ล น์) สืบค้นวันที่ 2 กุมภาพันธ์ แหล่งที่มา http://www.sst.or.th

สรวิศ ลาภธนชัย. (2562). **ผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้มีภาวะอ้วน** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนงนาฏ ไพนุพงศ์. (2560). อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระกับสุขภาพ (Free Radicals and

Anti-oxidants in Human Health). **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต,** 1(2), 20-27.

อภิชญา คล้ายมนต์. (2015). การตรวจหามวลไขมัน กล้ามเนื้อ กระดูก ด้วยวิธี Dual Energy X-ray Absorptiometry. **รังสีวิทยาศิริราช**, 2(1), 1-12.

ภาษาอังกฤษ

Ahbab, S., Ataoğlu, H. E., Tuna, M., Karasulu, L., Cetin, F., Temiz, L. U., & Yenigün, M. (2013). Neck circumference, metabolic syndrome and obstructive sleep apnea syndrome; evaluation of possible linkage. Medical science monitor : **international medical journal of experimental and clinical research**, 19, 111– 117.

Alberti, A., Sarchielli, P., Gallinella, E., Floridi, A., Floridi, A., Mazzotta, G., & Gallai, V. (2003). Plasma cytokine levels in patients with obstructive sleep apnea syndrome: a preliminary study. **J Sleep Res**, 12(4), 305-311.

American College of Sports Medicine, Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G., & Magal, M. (2018). **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (Tenth edition.)**. Philadelphia: Wolters Kluwer.

Andrade, F. M., & Pedrosa, R. P. (2016). The role of physical exercise in obstructive sleep apnea. **Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisilogia,** 42(6), 457–464.

Arias-Tellez, M. J., Acosta, F. M., Merchan-Ramirez, E., Martínez-Téllez, B., Delgado, G. S., Llamas-Elvira, J. M., & Ruiz, J. R. (2023). Effect of a 24-Week Concurrent Exercise Intervention on Neck Adiposity and Its Distribution in Young Adults: The ACTIBATE Randomized Controlled Trial. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, 33(5), 255–264.

Azambuja, A. d. C. M., de Oliveira, L. Z., & Sbruzzi, G. (2020). Inspiratory Muscle Training in Patients With Heart Failure: What Is New? Systematic Review and Meta-Analysis. **Physical Therapy,** 100(12), 2099-2109.

Bacon, A. P., Carter, R. E., Ogle, E. A., & Joyner, M. J. (2013). VO2max trainability and

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

high intensity interval training in humans: a meta-analysis. **PloS one,** 8(9), e73182.

Balady, G. J., Arena, R., Sietsema, K., Myers, J., Coke, L., Fletcher, G. F., Forman, D., Franklin, B., Guazzi, M., Gulati, M., Keteyian, S. J., Lavie, C. J., Macko, R., Mancini, D., & Milani, R. V. (2010). Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults. **Circulation**, 122(2), 191-225.

Bamberga, M., Rizzi, M., Gadaleta, F., Grechi, A., Baiardini, R., & Fanfulla, F. (2015). Relationship between energy expenditure, physical activity and weight loss during CPAP treatment in obese OSA subjects. **Respiratory Medicine,** 109(4), 540-545.

Banhiran, W., Assanasen, P., Nopmaneejumruslers, C., & Metheetrairut, C. (2011). Epworth sleepiness scale in obstructive sleep disordered breathing: the reliability and validity of the Thai version. **Sleep & breathing,** 15(3), 571-577.

Banhiran, W., Assanasen, P., Metheetrairut, C., Nopmaneejumruslers, C., Chotinaiwattarakul, W., & Kerdnoppakhun, J. (2012). Functional outcomes of sleep in Thai patients with obstructive sleep-disordered breathing. **Sleep and Breathing,** 16(3), 663-675.

Barreiro, E., Nowinski, A., Gea, J., & Sliwinski, P. (2007). Oxidative stress in the external intercostal muscles of patients with obstructive sleep apnoea. **Thorax,** 62(12), 1095–1101.

Basta, M., Lin, H. M., Pejovic, S., Sarrigiannidis, A., Bixler, E., & Vgontzas, A. N. (2008). Lack of regular exercise, depression, and degree of apnea are predictors of excessive daytime sleepiness in patients with sleep apnea: sex differences. **Journal of clinical sleep medicine**, 4(1), 19–25.

Berzosa, C., Cebrián, I., Fuentes-Broto, L., Gómez-Trullén, E., Piedrafita, E., Martínez-Ballarín, E., López-Pingarrón, L., Reiter, R. J., & García, J. J. (2011). Acute Exercise Increases Plasma Total Antioxidant Status and Antioxidant Enzyme Activities in Untrained Men. **Journal of Biomedicine and Biotechnology,** 2011,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

540458.

Bikov, A., Losonczy, G., & Kunos, L. (2017). Role of lung volume and airway inflammation in obstructive sleep apnea. *Respir Investig*, 55(6), 326-333.

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

Bogdanis, G. C., Stavrinou, P., Fatouros, I. G., Philippou, A., Chatzinikolaou, A., Draganidis, D., Ermidis, G., & 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.

Cheng, S., Butler, J. E., Gandevia, S. C., & Bilston, L. E. (2011). Movement of the human upper airway during inspiration with and without inspiratory resistive loading. **J Appl Physiol**, 110(1), 69-75.

Chien, M. Y., Wu, Y. T., Lee, P. L., Chang, Y. J., & Yang, P. C. (2010). Inspiratory muscle dysfunction in patients with severe obstructive sleep apnoea. **European Respiratory Journal,** 35(2), 373.

Cielo, C. M., Keenan, B. T., Wiemken, A., Tapia, I. E., Kelly, A., & Schwab, R. J. (2021). Neck fat and obstructive sleep apnea in obese adolescents. **Sleep**, 44(11), zsab158.

Dijk D. J. (2009). Regulation and functional correlates of slow wave sleep. **Journal of clinical sleep medicine**, 5(2 Suppl), S6–S15.

Docherty, S., Harley, R., McAuley, J. J., Crowe, L. A. N., Pedret, C., Kirwan, P. D., Siebert, S., & Millar, N. L. (2022). The effect of exercise on cytokines: implications for musculoskeletal health: a narrative review. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, 14(1), 5.

Dun, Y., Smith, J. R., Liu, S., & Olson, T. P. (2019). High-Intensity Interval Training in

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Cardiac Rehabilitation. Clinics in geriatric medicine, 35(4), 469–487.

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

Dworak, M., Schierl, T., Bruns, T., & Strüder, H. K. (2007). Impact of singular excessive computer game and television exposure on sleep patterns and memory performance of school-aged children. **Pediatrics,** 120(5), 978–985.

Dworak, M., Wiater, A., Alfer, D., Stephan, E., Hollmann, W., & Strüder, H. K. (2008). Increased slow wave sleep and reduced stage 2 sleep in children depending on exercise intensity. **Sleep medicine,** 9(3), 266–272.

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.

Fletcher, G. F., Balady, G. J., Amsterdam, E. A., Chaitman, B., Eckel, R., Fleg, J., Froelicher, V. F., Leon, A. S., Piña, I. L., Rodney, R., Simons-Morton, D. A., Williams, M. A., & Bazzarre, T. (2001). Exercise Standards for Testing and Training. **Circulation**, 104(14), 1694-1740.

Forti, L. N., Van Roie, E., Njemini, R., Coudyzer, W., Beyer, I., Delecluse, C., & Bautmans, I. (2017). Effects of resistance training at different loads on inflammatory markers in young adults. **European journal of applied physiology,** 117(3), 511–519.

Gastaldi, A. C., Usmani, O., Barnes, P. J., & Paredi, P. (2013). Acute effects of flutter breathing exercises on exhaled nitric oxide and airway resistance. **European Respiratory Journal,** 42(Suppl 57), P1366.

Giannadaki, K., Schiza, S., Vavougios, G., Ladopoulos, V., Tzanakis, N., & Siafakas, N. (2021). Small airways' function in Obstructive Sleep Apnea-Hypopnea Syndrome. **Pulmonology,** 27(3), 208-214.

Gleeson, M., Bishop, N. C., Stensel, D. J., Lindley, M. R., Mastana, S. S., & Nimmo, M. A.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(2011). The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. **Nat Rev Immunol,** 11(9), 607-615.

Gokcek, O., Yurdalan, U., Tugay, B. U., El, C., & Dogan, S. (2023). Evaluation of the possible effect of inspiratory muscle training on inflammation markers and oxidative stress in childhood asthma. **European journal of pediatrics,** 182(8), 3713–3722.

Gomes-Neto, M., Durães, A. R., Reis, H., Neves, V. R., Martinez, B. P., & Carvalho, V. O. (2017). High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous t raining on exercise capacity and quality of life in patients with coronary artery disease: A systematic review and meta-analysis. **Eur J Prev Cardiol,** 24(16), 1696-1707.

Graham, B. L., Steenbruggen, I., Miller, M. R., Barjaktarevic, I. Z., Cooper, B. G., Hall, G. L., Hallstrand, T. S., Kaminsky, D. A., McCarthy, K., McCormack, M. C., Oropez, C. E., Rosenfeld, M., Stanojevic, S., Swanney, M. P., & Thompson, B. R. (2019). Standardization of Spirometry 2 0 1 9 Update. An Official American Thoracic Society and European RespiratorySociety Technical Statement. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine,** 2 0 0(8), e7 0-e88.

Gripp, F., Nava, R. C., Cassilhas, R. C., Esteves, E. A., Magalhães, C. O. D., Dias-Peixoto, M. F., de Castro Magalhães, F., & Amorim, F. T. (2021). HIIT is superior than MICT on cardiometabolic health during training and detraining. **Eur J Appl Physiol,** 121(1), 159- 172.

Groussard, C., Maillard, F., Vazeille, E., Barnich, N., Sirvent, P., Otero, Y. F., Combaret, L., Madeuf, E., Sourdrille, A., Delcros, G., Etienne, M., Teixeira, A., Sauvanet, P., Pialoux, V., & Boisseau, N. (2019). Tissue-Specific Oxidative Stress Modulation by Exercise: A Comparison between MICT and HIIT in an Obese Rat Model. **Oxidative medicine and cellular longevity**, 2019, 1965364.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Herkenrath, S. D., Treml, M., Priegnitz, C., Galetke, W., & Randerath, W. J. (2018). Effects of respiratory muscle training (RMT) in patients with mild to moderate obstructive sleep apnea (OSA). **Sleep & breathing**, 22(2), 323–328.

Ho, A. W., Moul, D. E., & Krishna, J. (2 0 1 6). Neck Circumference-Height Ratio as a Predictor of Sleep Related Breathing Disorder in Children and Adults. **Journal of clinical sleep medicine,** 12(3), 311–317.

Hong, S., & Dimsdale, J. E. (2003). Physical activity and perception of energy and fatigue in obstructive sleep apnea. **Medicine and science in sports and exercise,** 35(7), 1088–1092.

How, S. C., McConnell, A. K., Taylor, B. J., & Romer, L. M. (2007). Acute and chronic responses of the upper airway to inspiratory loading in healthy awake humans: an MRI study. **Respir Physiol Neurobiol,** 157(2-3), 270-280.

Huang, W. Y., Huang, C. C., Chang, C. C., Kor, C. T., Chen, T. Y., & Wu, H. M. (2017). Associations of Self-Reported Sleep Quality with Circulating Interferon Gamma-Inducible Protein 10, Interleukin 6, and High-Sensitivity C-Reactive Protein in Healthy Menopausal Women. **PloS one,** 12(1), e0169216.

Imani, M. M., Sadeghi, M., Khazaie, H., Emami, M., Sadeghi Bahmani, D., & Brand, S. (2020). Evaluation of Serum and Plasma Interleukin-6 Levels in Obstructive Sleep Apnea Syndrome: A Meta-Analysis and Meta-Regression. **Frontiers in immunology,** 11, 1343-1343.

Jain, S. K., Kahlon, G., Morehead, L., Lieblong, B., Stapleton, T., Hoeldtke, R., Bass, P. F., 3rd, & Levine, S. N. (2012). The effect of sleep apnea and insomnia on blood levels of leptin, insulin resistance, IP-10, and hydrogen sulfide in type 2 diabetic patients. **Metabolic syndrome and related disorders,** 10(5), 331–336.

John, A. T., Chowdhury, M., Islam, M. R., Mir, I. A., Hasan, M. Z., Chong, C. Y., Humayra, S., & Higashi, Y. (2022). Effectiveness of High-Intensity Interval Training and Continuous Moderate-Intensity Training on Blood Pressure in Physically Inactive Pre-Hypertensive Young Adults. **Journal of cardiovascular**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

development and disease, 9(8), 246.

Karlsen, T., Nes, B. M., Tjønna, A. E., Engstrøm, M., Støylen, A., & Steinshamn, S. (2017). High-intensity interval training improves obstructive sleep apnoea. **BMJ Open Sport Exercise Medicine,** 2(1), bmjsem-2016-000155.

Kheirandish-Gozal, L., & Gozal, D. (2019). Obstructive Sleep Apnea and Inflammation: Proof of Concept Based on Two Illustrative Cytokines. **Int J Mol Sci**, 20(3).

Kiel, I. A., Lionett, S., Parr, E. B., Jones, H., Røset, M. A. H., Salvesen, Ø., Vanky, E., & Moholdt, T. (2020). Improving reproductive function in women with polycystic ovary syndrome with high-intensity interval training (IMPROV-IT): study protocol for a two-centre, three-armed randomized controlled trial. **BMJ Open,** 10(2), e034733.

Kaminsky, L. A., & Whaley, M. H. (1998). Evaluation of a new standardized ramp protocol: the BSU/Bruce Ramp protocol. **J Cardiopulm Rehabil,** 18(6), 438-444.

Khatri, S. B., Iaccarino, J. M., Barochia, A., Soghier, I., Akuthota, P., Brady, A., Covar, R. A., Debley, J. S., Diamant, Z., Fitzpatrick, A. M., Kaminsky, D. A., Kenyon, N. J., Khurana, S., Lipworth, B. J., McCarthy, K., Peters, M., Que, L. G., Ross, K. R., Schneider-Futschik, E. K., . . . Hallstrand, T. S. (2021). Use of Fractional Exhaled Nitric Oxide to Guide the Treatment of Asthma: An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine,** 204(10), e97-e109.

Khodadadi, F., Bagheri, R., Negaresh, R., Moradi, S., Nordvall, M., Camera, D. M., Wong, A., & 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.

Kline, C. E., Crowley, E. P., Ewing, G. B., Burch, J. B., Blair, S. N., Durstine, J. L., Davis, J. M., & Youngstedt, S. D. (2011). The effect of exercise training on obstructive

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

sleep apnea and sleep quality: a randomized controlled trial. **Sleep,** 34(12), 1631-1640.

Kline, C. E., Ewing, G. B., Burch, J. B., Blair, S. N., Durstine, J. L., Davis, J. M., & Youngstedt, S. D. (2012). Exercise training improves selected aspects of daytime functioning in adults with obstructive sleep apnea. **Journal of clinical sleep medicine,** 8(4), 357–365.

Kline, C. E. (2019). Chapter 20 - Sleep and exercise. In M. A. Grandner (Ed.), Sleep and Health (pp. 257-267). Academic Press.

Kubala A. (2021). **The effects of short-term exercise on sleep and daytime impairment in adults with Insomnia** [Doctoral dissertation, University of Pittsburgh].

Kuo, Y. C., Chan, J., Wu, Y. P., Bernard, J. R., & Liao, Y. H. (2017). Effect of expiratory muscle strength training intervention on the maximum expiratory pressure and quality of life of patients with Parkinson disease. **Neuro Rehabilitation,** 41(1), 219-226.

Lappalainen, U., Whitsett, J. A., Wert, S. E., Tichelaar, J. W., & Bry, K. (2005). Interleukin-1beta causes pulmonary inflammation, emphysema, and airway remodeling in the adult murine lung. **Am J Respir Cell Mol Biol,** 32(4), 311-318.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). **Science and application of high-intensity interval training.** Champaign, IL: Human Kinetics

Laveneziana, P., Albuquerque, A., Aliverti, A., Babb, T., Barreiro, E., Dres, M., Dubé, B.-P., Fauroux, B., Gea, J., Guenette, J. A., Hudson, A. L., Kabitz, H.-J., Laghi, F., Langer, D., Luo, Y.-M., Alberto Neder, J., Donnell, D., Polkey, M. I., Rabinovich, R. A., . . . Verges, S. (2019). ERS Statement on Respiratory Muscle Testing at Rest and during Exercise. **European Respiratory Journal,** 1801214.

Lavie, L., & Lavie, P. (2009). Molecular mechanisms of cardiovascular disease in OSAHS: the oxidative stress link. **Eur Respir J,** 33(6), 1467-1484.

Lavie, L. (2015). Oxidative stress in obstructive sleep apnea and intermittent hypoxia – Revisited – The bad ugly and good: Implications to the heart and brain. **Sleep Medicine Reviews,** 20, 27-45.

Lee-Iannotti, J. K., & Parish, J. M. (2020). Exercise as a treatment for sleep apnea. **Journal of clinical sleep medicine**, 16(7), 1005–1006.

Lemaitre, F., Coquart, J. B., Chavallard, F., Castres, I., Mucci, P., Costalat, G., & Chollet, D. (2013). Effect of additional respiratory muscle endurance training in young well-trained swimmers. **Journal of sports science & medicine**, 12(4), 630-638.

Leon-Cabrera, S., Arana-Lechuga, Y., Esqueda-León, E., Terán-Pérez, G., Gonzalez-Chavez, A., Escobedo, G., & Velázquez Moctezuma, J. (2015). Reduced systemic levels of IL-10 are associated with the severity of obstructive sleep apnea and insulin resistance in morbidly obese humans. **Mediators of inflammation**, 493409-493409.

Lin, H., Chiang, L., Ong, J., Kun, T., Hung, C., & Lin, C. (2020). The effects of threshold inspiratory muscle training in patients with obstructive sleep apnea: a randomized experimental study. **Sleep Breath,** 24, 201–209.

Lins-Filho, O. L., Pedrosa, R. P., Gomes, J. M. L., Dantas Moraes, S. L., Vasconcelos, B. C. E., Lemos, C. A. A., & Pellizzer, E. P. (2020). Effect of exercise training on subjective parameters in patients with obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. **Sleep medicine,** 69, 1–7.

Lu, Y., Wiltshire, H., Baker, J., & Wang, Q. (2021). Effects of High Intensity Exercise on Oxidative Stress and Antioxidant Status in Untrained Humans: A Systematic Review. **Biology,** 10, 1272.

Mackała, K., Kurzaj, M., Okrzymowska, P., Stodółka, J., Coh, M., & Ro**Ż**ek-Piechura, K. (2019). The Effect of Respiratory Muscle Training on the Pulmonary Function, Lung Ventilation, and Endurance Performance of Young Soccer Players. **Int J Environ Res Public Health,** 17(1).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

MacInnis, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. **The Journal of Physiology,** 595(9), 2915-2930.

Malczynska-Sims, P., Chalimoniuk, M., Wronski, Z., Marusiak, J., & Sulek, A. (2022). High-intensity interval training modulates inflammatory response in Parkinson's disease. **Aging clinical and experimental research**, 34(9), 2165– 2176.

Maschauer, E. L., Fairley, D. M., & Riha, R. L. (2017). Does personality play a role in continuous positive airway pressure compliance? **Breathe,** 13(1), 32.

McConnell, A. (2013). **Respiratory Muscle Training Theory and Practice.** London, Churchill Livingstone

Mendelson, M., Lyons, O. D., Yadollahi, A., Inami, T., Oh, P., & Bradley, T. D. (2016). Effects of exercise training on sleep apnoea in patients with coronary artery disease: a randomized trial. **The European respiratory journal,** 48(1), 142–150.

Meyer, J. D., Hayney, M. S., Coe, C. L., Ninos, C. L., & Barrett, B. P. (2019). Differential Reduction of IP-10 and C-Reactive Protein via Aerobic Exercise or Mindfulness-Based Stress-Reduction Training in a Large Randomized Controlled Trial. **Journal of sport & exercise psychology**, 41(2), 96–106.

Mills, P. J., & Dimsdale, J. E. (2004). Sleep apnea: a model for studying cytokines, sleep, and sleep disruption. **Brain, Behavior, and Immunity,** 18(4), 298-303.

Min, L., Wang, D., You, Y., Fu, Y., & Ma, X. (2021). Effects of High-Intensity Interval Training on Sleep: A Systematic Review and Meta-Analysis. **International journal of environmental research and public health,** 18(20), 10973.

Mitranun, W., Deerochanawong, C., Tanaka, H., & Suksom, D. (2014). Continuous vs interval training on glycemic control and macro- and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports,** 24(2), e69-e76.

Nanduri, J., Peng, Y.-J., Yuan, G., Kumar, G. K., & Prabhakar, N. R. (2015). Hypoxia-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

inducible factors and hypertension: lessons from sleep apnea syndrome. **Journal of molecular medicine,** 93(5), 473-480.

Nóbrega-Júnior, J., Dornelas de Andrade, A., de Andrade, E., Andrade, M., Ribeiro, A., Pedrosa, R. P., Ferreira, A., & de Lima, A. (2020). Inspiratory Muscle Training in the Severity of Obstructive Sleep Apnea, Sleep Quality and Excessive Daytime Sleepiness: A Placebo-Controlled, Randomized Trial. **Nature and science of sleep,** 12, 1105–1113.

Nurel, B., Hulya, A., Hakan, C., Ebru, C., Naciye, V.-Y., Melda, S., Sema, S., Deniz, I.-I., Melike Yuce, E., Hikmet, F., & Sadik, A. (2012). Effects of oropharyngeal exercises on antropometric measures and symptoms in patients with obstructive sleep apnea syndrome. **European Respiratory Journal,** 40(Suppl 56), P492.

Opal, S. M., & DePalo, V. A. (2000). Anti-inflammatory cytokines. **Chest,** 117(4), 1162-1172.

Parmaksız, E. T., Salepçi, B., Kıral, N., Fidan, A., Cömert, S., Coşkun, E., & Çağlayan, B. (2016). Expiratory and Inspiratory Muscle Functions in Obstructive Sleep Apnea Syndrome. **Journal of Turkish Sleep Medicine,** (3), 65-68.

Pau, M. C., Mangoni, A. A., Zinellu, E., Pintus, G., Carru, C., Fois, A. G., Pirina, P., & Zinellu, A. (2021). Circulating Superoxide Dismutase Concentrations in Obstructive Sleep Apnoea (OSA): A Systematic Review and Meta-Analysis. **Antioxidants**, 10(11), 1764.

Pau, M. C., Zinellu, E., Fois, S. S., Piras, B., Pintus, G., Carru, C., Mangoni, A. A., Fois, A. G., Zinellu, A., & Pirina, P. (2021). Circulating Malondialdehyde Concentrations in Obstructive Sleep Apnea (OSA): A Systematic Review and Meta-Analysis with Meta-Regression. **Antioxidants**, 10(7), 1053.

Plowman, S. A., Smith, D. L., & Lippincott Williams & Wilkins. (2017). **Exercise physiology for health, fitness, and performance.** Philadelphia : Wolters Kluwer

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Rius-Pérez, S., Torres-Cuevas, I., Millán, I., Ortega Á, L., & Pérez, S. (2020). PGC-1α, Inflammation, and Oxidative Stress: An Integrative View in Metabolism. **Oxid Med Cell Longev**, 2020, 1452696.

Prabhakar, N. R., Peng, Y.-J., & Nanduri, J. (2020). Hypoxia-inducible factors and obstructive sleep apnea. **The Journal of Clinical Investigation,** *130*(10), 5042-5051.

Puhan, M. A., Suarez, A., Lo Cascio, C., Zahn, A., Heitz, M., & Braendli, O. (2006). Didgeridoo playing as alternative treatment for obstructive sleep apnoea syndrome: randomised controlled trial. **Bmj,** 332(7536), 266-270.

Rognmo, Ø., Hetland, E., Helgerud, J., Hoff, J., & Slørdahl, S. A. (2004). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation : official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise* **Physiology,** 11(3), 216–222.

Rouatbi, S., Ghannouchi, I., Kammoun, R., Ridha, B., & Ben Saad, H. (2019). Respiratory and Endothelial Dysfunctions in Case of Obstructive Sleep Apnea-Hypopnea Syndrome. 1, 51-56.

Rotenberg, B. W., Murariu, D., & Pang, K. P. (2016). Trends in CPAP adherence over twenty years of data collection: a flattened curve. **J Otolaryngol Head Neck Surg,** 45(1), 43.

Rueda-Etxebarria, M., Mugueta-Aguinaga, I., Rueda, J. R., & Lascurain-Aguirrebena, I. (2021). Respiratory muscle training for obstructive sleep apnoea. **The Cochrane Database of Systematic Reviews**, 2021(11), CD015039.

Sabag, A., Little, J. P., & Johnson, N. A. (2021). Low-volume high-intensity interval training for cardiometabolic health. **The Journal of physiology,** 10.1113/JP281210. Advance online publication.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Schmidt, E.-M., Linz, B., Diekelmann, S., Besedovsky, L., Lange, T., & Born, J. (2015). Effects of an interleukin-1 receptor antagonist on human sleep, sleep-associated memory consolidation, and blood monocytes. **Brain, Behavior, and Immunity,** 47, 178-185.

Scott, H. A., Latham, J. R., Callister, R., Pretto, J. J., Baines, K., Saltos, N., Upham, J. W., & Wood, L. G. (2015). Acute exercise is associated with reduced exhaled nitric oxide in physically inactive adults with asthma. **Annals of allergy, asthma & immunology**, 114(6), 470–479.

Scribbans, T. D., Vecsey, S., Hankinson, P. B., Foster, W. S., & Gurd, B. J. (2016). The Effect of Training Intensity on VO2max in Young Healthy Adults: A Meta-Regression and Meta-Analysis. **International journal of exercise science,** 9(2), 230–247.

Sengul, Y. S., Ozalevli, S., Oztura, I., Itil, O., & Baklan, B. (2011). The effect of exercise on obstructive sleep apnea: a randomized and controlled trial. **Sleep & Breathing,** 15(1), 49-56.

Semenza, G. L., & Prabhakar, N. R. (2018). The role of hypoxia-inducible factors in carotid body (patho) physiology. **The Journal of physiology,** 596(15), 2977–2983.

Sitasuwan, T., Bussaratid, S., Ruttanaumpawan, P., & Chotinaiwattarakul, W. (2014). Reliability and Validity of the Thai Version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. **J Med Assoc Thai,** Suppl.3 s57-s62.

Song, W., Kwak, H. B., Kim, J. H., & Lawler, J. M. (2009). Exercise training modulates the nitric oxide synthase profile in skeletal muscle from old rats. T**he journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences,** 64(5), 540– 549.

Souza, A.K.F., Dornelas de Andrade, A., de Medeiros, A.I.C. (2018). Effectiveness of inspiratory muscle training on sleep and functional capacity to exercise in obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial. **Sleep Breath,** 22, 631–

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

639.

Sutherland, K., & Cistulli, P. A. (2015). Recent advances in obstructive sleep apnea pathophysiology and treatment. Sleep and Biological Rhythms, 13(1), 26-40.

Tang, T. Y., Zhou, X. X., Huang, H., & Huang, Q. D. (2017). Relationship between IL-1β polymorphisms and obstructive sleep apnea syndrome. **Eur Rev Med Pharmacol Sci,** 21(13), 3120-3128.

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.

Taylor, J. L., Bonikowske, A. R., & Olson, T. P. (2021). Optimizing Outcomes in Cardiac Rehabilitation: The Importance of Exercise Intensity. **Frontiers in cardiovascular medicine**, 8, 734278.

Tian, Z., Sun, H., Kang, J., Mu, Z., Liang, J., & Li, M. (2021). Association between the circulating superoxide dismutase and obstructive sleep apnea: a meta-analysis. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology.**

Torma, F., Gombos, Z., Jokai, M., Takeda, M., Mimura, T., & Radak, Z. (2019). High intensity interval training and molecular adaptive response of skeletal muscle. **Sports Medicine and Health Science**, 1(1), 24-32.

Torres-Castro, R., Vasconcello-Castillo, L., Puppo, H., Cabrera-Aguilera, I., Otto-Yáñez, M., Rosales-Fuentes, J., & Vilaró, J. (2021). Effects of Exercise in Patients with Obstructive Sleep Apnoea. **Clocks & Sleep,** 3(1).

Unüvar Doğan, F., Yosunkaya, S., Kuzu Okur, H., & Can, U. (2014). Relationships between Obstructive Sleep Apnea Syndrome, Continuous Positive Airway Pressure Treatment, and Inflammatory Cytokines. **Sleep disorders,** 2014, 518920-518920.

Vassilakopoulos, T., Roussos, C., & Zakynthinos, S. (2004). The immune response to resistive breathing. **The European respiratory journal,** 24(6), 1033–1043.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Vincent, H. K., Shanely, R. A., Stewart, D. J., Demirel, H. A., Hamilton, K. L., Ray, A. D., Michlin, C., Farkas, G. A., & Powers, S. K. (2002). Adaptation of upper airway muscles to chronic endurance exercise. **American journal of respiratory and critical care medicine,** 166(3), 287–293.

Vranish, J. R., & Bailey, E. F. (2016). Inspiratory Muscle Training Improves Sleep and Mitigates Cardiovascular Dysfunction in Obstructive Sleep Apnea. **Sleep,** 39(6), 1179–1185.

Wang, Y., Chen, X., Baker, J. S., Davison, G. W., Xu, S., Zhou, Y., & Bao, X. (2023). Astaxanthin promotes mitochondrial biogenesis and antioxidant capacity in chronic high-intensity interval training. **European Journal of Nutrition,** 62(3), 1453-1466.

Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognmo, Ø., Haram, P. M., Tjønna, A. E., Helgerud, J., Slørdahl, S. A., Lee, S. J., Videm, V., Bye, A., Smith, G. L., Najjar, S. M., Ellingsen, Ø., & Skjaerpe, T. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. **Circulation,** 115(24), 3086–3094.

Yue, H. J., Mills, P. J., Ancoli-Israel, S., Loredo, J. S., Ziegler, M. G., & Dimsdale, J. E. (2009). The roles of TNF-alpha and the soluble TNF receptor I on sleep architecture in OSA. **Sleep & breathing,** 13(3), 263-269.

Zhang, D., Luo, J., Qiao, Y., Xiao, Y., Huang, R., & Zhong, X. (2017). Measurement of exhaled nitric oxide concentration in patients with obstructive sleep apnea: A meta-analysis. **Medicine**, 96(12), e6429.

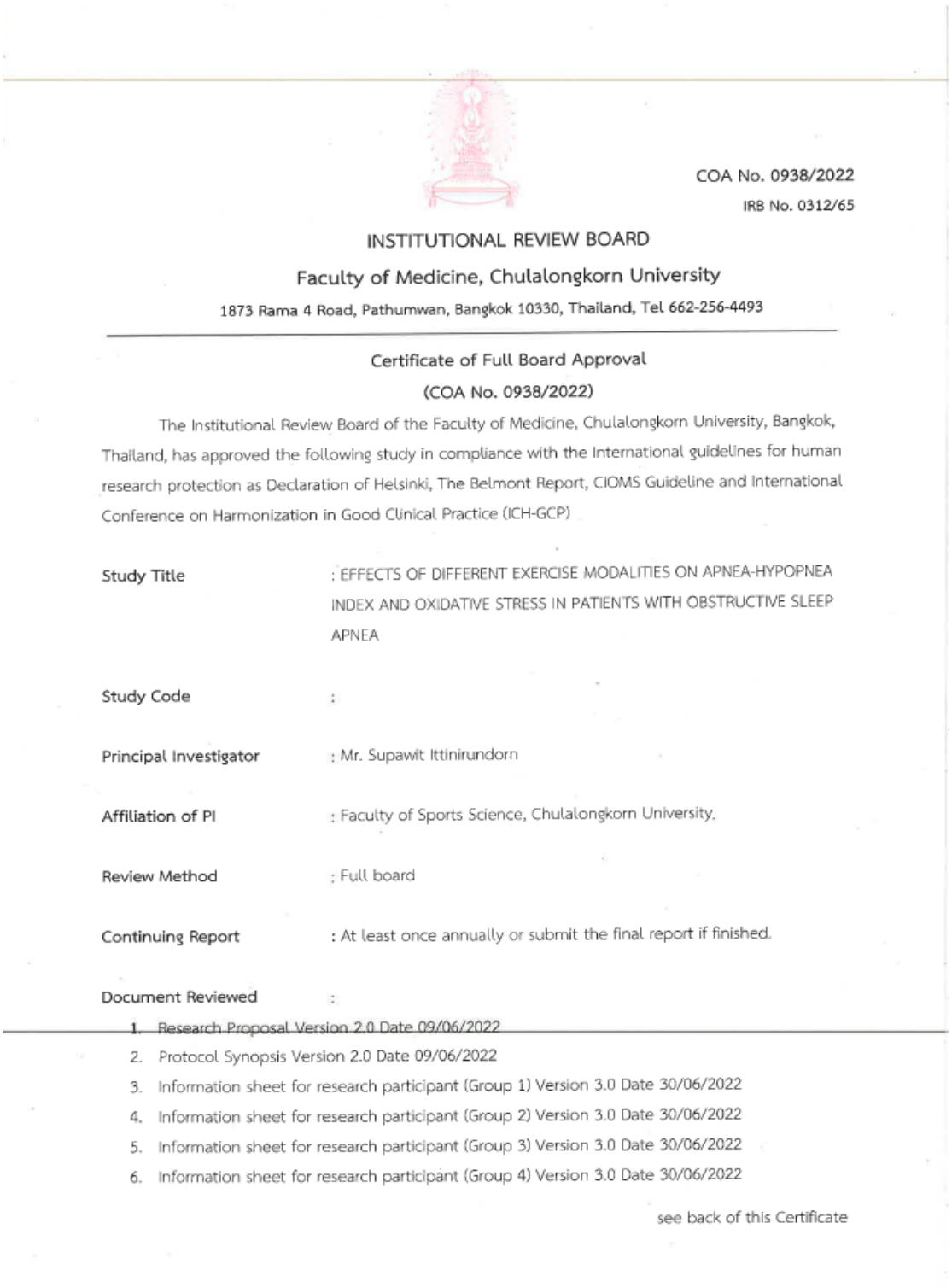
Zwetsloot, K. A., John, C. S., Lawrence, M. M., Battista, R. A., & Shanely, R. A. (2014). High-intensity interval training induces a modest systemic inflammatory response in active, young men. **Journal of inflammation research,** 7, 9-17.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรอบจริยธรรมการวิจัย



COA No. 0938/2022
IRB No. 0312/65

INSTITUTIONAL REVIEW BOARD
Faculty of Medicine, Chulalongkorn University
1873 Rama 4 Road, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand, Tel 662-256-4493

Certificate of Full Board Approval
(COA No. 0938/2022)

The Institutional Review Board of the Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, has approved the following study in compliance with the International guidelines for human research protection as Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline and International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP)

Study Title : EFFECTS OF DIFFERENT EXERCISE MODALITIES ON APNEA-HYPOPNEA INDEX AND OXIDATIVE STRESS IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA

Study Code :

Principal Investigator : Mr. Supawit Ittinirundorn

Affiliation of PI : Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University.

Review Method : Full board

Continuing Report : At least once annually or submit the final report if finished.

Document Reviewed :

1. Research Proposal Version 2.0 Date 09/06/2022
2. Protocol Synopsis Version 2.0 Date 09/06/2022
3. Information sheet for research participant (Group 1) Version 3.0 Date 30/06/2022
4. Information sheet for research participant (Group 2) Version 3.0 Date 30/06/2022
5. Information sheet for research participant (Group 3) Version 3.0 Date 30/06/2022
6. Information sheet for research participant (Group 4) Version 3.0 Date 30/06/2022

see back of this Certificate

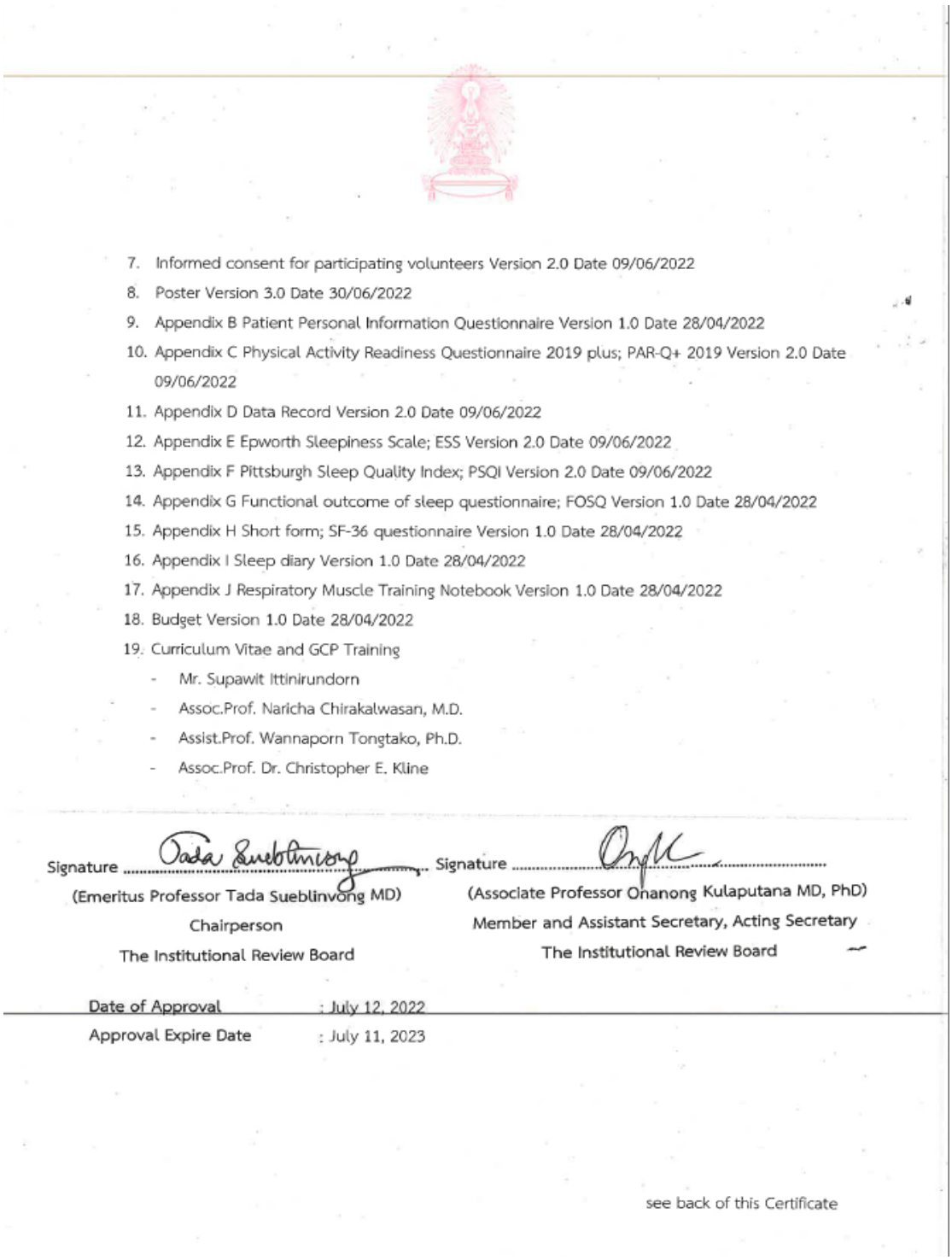
รูปที่ 66 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรองจริยธรรมการวิจัย

All approved investigators must comply with the following conditions:

1. Strictly conduct the research as required by the protocol;
2. Use only the information sheet, consent form (and recruitment materials, if any), interview outlines and/or questionnaires bearing the Institutional Review Board's seal of approval ; and return one copy of such documents of the first subject recruited to the Institutional Review Board (IRB) for the record;
3. Report to the Institutional Review Board any serious adverse event or any changes in the research activity within five working days;
4. Provide reports to the Institutional Review Board concerning the progress of the research upon the specified period of time or when requested;
5. If the study cannot be finished within the expire date of the approval certificate, the investigator is obliged to reapply for approval at least one month before the date of expiration.
6. If the research project is completed, the researcher must send closing/final reportusing the closing/final report form of the Faculty of Medicine, Chulalongkorn University.

* A list of the Institutional Review Board members (names, positions and expertises) present at the meeting of Institutional Review Board on the date of approval of this study has been attached. All approved documents will be forwarded to the principal investigator.

รูปที่ 67 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรองจริยธรรมการวิจัย



7. Informed consent for participating volunteers Version 2.0 Date 09/06/2022
8. Poster Version 3.0 Date 30/06/2022
9. Appendix B Patient Personal Information Questionnaire Version 1.0 Date 28/04/2022
10. Appendix C Physical Activity Readiness Questionnaire 2019 plus; PAR-Q+ 2019 Version 2.0 Date 09/06/2022
11. Appendix D Data Record Version 2.0 Date 09/06/2022
12. Appendix E Epworth Sleepiness Scale; ESS Version 2.0 Date 09/06/2022
13. Appendix F Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI Version 2.0 Date 09/06/2022
14. Appendix G Functional outcome of sleep questionnaire; FOSQ Version 1.0 Date 28/04/2022
15. Appendix H Short form; SF-36 questionnaire Version 1.0 Date 28/04/2022
16. Appendix I Sleep diary Version 1.0 Date 28/04/2022
17. Appendix J Respiratory Muscle Training Notebook Version 1.0 Date 28/04/2022
18. Budget Version 1.0 Date 28/04/2022
19. Curriculum Vitae and GCP Training
    - Mr. Supawit Ittinirundorn
    - Assoc.Prof. Naricha Chirakalwasan, M.D.
    - Assist.Prof. Wannaporn Tongtako, Ph.D.
    - Assoc.Prof. Dr. Christopher E. Kline

Signature ..... Signature .....

(Emeritus Professor Tada Sueblinvong MD) (Associate Professor Onanong Kulaputana MD, PhD)

Chairperson Member and Assistant Secretary, Acting Secretary

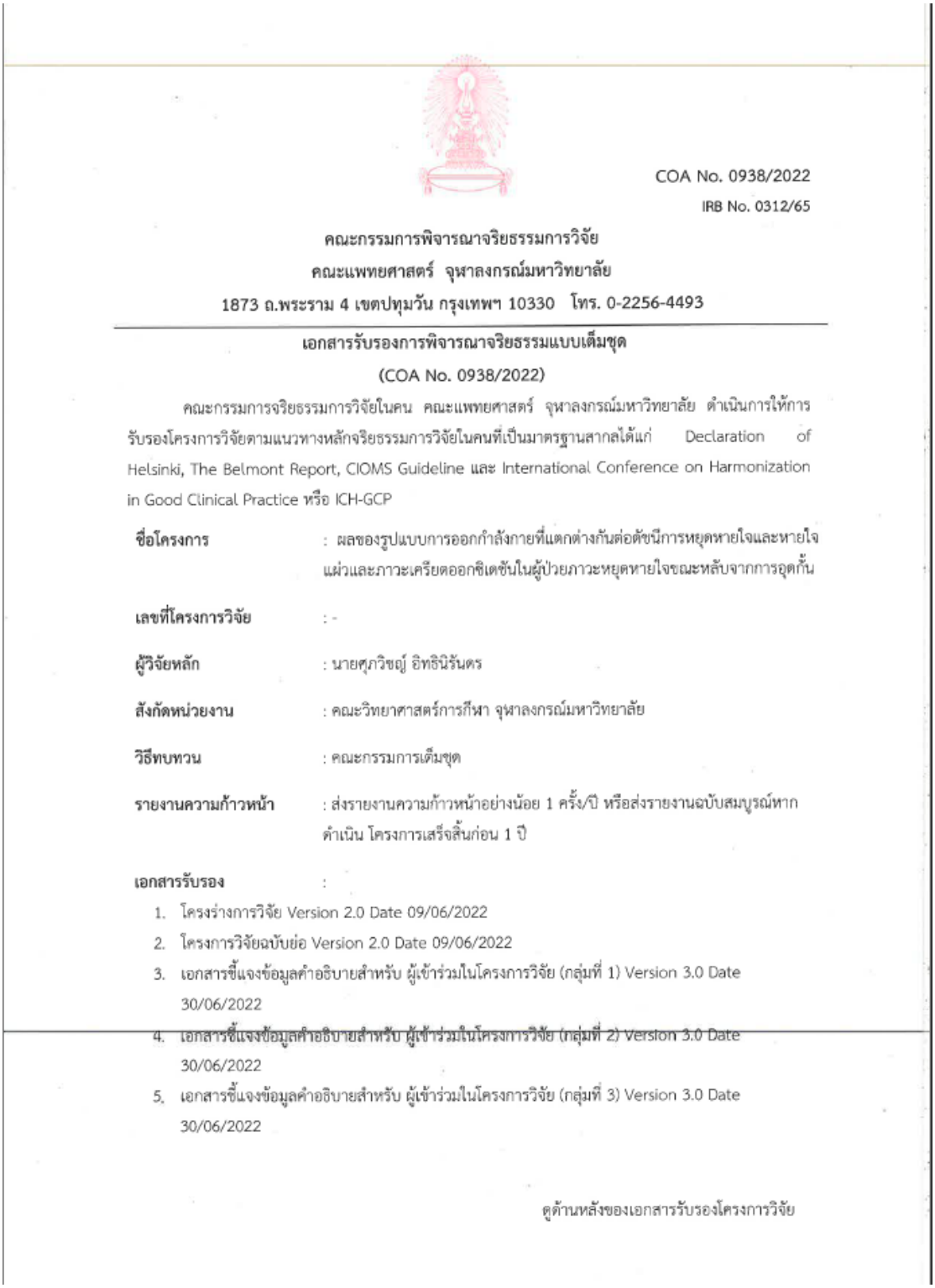
The Institutional Review Board The Institutional Review Board

Date of Approval : July 12, 2022

Approval Expire Date : July 11, 2023

see back of this Certificate

รูปที่ 68 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรองจริยธรรมการวิจัย



COA No. 0938/2022

IRB No. 0312/65

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1873 ถ.พระราม 4 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร. 0-2256-4493

เอกสารรับรองการพิจารณาจริยธรรมแบบเต็มชุด

(COA No. 0938/2022)

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากลได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ชื่อโครงการ : ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

เลขที่โครงการวิจัย : -

ผู้วิจัยหลัก : นายศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร

สังกัดหน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีทบทวน : คณะกรรมการเต็มชุด

รายงานความก้าวหน้า : ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อย 1 ครั้ง/ปี หรือส่งรายงานฉบับสมบูรณ์หากดำเนิน โครงการเสร็จสิ้นก่อน 1 ปี

เอกสารรับรอง :

1. โครงร่างการวิจัย Version 2.0 Date 09/06/2022
2. โครงการวิจัยฉบับย่อ Version 2.0 Date 09/06/2022
3. เอกสารชี้แจงข้อมูลคำอธิบายสำหรับ ผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย (กลุ่มที่ 1) Version 3.0 Date 30/06/2022
4. เอกสารชี้แจงข้อมูลคำอธิบายสำหรับ ผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย (กลุ่มที่ 2) Version 3.0 Date 30/06/2022
5. เอกสารชี้แจงข้อมูลคำอธิบายสำหรับ ผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย (กลุ่มที่ 3) Version 3.0 Date 30/06/2022

ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย

รูปที่ 69 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรองจริยธรรมการวิจัย

นักวิจัยต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงร่างการวิจัยอย่างเคร่งครัด
2. ใช้เอกสารแนะนำอาสาสมัคร ใบยินยอม (และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัยหรือใบโฆษณาถ้ามี) แบบสัมภาษณ์ และหรือ แบบสอบถาม เฉพาะที่มีตราประทับของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมเท่านั้น และส่งสำเนาเอกสารดังกล่าวที่ใช้กับผู้เข้าร่วมวิจัยจริงรายแรกมาที่ฝ่ายวิจัย คณะแพทยศาสตร์ เพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน
3. รายงานเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมวิจัยใดๆ ต่อคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย ภายใน 5 วันทำการ
4. ส่งรายงานความก้าวหน้าต่อคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย ตามเวลาที่กำหนดหรือเมื่อได้รับการร้องขอ
5. หากการวิจัยไม่สามารถดำเนินการเสร็จสิ้นภายในกำหนด ผู้วิจัยต้องยื่นขออนุมัติใหม่ก่อน อย่างน้อย 1 เดือน
6. หากการวิจัยเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยต้องแจ้งปิดโครงการตามแบบฟอร์มของคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* รายชื่อของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน (ชื่อ ตำแหน่ง และความเชี่ยวชาญ) ที่อยู่ในที่ประชุมวันที่รับรองโครงการวิจัยได้แนบมาด้วย เอกสารที่รับรองทั้งหมดจะถูกส่งไปยังผู้วิจัยหลัก

รูปที่ 70 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรอบจริยธรรมการวิจัย

6. เอกสารชี้แจงข้อมูลคำอธิบายสำหรับ ผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย (กลุ่มที่ 4) Version 3.0 Date 30/06/2022
7. เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการสำหรับอาสาสมัคร Version 2.0 Date 09/06/2022
8. โปสเตอร์ Version 3.0 Date 30/06/2022
9. ภาคผนวก ข แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลสำหรับผู้ป่วย Version 1.0 Date 28/04/2022
10. ภาคผนวก ค แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย 2019 พลัส (Physical Activity Readiness Questionnaire 2019 plus; PAR-Q+ 2019) Version 2.0 Date 09/06/2022
11. ภาคผนวก ง แบบบันทึกข้อมูล Version 2.0 Date 09/06/2022
12. ภาคผนวก จ แบบทดสอบระดับความง่วงนอนเว็บเวิร์ธ (Epworth Sleepiness Scale; ESS) Version 2.0 Date 09/06/2022
13. ภาคผนวก ฉ แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI) Version 2.0 Date 09/06/2022
14. ภาคผนวก ช แบบสอบถามเรื่องผลลัพธ์ของการนอนที่มีต่อกิจกรรมต่าง ๆ (Functional outcome of sleep questionnaire; FOSQ) Version 1.0 Date 28/04/2022
15. ภาคผนวก ซ แบบสอบถามคุณภาพชีวิตเอสเอฟ-36 (Short form; SF-36 questionnaire) Version 1.0 Date 28/04/2022
16. ภาคผนวก ฌ บันทึกการนอนหลับประจำวัน (Sleep diary) Version 1.0 Date 28/04/2022
17. ภาคผนวก ต สมุดบันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ Version 1.0 Date 28/04/2022
18. งบประมาณ Version 1.0 Date 28/04/2022
19. Curriculum Vitae and GCP Training
    - Mr. Supawit Ittinirundorn
    - Assoc.Prof. Naricha Chirakalwasan, M.D.
    - Assist.Prof. Wannaporn Tongtako, Ph.D.
    - Assoc.Prof. Dr. Christopher E. Kline

ลงนาม .....
(ศาสตราจารย์กิตติคุณแพทย์หญิงธาดา สืบหลินวงศ์)
ประธาน
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

ลงนาม .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.แพทย์หญิงอรอนงค์ กุละพัฒน์)
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการปฏิบัติหน้าที่แทนเลขานุการ
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

วันที่รับรอง : 12 กรกฎาคม 2565
วันหมดอายุ : 11 กรกฎาคม 2566

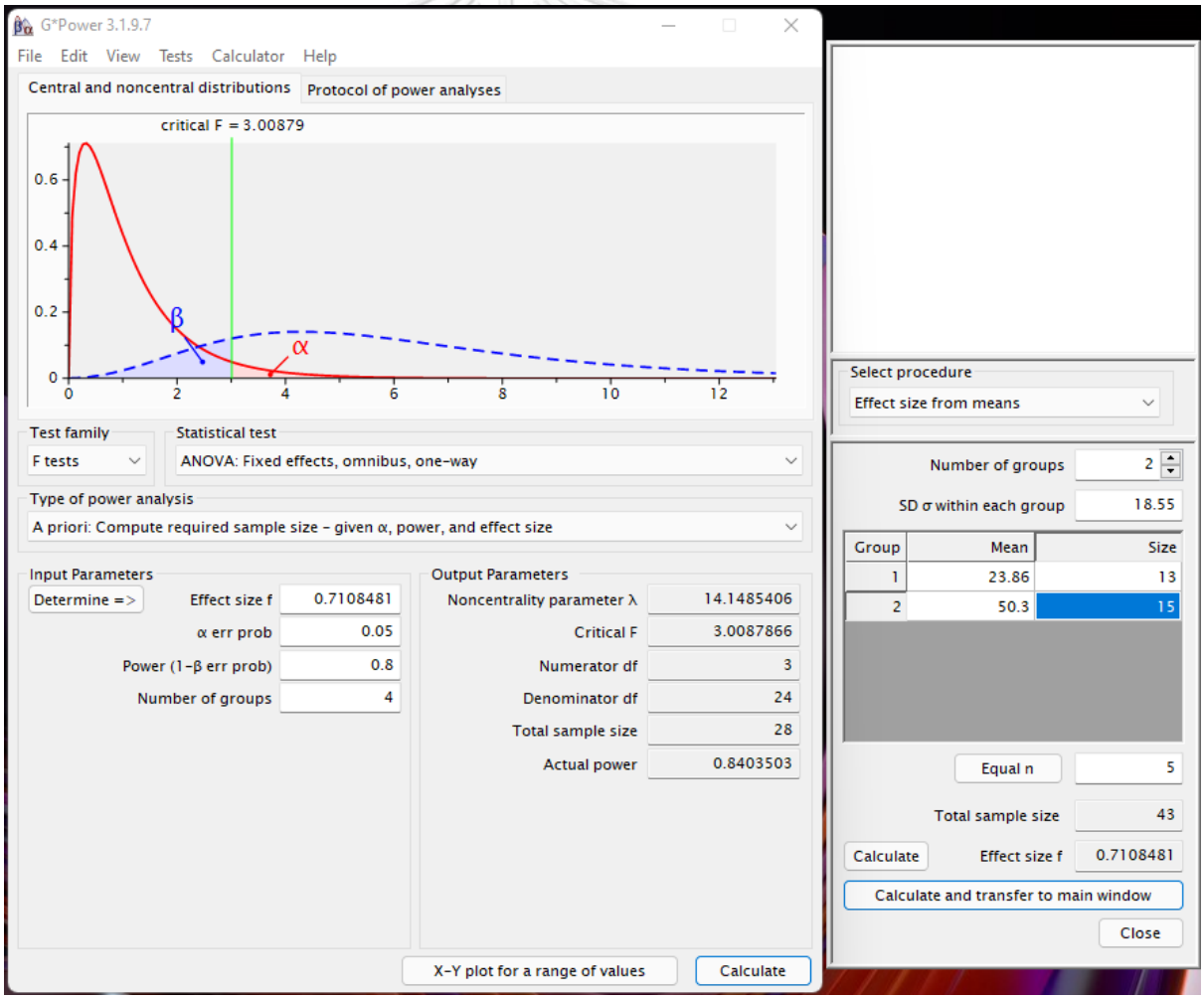
ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย

รูปที่ 71 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรอบจริยธรรมการวิจัย

ภาคผนวก ข

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power)

คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) และใช้ข้อมูลของ Karlsen และคณะ (Karlsen et al., 2008) จากค่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วในกลุ่มทดลอง (28.86 ครั้ง/ชั่วโมง) และกลุ่มควบคุม (50.3 ครั้ง/ชั่วโมง) หลังการฝึกเป็นเวลา 12 สัปดาห์ กำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test; β) ที่ 0.8 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Probable Error; α) ที่ 0.05 ได้ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size; f) ที่ 0.71 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 7 คน รวมใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 28 คน (ดังรูปที่ 27)



รูปที่ 72 การคำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยโปรแกรมจีพาวเวอร์

ภาคผนวก ค

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1. อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย
   แขนงวิชาการเสริมสร้างสมรรถนะทางการกีฬา
   คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร. นภัสกร ชื่นศิริ
   แขนงวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย
   คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คุณัญญา มาสดใส
   แขนงวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย
   คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตานันท์ เหล่าศิริไพศาล
   ภาควิชากายภาพบำบัด สาขากายภาพบำบัดทรวงอกและหัวใจ
   คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิง วิสาข์สิริ ตันตระกูล
   ภาควิชาอายุรศาสตร์ สาขาวิชาโรคระบบหายใจและเวชบำบัดวิกฤต
   คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ที่ อว ๖๔.๒๔/๐๑๙๖

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ กทม. ๑๐๓๓๐

๒๙ มีนาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิงวิสาข์สิริ ตันตระกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา

ด้วย นายศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (EFFECTS OF DIFFERENT EXERCISE MODALITIES ON APNEA-HYPOPNEA INDEX AND OXIDATIVE STRESS IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ร่วมกับ รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงนฤชา จิรกาลวสาน และ Associate Professor Dr. Christopher E. Kline อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)
คณบดี

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
หน่วยจัดการศึกษา กลุ่มภารกิจวิชาการ
โทร ๐ ๒๒๑๘ ๑๐๔๗, ๐๙ ๘๘๕๒ ๙๕๑๔
โปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Keeranan.P@chula.ac.th
ติดต่อผู้วิจัย โทร ๐๘ ๔๖๗๖ ๙๔๔๔
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Supawit.itnrd@gmail.com

รูปที่ 73 จดหมายเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒตรวจเครื่องมือวิจัย

ที่ อว ๖๙.๒๔/๐๑๙๕

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ กทม. ๑๐๓๓๐

๒๙ มีนาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตานันท์ เหล่าศิริไพศาล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา

ด้วย นายศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (EFFECTS OF DIFFERENT EXERCISE MODALITIES ON APNEA-HYPOPNEA INDEX AND OXIDATIVE STRESS IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ร่วมกับ รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงนฤชา จิรกาลวสาน และ Associate Professor Dr. Christopher E. Kline อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)
คณบดี

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
หน่วยจัดการศึกษา กลุ่มภารกิจวิชาการ
โทร ๐ ๒๒๑๘ ๑๐๔๗, ๐๙ ๘๘๕๒ ๙๕๑๔
โปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Keeranan.P@chula.ac.th
ติดต่อผู้วิจัย โทร ๐๘ ๔๖๗๖ ๙๔๔๔
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Supawit.itnrd@gmail.com

รูปที่ 74 จดหมายเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒตรวจเครื่องมือวิจัย

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน หน่วยจัดการศึกษา กลุ่มภารกิจวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา โทร. ๐ ๒๒๑๘ ๑๐๔๗
ที่ อว ๖๔.๒๔(วช)/๑๕๓ **วันที่** ๒๔ มีนาคม ๒๕๖๕
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. แบบสอบถาม

ด้วย นายศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (EFFECTS OF DIFFERENT EXERCISE MODALITIES ON APNEA-HYPOPNEA INDEX AND OXIDATIVE STRESS IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ร่วมกับ รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงนฤชา จิรกาลวสาน และ Associate Professor Dr. Christopher E. Kline อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป และหากประสงค์รายละเอียดเพิ่มเติม โปรดติดต่อผู้วิจัย โทร ๐๘ ๔๖๗๖ ๙๔๔๔ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Supawit.itnrd@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)
ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

รูปที่ 75 จดหมายเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒตรวจเครื่องมือวิจัย

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน หน่วยจัดการศึกษา กลุ่มภารกิจวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา โทร. ๐ ๒๒๑๘ ๑๐๔๗
ที่ อว ๖๙.๒๔(วช)/๑๕๑ **วันที่** ๒๙ มีนาคม ๒๕๖๕
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ศุณัญญา มาสดใส

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. แบบสอบถาม

ด้วย นายศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (EFFECTS OF DIFFERENT EXERCISE MODALITIES ON APNEA-HYPOPNEA INDEX AND OXIDATIVE STRESS IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ร่วมกับ รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงนฤชา จิรกาลวสาน และ Associate Professor Dr. Christopher E. Kline อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป และหากประสงค์รายละเอียดเพิ่มเติม โปรดติดต่อผู้วิจัย โทร ๐๘ ๔๖๗๖ ๙๔๔๔ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Supawit.itnrd@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)
ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

รูปที่ 76 จดหมายเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒตรวจเครื่องมือวิจัย

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน หน่วยจัดการศึกษา กลุ่มภารกิจวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา โทร. ๐ ๒๒๑๘ ๑๐๔๗
ที่ อว ๖๔.๒๔(วช)/๑๕๓ **วันที่** ๒๘ มีนาคม ๒๕๖๕
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.นภัสกร ชื่นศิริ

สิ่งที่สิ่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. แบบสอบถาม

ด้วย นายศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (EFFECTS OF DIFFERENT EXERCISE MODALITIES ON APNEA-HYPOPNEA INDEX AND OXIDATIVE STRESS IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ร่วมกับ รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิงนฤชา จิรกาลวสาน และ Associate Professor Dr. Christopher E. Kline อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป และหากประสงค์รายละเอียดเพิ่มเติม โปรดติดต่อผู้วิจัย โทร ๐๘ ๔๖๗๖ ๙๔๔๔ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Supawit.itnrd@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)
ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

รูปที่ 77 จดหมายเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒตรวจเครื่องมือวิจัย

การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย โดยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index; IOC)

คำชี้แจง

เกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาถึงความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของเนื้อหา โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นด้วยว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

ให้ผู้เชี่ยวชาญทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง +1 เมื่อท่านเห็นด้วยว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหาการศึกษาผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

ให้ผู้เชี่ยวชาญทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0 เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหาการศึกษาผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

ให้ผู้เชี่ยวชาญทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง -1 เมื่อท่านไม่เห็นด้วยว่าเครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหาการศึกษาผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หากท่านมีความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนาเนื้อหาแต่ละข้อ โปรดแสดงความคิดเห็นลงในช่องเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ
การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence; IOC)

<u>คำชี้แจง</u> ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญกรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อโปรแกรมการฝึก (การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ) จากโครงการวิจัยเรื่องผลของรูปแบบการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

ส่วนที่ 1 เนื้อหาโปรแกรมการฝึก

เนื้อหาโปรแกรมการฝึก	ผลการพิจารณา			
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	ข้อเสนอแนะ
1. โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง				
1.1 ช่วงที่ระดับความหนักสูง (85-90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 2 นาที)				
1.2 ช่วงที่ระดับความหนักต่ำ (40-50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 2 นาที)				
1.3 จำนวนรอบ (Cycle) ของการฝึก (7 รอบ)				
1.4 ความถี่ในการฝึก (3 ครั้ง/สัปดาห์)				
1.5 ระยะเวลารวมของการฝึก (12 สัปดาห์)				
1.6 การเพิ่มความหนัก (Progression) เมื่อผ่านไป 6 สัปดาห์ (เพิ่มเป็น 90-95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดในช่วงที่ระดับความสูง)				
1.7ระยะเวลาในการอบอุ่นร่างกาย (3 นาที)				
1.8 ระยะเวลาในการคลายอุ่นร่างกาย (4 นาที)				
1.9 ระยะเวลาสุทธิของการฝึกแต่ละครั้ง (35 นาที)				
1.10 รูปแบบในการฝึกโดยรวม				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื้อหาโปรแกรมการฝึก	ผลการพิจารณา			
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	ข้อเสนอแนะ
2. โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง				
2.1 ช่วงที่ระดับความหนักปานกลาง (65-70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 50 นาที)				
2.2 ความถี่ในการฝึก (3 ครั้ง/สัปดาห์)				
2.3 ระยะเวลารวมของการฝึก (12 สัปดาห์)				
2.4 ระยะเวลาในการอบอุ่นร่างกาย (5 นาที)				
2.5 ระยะเวลาในการคลายอุ่นร่างกาย (5 นาที)				
2.6 ระยะเวลาสุทธิของการฝึกแต่ละครั้ง (60 นาที)				
2.7 การเพิ่มความหนัก (Progression) เมื่อผ่านไป 6 สัปดาห์ (เพิ่มเป็น 70-75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด)				
2.8 รูปแบบในการฝึกโดยรวม				

เนื้อหาโปรแกรมการฝึก	ผลการพิจารณา			
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	ข้อเสนอแนะ
3. โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ				
3.1 จำนวนรอบในการฝึกแต่ละเซต (4 เซต/ครั้ง ฝึก 2ครั้ง/วัน)				
3.2 จำนวนครั้งในการหายใจ (30 ครั้ง/เซต)				
3.3 ระยะเวลาพักระหว่างเซต (2 นาที)				
3.4 ความหนักในการเริ่มต้นการฝึก (50% ของแรงดันหายใจเข้าสูงสุด)				
3.5 ความถี่ในการฝึก (5 วัน/สัปดาห์)				

เนื้อหาโปรแกรมการฝึก	ผลการพิจารณา			
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	ข้อเสนอแนะ
3. โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (ต่อ)				
3.6 การเพิ่มความหนัก (Progression) ครั้งละ 10% ของแรงดันหายใจเข้าสูงสุดเมื่อผ่านไปทุก 3 สัปดาห์				
3.7 การทดสอบแรงดันหายใจเข้าสูงสุดในทุกต้นสัปดาห์เมื่อตรวจสอบและปรับระดับความหนัก (Weekly load adjustment)				
3.8 รูปแบบในการฝึกโดยรวม				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์

(Index of Item Objective Congruence; IOC)

เนื้อหาโปรแกรมการฝึก	ผลการพิจารณา				
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	รวม	ข้อเสนอแนะ
1. โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง					
1.1 ช่วงที่ระดับความหนักสูง (85-90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 2 นาที)	5			**1**	
1.2 ช่วงที่ระดับความหนักต่ำ (40-50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 2 นาที)	5			**1**	
1.3 จำนวนรอบ (Cycle) ของการฝึก (7 รอบ)	5			**1**	
1.4 ความถี่ในการฝึก (3 ครั้ง/สัปดาห์)	5			**1**	
1.5 ระยะเวลารวมของการฝึก (12 สัปดาห์)	5			**1**	
1.6 การเพิ่มความหนัก (Progression) เมื่อผ่านไป 6 สัปดาห์ (เพิ่มเป็น 90-95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดในช่วงที่ระดับความสูง)	4	1		**0.8**	
1.7ระยะเวลาในการอบอุ่นร่างกาย (3 นาที)	2	2	1	**0.2**	ควรเพิ่มช่วงเวลาในการอบอุ่นร่างกาย ผู้วิจัยจึงเพิ่มเป็น 5 นาที
1.8 ระยะเวลาในการคลายอุ่นร่างกาย (4 นาที)	2	2	1	**0.2**	ควรเพิ่มช่วงเวลาในการคลายอุ่นร่างกาย ผู้วิจัยจึงเพิ่มเป็น 5 นาที
1.9 ระยะเวลาสุทธิของการฝึกแต่ละครั้ง (35 นาที)	4	1		**0.8**	
1.10 รูปแบบในการฝึกโดยรวม	5			**1**	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื้อหาโปรแกรมการฝึก	ผลการพิจารณา				
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	รวม	ข้อเสนอแนะ
2. โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง					
2.1 ช่วงที่ระดับความหนักปานกลาง (65-70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 50 นาที)	5			**1**	
2.2 ความถี่ในการฝึก (3 ครั้ง/สัปดาห์)	5			**1**	
2.3 ระยะเวลารวมของการฝึก (12 สัปดาห์)	5			**1**	
2.4 ระยะเวลาในการอบอุ่นร่างกาย (5 นาที)	5			**1**	
2.5 ระยะเวลาในการคลายอุ่นร่างกาย (5 นาที)	5			**1**	
2.6 ระยะเวลาสุทธิของการฝึกแต่ละครั้ง (60 นาที)	5			**1**	
2.7 การเพิ่มความหนัก (Progression) เมื่อผ่านไป 6 สัปดาห์ (เพิ่มเป็น 70-75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด)	4	1		**0.8**	
2.8 รูปแบบในการฝึกโดยรวม	5			**1**	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื้อหาโปรแกรมการฝึก	ผลการพิจารณา				
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	รวม	ข้อเสนอแนะ
3. โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ					
3.1 จำนวนรอบในการฝึกแต่ละเซต (4 เซต/ครั้ง ฝึก 2ครั้ง/วัน)	3	2		**0.6**	
3.2 จำนวนครั้งในการหายใจ (30 ครั้ง/เซต)	3	2		**0.6**	
3.3 ระยะเวลาพักระหว่างเซต (2 นาที)	4	1		**0.8**	
3.4 ความหนักในการเริ่มต้นการฝึก (50% ของแรงดันหายใจเข้าสูงสุด)	5			**1**	
3.5 ความถี่ในการฝึก (5 วัน/สัปดาห์)	5			**1**	
3.6 การเพิ่มความหนัก (Progression) ครั้งละ 10% ของแรงดันหายใจเข้าสูงสุดเมื่อผ่านไปทุก 3 สัปดาห์	4	1		**0.8**	
3.7 การทดสอบแรงดันหายใจเข้าสูงสุดในทุกต้นสัปดาห์เมื่อตรวจสอบและปรับระดับความหนัก (Weekly load adjustment)	5			**1**	
3.8 รูปแบบในการฝึกโดยรวม	5			**1**	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของโปรแกรมการฝึกออกกำลังแบบหนักสลับช่วง คือ **0.8**
ค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางต่อเนื่อง คือ **0.975**
ค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ คือ **0.85**
ค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของโปรแกรมโดยรวม คือ **0.875**

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลสำหรับผู้ป่วย

คำชี้แจง: โปรดระบุข้อมูลในช่องว่างหรือใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ( ) ที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง

1.2 อายุ .....ปี

2. ประวัติการออกกำลังกาย

2.1 การออกกำลังกาย ( ) ไม่เคยออกกำลังกายเลย ( ) ออกกำลังกายเป็นบางครั้ง

( ) ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

2.2 ประเภทของการออกกำลังกาย ( ) ออกกำลังกายแบบแอโรบิก

( ) ออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน

( ) ออกกำลังกายแบบเสริมความยืดหยุ่น

( ) ไม่ออกกำลังกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ประวัติที่เกี่ยวกับโรค

3.1 ท่านได้รับวินิจฉัยว่าเป็นภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นมานาน.....ปี.....เดือน

3.2 ระดับความรุ่นแรงของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

(ผู้วิจัยจะอ้างอิงข้อมูลจากเวชระเบียนร่วมด้วย)

( ) ระดับต่ำ ( ) ระดับปานกลาง ( ) ระดับรุนแรง

โดยค่าดัชนีหยุดหายใจและหายใจแผ่วอยู่ที่.....ครั้ง/ชั่วโมง

3.3 ยี่ห้อ/รุ่นของเครื่องปรับอากาศแรงดันบวกที่ท่านใช้.....ระดับแรงดันที่ท่านใช้.....

โดยปกติ ท่านใส่เครื่องปรับอากาศแรงดันบวก.....คืน/สัปดาห์

3.4 โรคประจำตัวอื่น ๆ ( ) โรคหัวใจและหลอดเลือด ( ) โรคไขมันในเลือดสูง
( ) โรคความดันโลหิตสูง ( ) โรคเบาหวาน
( ) โรคที่เกี่ยวกับการรู้คิด ( ) โรคอ้วน
( ) โรคมะเร็ง ( ) โรคอื่น ๆ .....
( ) ปฏิเสธการมีโรคประจำตัว

3.5 การรักษาที่ได้รับในปัจจุบัน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ยารับประทาน
( ) ยาพ่นสูด
( ) เครื่องอัดอากาศแรงดันบวก
( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

3.6 ท่านมีการเปลี่ยนยาใน 4 สัปดาห์ก่อนหรือไม่

( ) มี ( ) ไม่มี

ดัดแปลงจาก: ศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร, 2562

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย 2019 พลัส

(Physical Activity Readiness Questionnaire 2019 plus; PAR-Q+ 2019)

การออกกำลังกาย หรือ กิจกรรมทางกาย มีหลักฐานที่ชัดเจนแล้วว่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพ คนส่วนใหญ่ควรมีกิจกรรมทางกายในทุกวันของสัปดาห์ การมีกิจกรรมทางกายมีความปลอดภัยสำหรับประชาชนส่วนใหญ่ แบบสอบถามนี้จะบอกได้ว่า มีความจำเป็นที่จะขอคำแนะนำเพิ่มเติมจากแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกกำลังกายก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายที่หนักขึ้นจากเดิมที่เคยมีกิจกรรมทางกาย หรือไม่

โปรดอ่านคำถาม 7 ข้อด้านล่างอย่างถี่ถ้วนและตอบด้วยความสัตย์จริงว่า ใช่ หรือ ไม่ใช่

1. คุณเคยได้รับทราบจากแพทย์ว่า เป็นโรคเกี่ยวกับ โรคหัวใจ หรือ ความดันโลหิตสูง

ใช่ ☐ ไม่ใช่ ☐

2. คุณรู้สึกเจ็บที่หน้าอกในขณะพัก หรือระหว่างมีกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือระหว่างออกกำลังกาย

ใช่ ☐ ไม่ใช่ ☐

3. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยวิงเวียนศีรษะจนเสียการทรงตัว หรือเป็นลมไม่รู้สึกตัวหรือไม่

(ในกรณีที่ออกกำลังกายอย่างหนักจนทำให้หายใจเร็ว และตามด้วยการเวียนศีรษะ ให้ตอบว่าไม่ใช่)

ใช่ ☐ ไม่ใช่ ☐

4. คุณได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเรื้อรังนอกเหนือจากโรคหัวใจหรือโรคความดันโลหิตสูง หรือไม่

ใช่ ☐ ไม่ใช่ ☐

ถ้าตอบว่าใช่ ให้ระบุว่าเป็นโรคเรื้อรังอะไร _____

5. ปัจจุบัน คุณได้ทานยาเพื่อรักษาโรคเรื้อรัง หรือไม่

ใช่ ☐ ไม่ใช่ ☐

โปรดระบุเงื่อนไขและยาที่ได้รับ _____

6. ปัจจุบัน หรือในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาเรื่องกระดูกและข้อหรือกล้ามเนื้อเส้นเอ็น ซึ่งอาการจะแย่ลงเมื่อมีกิจกรรมทางกายมากขึ้น

(ในกรณีที่คุณมีปัญหาโรคกระดูก ข้อ กล้ามเนื้อหรือเส้นเอ็นอักเสบในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา แต่ปัจจุบันภาวะดังกล่าวได้หายไปแล้วและไม่มีผลต่อการออกกำลังกายหรือกิจกรรมทางกายในปัจจุบัน ให้ตอบว่าไม่ใช่)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ใช่ ☐ ไม่ใช่ ☐

7. แพทย์เคยบอกคุณว่า คุณควรได้คำแนะนำก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือออกกำลังกาย

ใช่ ☐ ไม่ใช่ ☐

ดัดแปลงจาก: ชลทิศ อุไรฤกษ์กุล (2562)

https://doh.hpc.go.th/bs/issueDisplay.php?id=186&category=A04&issue=Physical%20Activity

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฉ

แบบทดสอบระดับความง่วงนอนเว็บเวิร์ธ (Epworth Sleepiness Scale; ESS)

มีความเป็นไปได้แค่ไหนที่คุณจะง่วงจนงีบหรือเผลอหลับในสถานการณ์ต่าง ๆ ต่อไปนี้ โดยที่ไม่ใช่เพียงแค่ความรู้สึกอ่อนเพลีย ทั้งนี้หมายถึงการดำเนินชีวิตของคุณที่ช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา และแม้ว่าคุณจะไม่ได้ทำสิ่งต่าง ๆ ที่ว่าในช่วงดังกล่าว ให้สมมุติว่าสถานการณ์ต่อไปนี้จะมีผลต่อคุณอย่างไร กรุณาใช้เกณฑ์การให้คะแนนข้างล่าง เพื่อเลือกคะแนนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละสถานการณ์

0 หมายถึง ไม่มีความเป็นไปได้ที่จะงีบหรือเผลอหลับ

1 หมายถึง มีความเป็นไปได้ที่จะงีบหรือเผลอหลับเล็กน้อย (นาน ๆ ครั้ง)

2 หมายถึง มีความเป็นไปได้ที่จะงีบหรือเผลอหลับปานกลาง

3 หมายถึง มีความเป็นไปได้ที่จะงีบหรือเผลอหลับสูง (เป็นประจำ)

เนื่องจากคำตอบแต่ละข้อมีความสำคัญ จึงขอความร่วมมือตอบอย่างดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

สถานการณ์	ความเป็นไปได้ที่จะง่วงจนงีบ หรือเผลอหลับ			
	0	1	2	3
1. ขณะกำลังนั่งและอ่านหนังสือ				
2. ขณะกำลังดูโทรทัศน์				
3.ขณะกำลังนั่งเฉย ๆ ในที่สาธารณะ เช่น โรงภาพยนตร์ หรือที่ประชุมสัมมนา				
4.ขณกำลังนั่งเป็นผู้โดยสารในรถ นานกว่า 1 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง				
5.ขณะกำลังได้นอนเอนหลังเพื่อพักผ่อนในตอนบ่ายถ้ามีโอกาส				
6.ขณะกำลังนั่งและพูดคุยกับคนอื่น ๆ				
7.ขณะกำลังนั่งเงียบ ๆ หลังอาหารกลางวันโดยที่ไม่ได้ดื่มแอลกอฮอล์				
8. ขณะกำลังขับรถแต่หยุดเพื่อรอสัญญาณไฟจราจรนาน 2-3 นาที				

ที่มา: ณัฐพงษ์ เจียมจริยธรรม, 2561 ดัดแปลงจาก Banhiran et al., 2011

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ช

แบบประเมินคุณภาพการนอนหลับของพิตส์เบิร์ก (Pittsburgh Sleep Quality Index; PSQI)

คำถามต่อไปนี้เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการนอนหลับของท่านในช่วงระยะ 1 เดือนที่ผ่านมา

คำตอบของท่านควรบ่งบอกสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดและเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับท่านเป็นส่วนใหญ่ ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน โปรดตอบทุกคำถาม

1. ในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา ส่วนใหญ่ท่านมักเข้านอนเวลากี่โมง

เวลาเข้านอน _____

2. ในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา ส่วนใหญ่ท่านต้องใช้เวลานานเท่าไร (นาที) จึงจะนอนหลับ

จำนวนนาที _____

3. ในช่วงระยะเวลา1 เดือนที่ผ่านมา ส่วนใหญ่ท่านตื่นนอนตอนเช้าเวลากี่โมง

เวลาที่ตื่นนอนตอนเช้า _____

4. ในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านนอนหลับได้จริงเป็นเวลากี่ชั่วโมงต่อคืน (คำตอบอำจแตกต่างจากระยะเวลารวมทั้งหมดตั้งแต่เริ่มเข้านอนจนถึงตื่นนอน)

จำนวนชั่วโมงที่หลับได้จริงต่อคืน _____

<u>โปรดตอบคำถามข้างล่างต่อไปนี้ทุกข้อ โดยแต่ละข้อให้เลือกตอบเพียง 1 คำตอบ</u>

5. ในช่วงระยะเวลา1 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีปัญหาการนอนหลับเนื่องจากเหตุผลต่อไปนี้ บ่อยเพียงใด

5.1 นอนไม่หลับหลังจากเข้านอนไปแล้วนานกว่า 30 นาที

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

5.2 รู้สึกตัวตื่นขึ้นระหว่างนอนหลับกลางดึก หรือตื่นเช้ากว่าเวลาที่ตั้งใจไว้

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.3 ตื่นเพื่อไปเข้าห้องน้ำ

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

5.4 หายใจไม่สะดวก

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

5.5 ไอ หรือ กรน เสียงดัง

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

5.6 รู้สึกหนาวเกินไป

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

5.7 รู้สึกร้อนเกินไป

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

5.8 ฝันร้าย

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

5.9 รู้สึกปวด

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

5.10 เหตุผลอื่น ถ้ามี กรุณาระบุ_____

จากเหตุผลในข้อ 5.10 ในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา เกิดบ่อยเพียงใด

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

6. ในช่วงระยะเวลา1 เดือนที่ผ่านมา ท่านคิดว่าคุณภาพการนอนหลับโดยรวมของท่านเป็นอย่างไร

_____ ดีมาก

_____ ค่อนข้างดี

_____ ค่อนข้างแย่

_____ แย่มาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ในช่วงระยะเวลา1 เดือนที่ผ่านมา ท่านใช้ยาเพื่อช่วยในการนอนหลับ บ่อยเพียงใด (ไม่ว่าจะตามใบสั่งแพทย์ หรือ หาซื้อมาเอง)

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

8. ในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีปัญหาง่วงนอนหรือเผลอหลับ ขณะขับขี่ยานพาหนะ, ขณะรับประทานอาหาร หรือขณะเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมต่างๆ บ่อยเพียงใด

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

9. ในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีปัญหาเกี่ยวกับความกระตือรือร้นในการทำงานให้สำเร็จมากน้อยเพียงใด

_____ ไม่มีปัญหาเลยแม้แต่น้อย

_____ มีปัญหาเพียงเล็กน้อย

_____ ค่อนข้างที่จะเป็นปัญหา

_____ เป็นปัญหำอย่างมาก

10. ท่านมีคู่นอน, เพื่อนร่วมห้องหรือผู้อาศัยอยู่ในบ้านหลังเดียวกันหรือไม่

_____ ไม่มีเลย

_____ มี แต่นอนคนละห้อง

_____ มี และนอนในห้องเดียวกัน แต่คนละเตียง

_____ มี และนอนเตียงเดียวกัน

หากท่านตอบว่ามี กรุณาสอบถามจากบุคคลข้างต้นว่า ในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านได้เคยมีอาการดังต่อไปนี้หรือไม่

10.1 กรนเสียงดัง

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

10.2 มีช่วงหยุดหายใจเป็นระยะเวลานานขณะหลับ

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

10.3 ขากระตุก ขณะหลับ

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

10.4 สับสนเป็นช่วง ๆ ขณะหลับ

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

10.5 อาการกระสับกระส่ายอื่นๆที่พบขณะหลับ ถ้ามี กรุณาระบุ _____

จากอาการในข้อ 10.5 ในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา มีอาการบ่อยเพียงใด

_____ ไม่เคยเลยในช่วงระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา

_____ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 1 หรือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

_____ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป

ที่มา: Sitasuwan et al., 2014

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ซ

แบบสอบถามเรื่องผลลัพธ์ของการนอนที่มีต่อกิจกรรมต่าง ๆ

(Functional outcome of sleep questionnaire; FOSQ)

ผู้คนจำนวนหนึ่งมีความยากลำบากต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า **แบบสอบถามฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ทราบว่า โดยทั่วไปแล้วมีความยากลำบากในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้เสร็จ เนื่องจากท่านรู้สึกว่าง่วงนอน หรืออ่อนล้าเกินไปหรือไม่?** ในที่นี้ คำว่า “ง่วง” หรือ “อ่อนล้า” หมายถึงความรู้สึกที่ท่านง่วงจนลืมตาไม่ไหว คออ่อน สัปหงก หรือต้องการรีบไปงีบหลับ

ซึ่งไม่ได้หมายถึง ความอ่อนเพลีย หรือเมื่อยล้าหลังจากที่ท่านออกกำลังกาย

คำแนะนำ: กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคำตอบ ☐ ของแต่ละคำถาม โดยเลือกเพียงช่องเดียวในแต่ละข้อ ขอให้ท่านพยายามตอบให้ถูกต้องที่สุดเท่าที่ทำได้ ข้อมูลทั้งหมดของท่านจะถูกเก็บรักษาเป็นความลับ

	(0) ฉันไม่ได้ทำกิจกรรมนี้เนื่องจากเหตุผลอื่น ๆ	(4) ไม่มีความยากลำบาก	(3) มีความยากลำบากเล็กน้อย	(2) มีความยากลำบากปานกลาง	(1) มีความยากลำบากอย่างมาก
1. ท่านมีความยากลำบากในการรวบรวมสมาธิเพื่อทำสิ่งต่าง ๆ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้าหรือไม่					
2. ท่านมีความยากลำบากในการจดจำสิ่งต่าง ๆ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
3. ท่านมีความยากลำบากในการรับประทานอาหารให้เสร็จ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	(0) ฉันไม่ได้ทำกิจกรรมนี้เนื่องจากเหตุผลอื่น ๆ	(4) ไม่มีความยากลำบาก	(3) มีความยากลำบากเล็กน้อย	(2) มีความยากลำบากปานกลาง	(1) มีความยากลำบากอย่างมาก
4. ท่านมีความยากลำบากในการทำงานอดิเรก (เช่น เย็บผ้า สะสมสิ่งของ ทำสวน) เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
5. ท่านมีความยากลำบากในการทำงานบ้าน (เช่น ทำความสะอาดบ้าน ซักผ้า นำขยะไปทิ้ง ซ่อมแซมสิ่งของ) เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
6. ท่านมีความยากลำบากในการควบคุมยานพาหนะ ขณะขับขี่ในระยะทางสั้น (น้อยกว่า 100 กิโลเมตร) เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
7. ท่านมีความยากลำบากในการควบคุมยานพาหนะ ขณะขับขี่ในระยะทางไกล (มากกว่า 100 กิโลเมตร) เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
8. ท่านมีความยากลำบากในการทำภารกิจให้ลุล่วง เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้าเกินไปที่จะขับขี่ยานพาหนะ หรือใช้ระบบขนส่งมวลชนหรือไม่					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	(0) ฉันไม่ได้ทำกิจกรรมนี้เนื่องจากเหตุผลอื่น ๆ	(4) ไม่มีความยากลำบาก	(3) มีความยากลำบากเล็กน้อย	(2) มีความยากลำบากปานกลาง	(1) มีความยากลำบากอย่างมาก
9. ท่านมีความยากลำบากในการทำธุรกรรมทางการเงิน และการกรอกเอกสารต่าง ๆ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
10. ท่านมีความยากลำบากในการทำงานประจำ หรือเป็นอาสาสมัครเนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
11. ท่านมีความยากลำบากในการสนทนาทางโทรศัพท์ให้จบเนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
12. ท่านมีความยากลำบากในการพบปะกับญาติหรือเพื่อน <u>ที่บ้านของท่านเอง</u> เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
13. ท่านมีความยากลำบากในการเยี่ยมเยือน <u>บ้านของญาติหรือเพื่อน</u> ของท่าน เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
14. ท่านมีความยากลำบากในการทำสิ่งต่าง ๆ เพื่อคนในครอบครัวหรือเพื่อนของท่าน เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	(4) ไม่ได้รับผลกระทบ	(3) มีผลเล็กน้อย	(2) มีผลปานกลาง	(1) มีผลกระทบอย่างมาก
15. ความสัมพันธ์ของท่านกับครอบครัว เพื่อน หรือเพื่อนร่วมงานได้รับผลกระทบ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่				

ความสัมพันธ์เหล่านี้ ได้รับผลกระทบอย่างไร _____

	(0) ฉันไม่ได้ทำกิจกรรมนี้เนื่องจากเหตุผลอื่น ๆ	(4) ไม่มีความยากลำบาก	(3) มีความยากลำบากเล็กน้อย	(2) มีความยากลำบากปานกลาง	(1) มีความยากลำบากอย่างมาก
16. ท่านมีความยากลำบากในการออกกำลังกาย หรือเข้าร่วมกิจกรรมกีฬา เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
17. ท่านมีความยากลำบากในการดูภาพยนตร์หรือวิดีโอ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
18. ท่านมีความยากลำบากในการไปรับชมภาพยนตร์หรือร่วมฟังบรรยาย เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
19. ท่านมีความยากลำบากในการไปร่วมชมการแสดงคอนเสิร์ต เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	(0) ฉันไม่ได้ทำกิจกรรมนี้เนื่องจากเหตุผลอื่น ๆ	(4) ไม่มีความยากลำบาก	(3) มีความยากลำบากเล็กน้อย	(2) มีความยากลำบากปานกลาง	(1) มีความยากลำบากอย่างมาก
20. ท่านมีความยากลำบากในการดูรายการโทรทัศน์ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
21. ท่านมีความยากลำบากในการเข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนา การสัมมนา การเข้ากลุ่ม หรือชมรม เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
22. <u>ในเวลาช่วงเย็น</u> ท่านรู้สึกไม่สดชื่น หรือคล่องแคล่วอย่างที่ต้องการ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
23. <u>ในเวลาช่วงเช้า</u> ท่านรู้สึกไม่สดชื่น หรือคล่องแคล่วอย่างที่ต้องการ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
24. <u>ในเวลาช่วงบ่าย</u> ท่านรู้สึกไม่สดชื่น หรือคล่องแคล่วอย่างที่ต้องการ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
25. ท่านมีความยากลำบากในการทำสิ่งต่าง ๆ ให้เร็วทันผู้อื่นที่มีวันเดียวกัน เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	(1) ต่ำมาก	(2) ต่ำ	(3) ปานกลาง	(4) สูง
26. ท่านประเมินความสามารถของท่านในการทำกิจกรรมทั่วไป ไว้ที่ระดับใด				

****คำถามต่อไปนี้ (ข้อ 27-30) ผู้ที่ขออนุญาตจากสถาบันต่างประเทศในการแปลแบบสอบถามนี้ตระหนักดีว่าเป็นเรื่องส่วนตัวอย่างมาก และเป็นความลับของท่าน อย่างไรก็ตาม ทุกคำตอบที่ได้จะถูกเก็บเป็นความลับโดยไม่มีการเปิดเผยตัวตน ซึ่งจะป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อท่านแต่อย่างใด**

	(0) ฉันไม่ได้ยุ่งเกี่ยวในกิจกรรมทางเพศเนื่องจากเหตุผลอื่น ๆ	(4) ไม่มีผลกระทบ	(3) มีผลเล็กน้อย	(2) มีผลปานกลาง	(1) มีผลกระทบอย่างมาก
27. ความสัมพันธ์ทางเพศของท่าน ได้รับผลกระทบ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
28. ความต้องการทางเพศของท่านได้รับผลกระทบ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
29. ความตื่นตัวทางเพศของท่าน ได้รับผลกระทบ เนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					
30. การเข้าถึงจุดสุดยอดในการมีเพศสัมพันธ์ของท่าน ได้รับผลกระทบเนื่องจากท่านรู้สึกง่วง หรืออ่อนล้า หรือไม่					

ที่มา: Banhiran et al., 2012

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฌ

แบบสอบถามคุณภาพชีวิตเอสเอฟ-36

(Short form; SF-36 questionnaire)

<u>คำแนะนำ</u>: โปรดทำเครื่องหมายวงกลมคำตอบเพียงหนึ่งตัวเลือกในแต่ละข้อที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

1. โดยทั่วไปท่านคิดว่าสุขภาพของท่านเป็นอย่างไร

1. ดีเยี่ยม 2. ดีมาก 3. ดี 4. พอใช้ได้ 5. แย่มาก

2. ท่านคิดว่าสุขภาพของท่านเป็นอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับ 1 ปีที่ผ่านมา

1. ดีขึ้นมาก 2. ดี 3. เหมือนเดิม 4. แย่ลงบ้าง 5. แย่ลงมาก

3. ปัจจุบันท่านสามารถ

3.1 วิ่ง ยกของหนัก หรือเล่นกีฬาที่ออกแรงมากได้

1. ลดลงมาก 2. ลดลงเล็กน้อย 3. ไม่ลดลง

3.2 เคลื่อนย้ายโต๊ะ ถูบ้าน เล่นกอล์ฟ เล่นโบว์ลิ่งได้

1. ลดลงมาก 2. ลดลงเล็กน้อย 3. ไม่ลดลง

3.3 ยกถือของเมื่อไปตลาดหรือซุปเปอร์มาร์เก็ต

1. ลดลงมาก 2. ลดลงเล็กน้อย 3. ไม่ลดลง

3.4 ขึ้นลงบันไดหลาย ๆ ชั้น (ตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป)

1. ลดลงมาก 2. ลดลงเล็กน้อย 3. ไม่ลดลง

3.5 ขึ้นลงบันได 1 ชั้น

1. ลดลงมาก 2. ลดลงเล็กน้อย 3. ไม่ลดลง

3.6 ก้มลงเก็บของ คุกเข่า

1. ลดลงมาก 2. ลดลงเล็กน้อย 3. ไม่ลดลง

3.7 เดินหรือเคลื่อนที่มากกว่า 1 กิโลเมตร

1. ลดลงมาก 2. ลดลงเล็กน้อย 3. ไม่ลดลง

3.8 เดินหรือเคลื่อนที่มากกว่า 100 เมตร (หลายช่วงเสาไฟฟ้า)

1. ลดลงมาก 2. ลดลงเล็กน้อย 3. ไม่ลดลง

3.9 เดินหรือเคลื่อนที่ประมาณ 100 เมตร (1 ป้ายรถเมล์)

1. ลดลงมาก 2. ลดลงเล็กน้อย 3. ไม่ลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา สุขภาพร่างกายของท่านมีผลต่อการทำงานหรือกิจวัตรประจำวันหรือไม่

4.1 ต้องลดเวลาการททำงานลง

1. ใช่ 2. ไม่ใช่

4.2 ทำงานได้ปริมาณน้อยกว่าที่ควรจะเป็น

1. ใช่ 2. ไม่ใช่

4.3 ทำงานหรือกิจวัตรประจำวันนบางอย่างไม่ได้

1. ใช่ 2. ไม่ใช่

4.4 ต้องใช้ความพยายามมากกว่าเดิมในการทำงาน

1. ใช่ 2. ไม่ใช่

5. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ปัญหาด้านอารมณ์หรือจิตใจของท่าน มีผลต่อการทานหรือกิจวัตรประจำวันของท่านหรือไม่

5.1 ต้องลดเวลาการทำงานลง

1. ใช่ 2. ไม่ใช่

5.2 ทำงานได้ปริมาณน้อยกว่าที่ควรจะเป็น

1. ใช่ 2. ไม่ใช่

5.3 ทำงานหรือกิจวัตรประจำวันบางอย่างไม่ได้

1. ใช่ 2. ไม่ใช่

6. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา สุขภาพกายของท่าน มีผลต่อความสัมพันธ์ของท่านกับครอบครัว หรือไม่

1. ไม่มีผลเลย 2. มีผลเล็กน้อย 3. มีผลปานกลาง 4. มีผลค่อนข้างมาก 5. มีผลมาก ๆ

7. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา สุขภาพของท่าน มีผลต่อความสัมพันธ์ของท่านกับเพื่อนร่วมงาน เพื่อนฝูง หรือไม่

1. ไม่มีผลเลย 2. มีผลเล็กน้อย 3. มีผลปานกลาง 4. มีผลค่อนข้างมาก 5. มีผลมาก ๆ

8. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา สุขภาพของท่าน มีผลต่อกิจกรรมทางสังคมของท่านที่เกี่ยวข้องกับเพื่อนฝูง ครอบครัว เพื่อนบ้าน หรือกลุ่มคนอื่น ๆ หรือไม่

1. ไม่มีผลเลย 2. มีผลเล็กน้อย 3. มีผลปานกลาง 4. มีผลค่อนข้างมาก 5. มีผลมาก ๆ

9. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีอาการเจ็บหรือปวดตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมากน้อยเพียงใด

1. ไม่มีเลย 2. มีน้อยมาก 3. มีน้อย 4. มีปานกลาง 5. มีมาก 6. มีมากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา อาการเจ็บปวดรบกวนการทำงานตามปกติของท่านหรือไม่

1. ไม่รบกวนเลย 2. รบกวนเล็กน้อย 3. รบกวนปานกลาง

4. รบกวนค่อนข้างมาก 5.รบกวนมาก ๆ

11. คำถามต่อไปนี้ เกี่ยวข้องกับความรู้สึกและเรื่องราวที่ผ่านมาในช่วง 1 เดือน โปรดเลือกข้อที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านที่สุดในแต่ละข้อ

11.1 รู้สึกกระปรี้กระเปร่า

1. ตลอดเวลา 2. เกือบตลอดเวลา 3. บ่อย ๆ

4. บางเวลา 5. นาน ๆ ครั้ง 6. ไม่มีเลย

11.2 วิตกกังวล

1. ตลอดเวลา 2. เกือบตลอดเวลา 3. บ่อย ๆ

4. บางเวลา 5. นาน ๆ ครั้ง 6. ไม่มีเลย

11.3 รู้สึกซึมเศร้าหรือหดหู่มาก

1. ตลอดเวลา 2. เกือบตลอดเวลา 3. บ่อย ๆ

4. บางเวลา 5. นาน ๆ ครั้ง 6. ไม่มีเลย

11.4 รู้สึกสงบ

1. ตลอดเวลา 2. เกือบตลอดเวลา 3. บ่อย ๆ

4. บางเวลา 5. นาน ๆ ครั้ง 6. ไม่มีเลย

11.5 รู้สึกมีพลังใจในการดำรงชีวิต

1. ตลอดเวลา 2. เกือบตลอดเวลา 3. บ่อย ๆ

4. บางเวลา 5. นาน ๆ ครั้ง 6. ไม่มีเลย

11.6 รู้สึกท้อแท้ หม่นหมอง

1. ตลอดเวลา 2. เกือบตลอดเวลา 3. บ่อย ๆ

4. บางเวลา 5. นาน ๆ ครั้ง 6. ไม่มีเลย

11.7 รู้สึกเหนื่อยเพลีย หมดกำลัง

1. ตลอดเวลา 2. เกือบตลอดเวลา 3. บ่อย ๆ

4. บางเวลา 5. นาน ๆ ครั้ง 6. ไม่มีเลย

11.8 รู้สึกมีความสุข

1. ตลอดเวลา 2. เกือบตลอดเวลา 3. บ่อย ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. บางเวลา 5. นาน ๆ ครั้ง 6. ไม่มีเลย

11.9 รู้สึกเบื่อหน่าย

1. ตลอดเวลา 2. เกือบตลอดเวลา 3. บ่อย ๆ

4. บางเวลา 5. นาน ๆ ครั้ง 6. ไม่มีเลย

12. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ปัญหาสุขภาพกายและอารมณ์ มีผลรบกวนต่อการเข้าสังคม การพบปะเพื่อนฝูงและญาติสนิทของท่านอย่างไร

1. ตลอดเวลา 2. เกือบตลอดเวลา 3. บ่อย ๆ

4. บางเวลา 5. นาน ๆ ครั้ง

13. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ปัญหาสุขภาพและอารมณ์มีผลต่อบทบาทความสำคัญของท่านกับครอบครัวและสังคมหรือไม่

1. ตลอดเวลา 2. เกือบตลอดเวลา 3. บ่อย ๆ

4. บางเวลา 5. นาน ๆ ครั้ง

14. เลือกคำตอบที่ตรงกับสุขภาพของท่านมากที่สุด

14.1 ไม่สบายหรือเจ็บป่วยง่ายกว่าคนอื่น

1. ถูกต้องที่สุด 2. ถูกเป็นส่วนใหญ่ 3. ไม่ทราบ

4. ไม่ค่อยถูก 5. ไม่ถูกเลย

14.2 มีสุขภาพดีเท่าคนอื่น

1. ถูกต้องที่สุด 2. ถูกเป็นส่วนใหญ่ 3. ไม่ทราบ

4. ไม่ค่อยถูก 5. ไม่ถูกเลย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

14.3 ข้าพเจ้าคาดว่าสุขภาพจะแย่ลง

1. ถูกต้องที่สุด 2. ถูกเป็นส่วนใหญ่ 3. ไม่ทราบ

4. ไม่ค่อยถูก 5. ไม่ถูกเลย

14.4 สุขภาพของข้าพเจ้าดีเยี่ยม

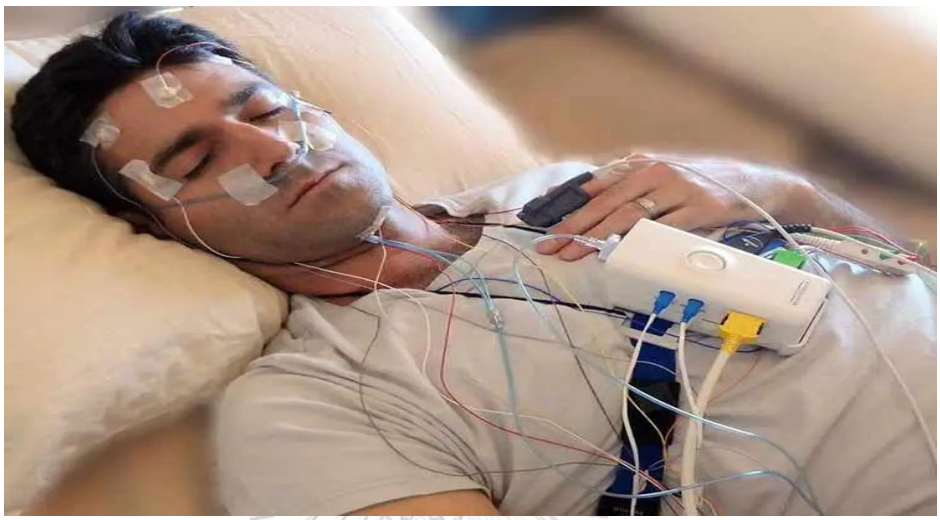
1. ถูกต้องที่สุด 2. ถูกเป็นส่วนใหญ่ 3. ไม่ทราบ

4. ไม่ค่อยถูก 5. ไม่ถูกเลย

ที่มา: ชิดชนก เอกวัฒนกุล และภัทรวุธ อินทรกำแหง (2552)

ภาคผนวก ญ

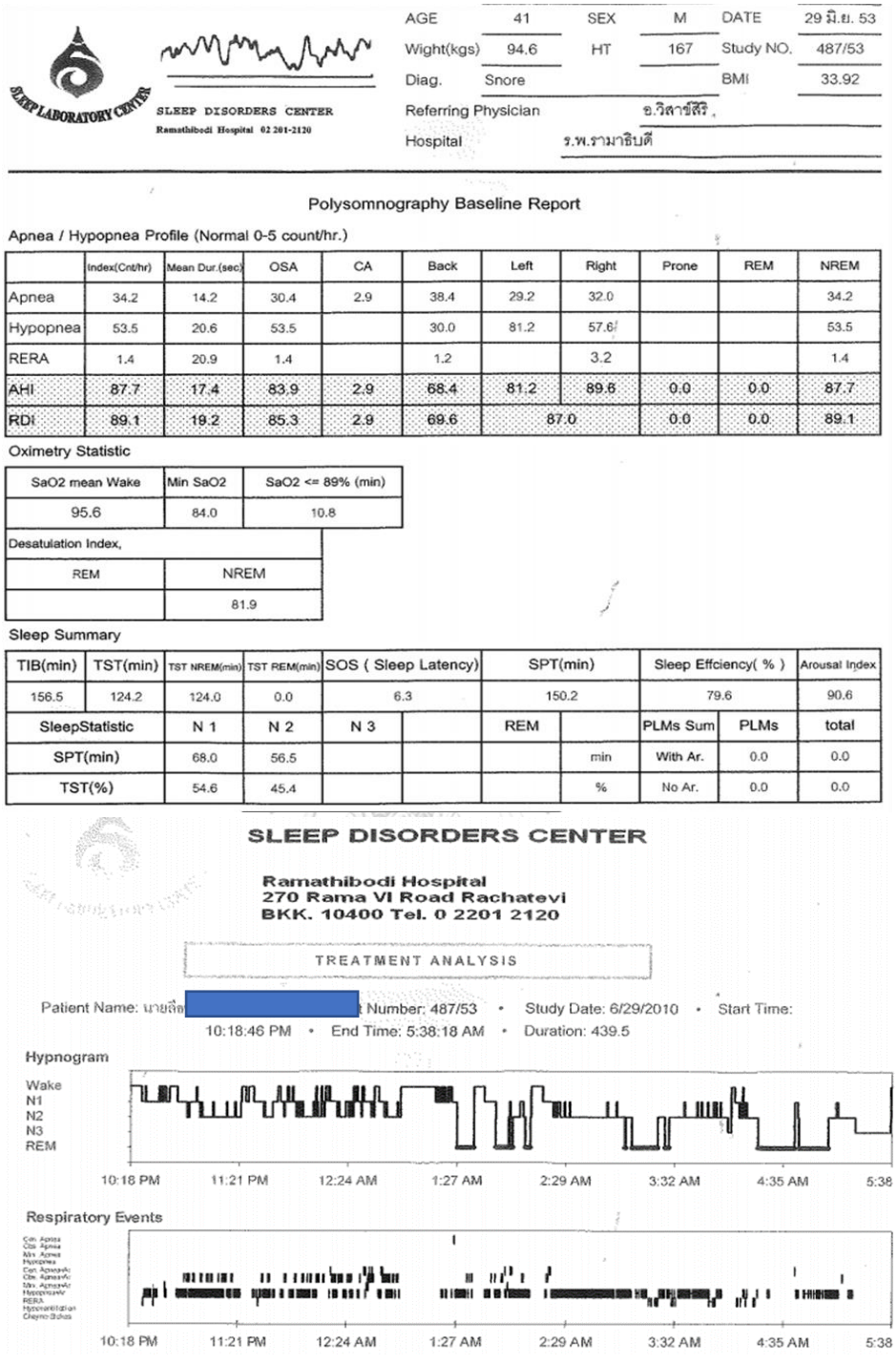
การตรวจการนอนหลับ (Polysomnography)



รูปที่ 78 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบการนอนหลับ
ที่มา: https://www.medairlb.com/polysomnography-2/

การตรวจการนอนหลับชนิดที่ 1 ประกอบด้วยการวัดคลื่นสมอง (Electroencephalogram; EEG) คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram; ECG) คลื่นไฟฟ้าลูกตา (Electrooculogram; EOG) คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อบริเวณคาง (Chin electromyogram; EMG) ลมหายใจ (Airflow) การขยับเคลื่อนไหวของทรวงอกและท้อง (Chest & abdominal movement) ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturation) ท่าทางการนอน (Body position) ซึ่งจะมีนักเทคนิคการนอนหลับ (Sleep technologist) เป็นผู้ติดอุปกรณ์และคอยดูแลกลุ่มตัวอย่างตลอดคืน ก่อนการทดสอบจะให้กลุ่มตัวอย่างอาบน้ำ และสวมใส่ชุดนอน หรือชุดที่ใส่สบาย เมื่อติดอุปกรณ์ครบจะให้กลุ่มตัวอย่างนอนบนเตียงและปิดไฟ จากนั้นจึงเริ่มการบันทึกผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



SLEEP LABORATORY CENTER

SLEEP DISORDERS CENTER
Ramathibodi Hospital 02 201-2120

AGE	41	SEX	M	DATE	29 มิ.ย. 53
Wight(kgs)	94.6	HT	167	Study NO.	487/53
Diag.	Snore			BMI	33.92
Referring Physician			อ.วิสาข์สิริ ,		
Hospital			ร.พ.รามาธิบดี		

Polysomnography Baseline Report

Apnea / Hypopnea Profile (Normal 0-5 count/hr.)

	Index(Cnt/hr)	Mean Dur.(sec)	OSA	CA	Back	Left	Right	Prone	REM	NREM
Apnea	34.2	14.2	30.4	2.9	38.4	29.2	32.0			34.2
Hypopnea	53.5	20.6	53.5		30.0	81.2	57.6			53.5
RERA	1.4	20.9	1.4		1.2		3.2			1.4
AHI	87.7	17.4	83.9	2.9	68.4	81.2	89.6	0.0	0.0	87.7
RDI	89.1	19.2	85.3	2.9	69.6	87.0		0.0	0.0	89.1

Oximetry Statistic

SaO2 mean Wake	Min SaO2	SaO2 <= 89% (min)
95.6	84.0	10.8

Desatulation Index,	
REM	NREM
	81.9

Sleep Summary

TIB(min)	TST(min)	TST NREM(min)	TST REM(min)	SOS (Sleep Latency)	SPT(min)	Sleep Effciency(%)	Arousal Index
156.5	124.2	124.0	0.0	6.3	150.2	79.6	90.6

SleepStatistic	N 1	N 2	N 3		REM		PLMs Sum	PLMs	total
SPT(min)	68.0	56.5				min	With Ar.	0.0	0.0
TST(%)	54.6	45.4				%	No Ar.	0.0	0.0

SLEEP DISORDERS CENTER

Ramathibodi Hospital
270 Rama VI Road Rachatevi
BKK. 10400 Tel. 0 2201 2120

TREATMENT ANALYSIS

Patient Name: นายสิท[redacted] Number: 487/53 • Study Date: 6/29/2010 • Start Time: 10:18:46 PM • End Time: 5:38:18 AM • Duration: 439.5

Hypnogram

Respiratory Events

รูปที่ 79 ตัวอย่างของข้อมูลที่ได้จากการทดสอบการนอนหลับ

ภาคผนวก ฎ

แบบบันทึกข้อมูล

รหัส..... เพศ..... อายุ.....ปี

1. ข้อมูลทั่วไป

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
Weight (kg)		
Height (cm)		
Lean mass (g)		
Fat mass (g)		
Fat free mass (g)		
Body fat (%)		
BMI		
HR (bpm)		
BP (mmHg)		
SpO_2 (%)		
NC (cm)		

2.ข้อมูลตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
FVC (L)		
FEV_1 (L)		
PEF (L/min)		
FEV_1/FVC (%)		
$FEF_{25-75\%}$ (%)		
MVV (L/min)		

3. ข้อมูลตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
MIP (cmH_2O)		
MEP (cmH_2O)		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ข้อมูลตัวแปรด้านการอักเสบภายในทางเดินหายใจ

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
FENO (ppm)		

5. ข้อมูลตัวแปรด้านภาวะเครียดออกซิเดชัน

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
MDA (μmol/L)		
SOD (units)		

6. ข้อมูลตัวแปรด้านสารชีวเคมีในเลือด

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
TNF-α (pg/mL)		
IL-6 (pg/mL)		
IL -1β (pg/mL)		
IL -1ra (pg/mL)		
IL – 10 (pg/mL)		

7. ข้อมูลตัวแปรด้านพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับการหลับ

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
AHI		
TST (min)		
SOL (min)		
WASO (min)		
SE (%)		
Stage N1 sleep (%)		
Stage N2 sleep (%)		
Stage N3 sleep (%)		
REM sleep (%)		
ODI		
ESS		
PSQI		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. ข้อมูลตัวแปรด้านความสามารถทางแอโรบิก

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
VO_2peak (ml/kg/min)		
HRmax (bpm)		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฏ
การวัดองค์ประกอบของร่างกาย

รูปที่ 80 การใช้เครื่อง DXA

<u>อุปกรณ์</u>

1. เครื่อง Dual-energy x-ray absorptiometry ยี่ห้อลูนาร์ (Lunar) รุ่นโพรจิดี้โปร (Progidy-pro) ประเทศสหรัฐอเมริกา

2. สายรัดสีดำสำหรับรัดบริเวณใต้เข่า และใต้ข้อเท้า

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยถอดนาฬิกา หรือเครื่องประดับที่เป็นโลหะออกจากร่างกายก่อน

1. หลังจากที่ใส่ค่าต่าง ๆ ลงในโปรแกรมแล้ว ให้เลือกไปที่ Total body หรือรูปที่เป็นกระดูกทั้งตัว

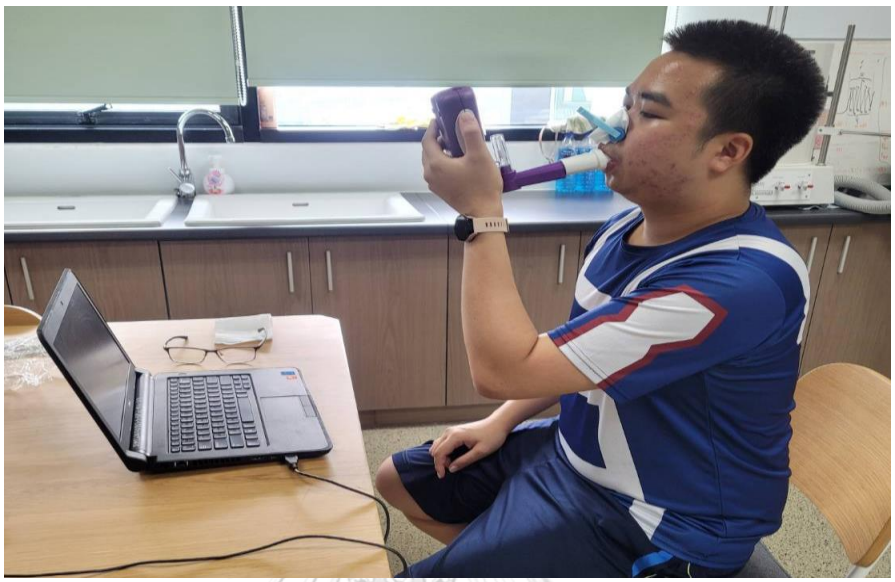
2. จัดท่า (Position) การนอนให้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยจะให้กลุ่มตัวอย่างขึ้นไปนอนบนกึ่งกลางของเบาะ โดยผู้วิจัยจะทำการจัดท่าทาง (Alignment) ให้อยู่กึ่งกลาง จากนั้นจึงดึงขากลุ่มตัวอย่างลงมาเล็กน้อย และใช้สายคาดสีดำรัดบริเวณ 2 ตำแหน่ง ได้แก่ บริเวณใต้เข้า และบริเวณเหนือข้อเท้า

3. จากนั้นกดเริ่มการทดสอบ ซึ่งการทดสอบจะใช้เวลาประมาณ 7 นาที กลุ่มตัวอย่างจะไม่สามารถขยับหรือหลับในกระหว่างการทดสอบได้

ที่มา: อภิชญา คล้ายมนต์ (2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฐ
การวัดสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก



รูปที่ 81 การใช้งานเครื่องวัดสัดส่วนของไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก

<u>อุปกรณ์</u>

1. เครื่องวัดปริมาณไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ยี่ห้อเบดฟอนท์ (BedFont) สหราชอาณาจักร

2. แบคทีเรียฟิลเตอร์ (Bacteria filter) สำหรับเครื่องวัดปริมาณไนตริกออกไซด์ในลมหายใจออก ยี่ห้อเบดฟอนท์ (BedFont) สหราชอาณาจักร

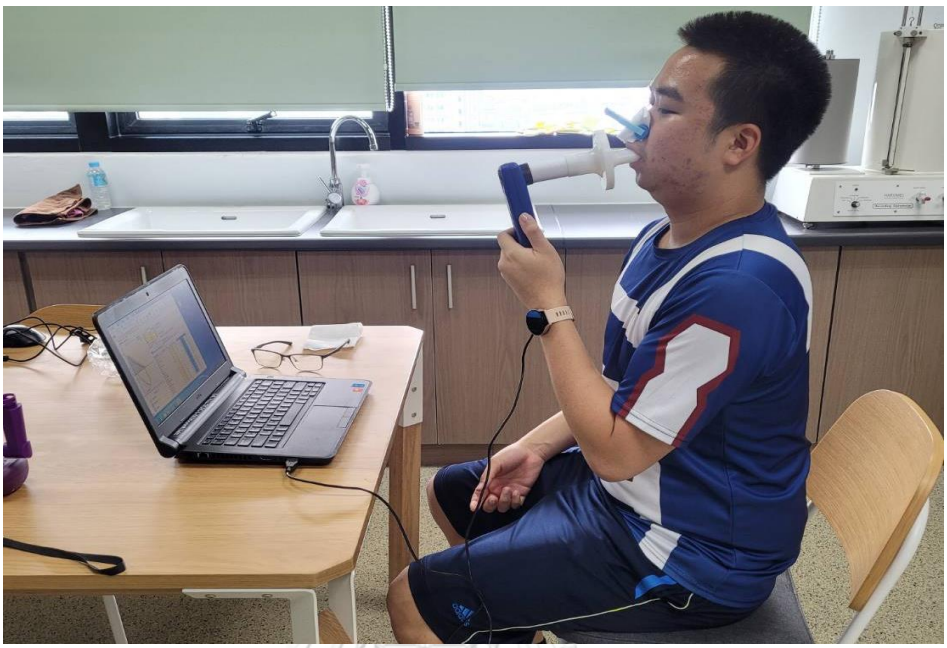
<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. เปิดเครื่อง และเลือกไปที่การทดสอบของผู้ใหญ่

2. หลังจากที่เครื่องส่งเสียง ให้กลุ่มตัวอย่างเป่าลมในก้านเป่าซึ่งต่อกับแบคทีเรียฟิลเตอร์ด้วยความเร็ว 50 เมตร/วินาที ซึ่งเป็นความเร็วที่สามารถส่งให้ลูกเหล็กลอยขึ้นไปอยู่ในขอบเส้นสีขาวตลอด 6 วินาที (Khatri et al., 2021)

ภาคผนวก ฑ

การใช้งานสไปโรมิเตอร์



รูปที่ 82 การใช้งานสไปโรมิเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>อุปกรณ์</u>

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

2. แบคทีเรียฟิลเตอร์ (Bacteria filter) ยี่ห้อไวเยอร์ (Vyaire) รุ่นไมโครการ์ดทู (MicroGard II) ประเทศสหรัฐเอมริกา

3. หลอดกระดาษ

หลังจากที่ทำการเสียบสาย USB สไปโรมิเตอร์เข้ากับคอมพิวเตอร์แล้วเลือกโปรแกรมที่ต้องการ ได้แก่การวัดสมรรถภาพปอด (Pulmonary function) หรือการทดสอบการวัดปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) (Graham et al., 2019)

<u>วิธีการทดสอบ</u>

<u>สำหรับการทดสอบสมรรถภาพปอด</u>

1. เลือกโปรแกรม FVC

2. ให้กลุ่มตัวอย่างหนีบจมูก จากนั้นอมที่เป่า (หลอดกระดาษซึ่งต่อกับแบคทีเรียฟิลเตอร์) ซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอด จากนั้นหายใจเข้าออกปกติจำนวน 2 – 3 ครั้ง และหลังจากนั้นทำการหายใจเข้าเต็มที่ (จุดความจุปอดรวม หรือ Total lung capacity; TLC) แล้วเป่าออกมาอย่างแรงและเร็วจนลมออกจนหมด (จุดความปอดเหลือค้าง หรือ Functional residual capacity; FRC)

<u>สำหรับการทดสอบการวัดปริมาตรหายใจสูงสุดต่อนาที</u>

1. เลือกโปรแกรม MVV

2. โดยให้กลุ่มตัวอย่างหนีบจมูก อมที่เป่าซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอด จากนั้นหายใจออกและเข้าอย่างลึกและเร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ภายในระยะเวลา 12 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฒ
การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

รูปที่ 83 การใช้งานเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>อุปกรณ์</u>

1. เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ยี่ห้อไมโคเมดดิคอล (Micro medical) สหราชอาณาจักร

2. แบคทีเรียฟิลเตอร์ (Bacteria filter) ยี่ห้อไวเยอร์ (Vyaire) รุ่นไมโครการ์ดทู (MicroGard II) ประเทศสหรัฐเอมริกา

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. เปิดเครื่องโดยเลื่อนสวิตช์จาก OFF ไปที่ MIP/MEP

2. ใส่วาล์ฟิลเตอร์ที่ต้องการทดสอบ (MIP หรือ MEP)

สำหรับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (Maximum inspiratory pressure; MIP)

ให้กลุ่มตัวอย่างหนีบจมูก จากนั้นให้หายใจออกให้สุด (จุดความจุปอดเหลือค้าง) จากนั้นจึงอมที่เป่าแล้วหายใจเข้าให้แรงที่สุด (จุดความจุปอดรวม) เป็นเวลา 2 วินาที หรือจนกว่าตัวเครื่องจะแสดงตัวเลข (Laveneziana et al., 2019)

สำหรับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก (Maximum expiratory pressure; MEP)

ให้กลุ่มตัวอย่างหนีบจมูก จากนั้นให้หายใจเข้าให้สุด (จุดความจุปอดรวม) จากนั้นจึงอมที่เป่าแล้วหายใจออกให้แรงที่สุด (จุดความจุปอดเหลือค้าง) เป็นเวลา 2 วินาที หรือจนกว่าตัวเครื่องจะแสดงตัวเลข (Laveneziana et al., 2019)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ณ

การทดสอบความสามารถทางแอโรบิก (Aerobic capacity testing)

รูปที่ 84 การทดสอบความสามารถทางแอโรบิก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>อุปกรณ์</u>

1. เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas analyzer) ยี่ห้อวีแม็กซ์ (Vmax) รุ่นเอนคอร์ (Encore) 29 ประเทศสหรัฐอเมริกา

2. ลู่วิ่ง (Treadmill) ยี่ห้องแทรคมาสเตอร์ (Trackmaster) ยี่ห้อสหรัฐอเมริกา

3. อิเล็กโตรด (Electrode) ยี่ห้อสกินแทค (Skintac) ประเทศออสเตรีย

4. แผ่นประเมินความหนักของการออกกำลังกาย (Brog rating of perceived exertion; RPE)

การทดสอบความสามารถทางแอโรบิกอาศัยอุปกรณ์วิเคราะห์แก๊ส (Gas analyzer) ร่วมกับลู่วิ่ง (Treadmill) และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ โปรแกรมวีแม็กซ์ (Vmax) และโปรแกรมคาร์ดิโอซอฟท์ (Cardiosoft) ซึ่งจะต้องกรอกรายละเอียดของโปรแกรมที่ใช้ทดสอบก่อน จากนั้นถึงกรอกข้อมูลส่วนตัวของผู้รับการทดสอบ หลังจากที่ใส่ข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้ารับการทดสอบแล้ว จะทำการ

ทำความสะอาดผิวหนังของกลุ่มตัวอย่างบริเวณใต้ไหปลาร้า และใต้ซี่โครงทั้งสองฝั่งของร่างกายเพื่อการติดอิเล็กโตรด (Electrode) ดังนี้

1. บริเวณใต้ไหปลาร้าด้านซ้าย (Lead LA)

2. บริเวณใต้ไหปลาร้าด้านขวา (Lead RA)

3. บริเวณใต้ซี่โครงด้านซ้าย (Lead LL)

4. บริเวณใต้ซี่โครงด้านขวา (Lead RL)

หลังจากที่ได้ติดอิเล็กโตรดแล้ว จึงทำการนำกล่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจใส่กับสายรัดเอว แล้วรัดบริเวณเอวของผู้เข้ารับการทดสอบ จากนั้นนำสายนำสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจหนีบกับอิเล็กโตรดให้ถูกต้อง จากนั้นให้ผู้เข้ารับการทดสอบสวมหน้ากาก เริ่มจากการสวมโดยช้อนบริเวณปลายคางแล้วจึงแนบกับใบหน้าให้สนิท จากนั้นผู้ให้การทดสอบติดสายรัดหน้ากากทั้ง 4 บริเวณแล้วรัดให้แน่น จากนั้นจึงให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืนบนลู่วิ่ง และผู้ให้การทดสอบติดที่กรองน้ำลายและฟิลเตอร์วัดแก๊สต่อกับหน้ากากของผู้เข้ารับการทดสอบและนำสายรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจต่อกับกล่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ สุดท้ายให้ผู้เข้ารับการทดสอบเสียบเครื่องวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดง (Oxipulse meter) ที่นิ้วชี้ด้านซ้าย หลังจากที่ตรวจสอบความถูกต้องของค่าแก๊สต่าง ๆ และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จึงเริ่มการทดสอบ โดยระหว่างการทดสอบผู้เข้ารับการทดสอบจะถูกถามระดับความเหนื่อยด้วยใบประเมินความหนักของการออกกำลังกายทุก ๆ 2 นาที

สำหรับโปรแกรมการทดสอบบรูซ แรมพ์ โปรโตคอล (Bruce ramp protocol) ประกอบด้วย การเก็บค่าพื้นฐานหรือค่าขณะพัก (Baseline) เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นจะความเร็วเริ่มต้นที่ความเร็ว 1.7 ไมล์/ชั่วโมง โดยไม่มีความชัน โดยจะมีการเพิ่มระดับของการทดสอบ (Increment) ทุก 20 วินาที เช่น เมื่อเข้าสู่นาทีที่ 0:20 ความชันเพิ่มเป็น 1.3% โดยความเร็วไม่เปลี่ยนแปลง และค่อย ๆ เพิ่มความชันเล็กน้อยจนถึงนาทีที่ 2:40 ความชันจะอยู่ที่ 10% โดยความเร็วไม่เปลี่ยนแปลง และเมื่อเข้าสู่นาทีที่ 3:00 ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นร่วมกับความชันที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นไปพร้อมกัน

โดยการทดสอบจะยอมรับได้เมื่ออัตราส่วนการแลกเปลี่ยนทางเดินหายใจ (Respiratory exchange ration; RER) มีค่ามากกว่า 1.1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างใช้ความพยายามในการทำการทดสอบเต็มที่ (Excellent subject effort) (Balady et al., 2010) และการทดสอบจะสิ้นสุดเมื่อกลุ่มตัวอย่างไม่สามารถวิ่งทดสอบได้ เช่น ไม่สามารถหายใจได้ทัน ปวดขามากจนไม่ไหว รู้สึกว่าไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สามารถวิ่งทดสอบได้อีกต่อไป หรือเข้ารับการทดสอบขอยุติการทดสอบ หรือพบว่ากราฟของการใช้ออกซิเจน (VO2) ไม่เกิดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีก (Plateau) (Fletcher et al., 2001)

<u>มาตรการในการดูแลความปลอดภัยของผู้เข้ารับการทดสอบ</u>

ในการทดสอบตัวแปรความสามารถทางแอโรบิก จะมีผู้ดูแลผู้เข้ารับการทดสอบ 2 คน ได้แก่ ผู้วิจัย โดยจะอยู่ด้านซ้ายมือของผู้เข้ารับการทดสอบคอยดูค่าต่าง ๆ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และผู้ช่วยวิจัยซึ่งจะอยู่ด้านขวามือของขณะทำการทดสอบ (รูปที่ 84)

รูปที่ 85 ตำแหน่งของผู้วิจัย และผู้ร่วมวิจัยในการทดสอบความสามารถทางแอโรบิก

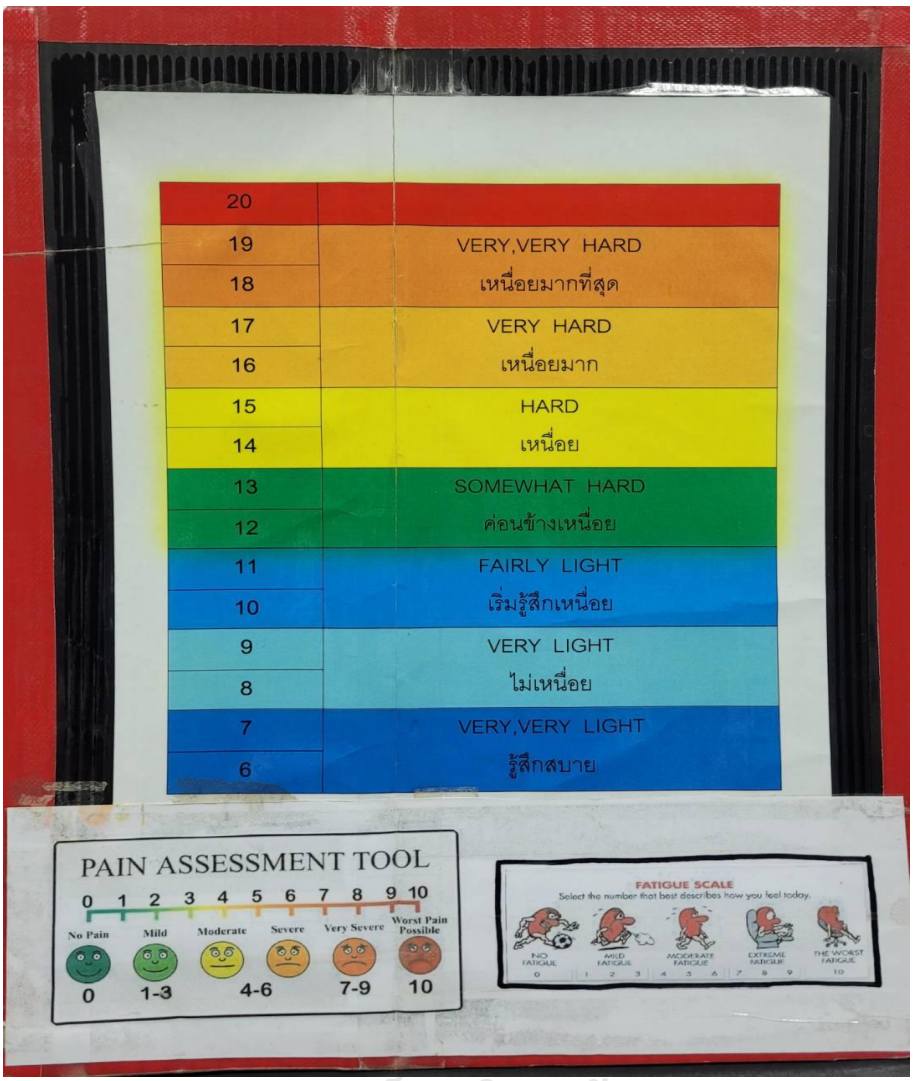
ผู้เข้ารับการทดสอบจะถูกวัดความดันโลหิต และถูกประเมินความหนักของการออกกำลังกาย (Brog's scale) และระดับความเจ็บปวดของการออกกำลังกาย (Pain scale) (รูปที่ 27) ในทุก ๆ 2 นาที ซึ่งก่อนที่จะเริ่มการทดสอบ ผู้วิจัยได้ชี้แจงแก่ผู้เข้ารับการทดสอบถึงการยุติการทดสอบ ได้แก่ การวิ่งให้เต็มที่ แต่หากเกิดความรู้สึกว่าเจ็บหน้าอก หายใจไม่ทัน กำลังจะหน้ามืด (Pre-syncope) หรือกำลังจะเป็นตะคริวให้บอกโดยใช้สัญญาณมือ โดยผู้วิจัยนัดแนะถึงสัญญาณมือแก่ผู้เข้ารับการ

ทดสอบ ได้แก่ ให้ชูนิ้วโป้งขึ้นเพื่อบอกว่ายังสามารถทำการทดสอบต่อได้ หรือผู้เข้ารับการทดสอบยังรู้สึกปกติ ยังวิ่งไหว และชูนิ้วโป้งแล้วคว่ำลงเป็นสัญญาณว่าไม่สามารถทำการทดสอบต่อได้อีก ผู้วิจัยจึงยุติการการทดสอบโดยกดปุ่ม Recovery ที่โปรแกรม ซึ่งลู่วิ่งจะลดความชันมาที่ 0 และความเร็วที่ 2 ไมล์ต่อชั่วโมงเป็นเวลา 3 นาที ในการทดสอบความสามารถทางแอโรบิกจะมีเกณฑ์ยุติการทดสอบ (Termination criteria) ดังนี้ (Albouaini et al., 2007)

<u>เกณฑ์ยุติการทดสอบ (Termination criteria) ของการวัดความสามารถทางแอโรบิก</u>

1. การรู้สึกเจ็บหรือแน่นหน้าอก (Chest pain)
2. การลดลงของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวมากกว่าหรือเท่ากับ 10 มิลลิเมตรปรอทขณะทำการทดสอบ
3. ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวมากกว่า 250 มิลลิเมตรปรอท หรือความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวมากกว่า 120 มิลลิเมตรปรอท
4. การลดลงของความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดงมากกว่าร้อยละ 80
5. อาการมึนศีรษะ (Dizziness) หรือหน้ามืด (Faintess)
6. การเปลี่ยนแปลงแบบของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ST-segment elevation) มากกว่า 1.0 มิลลิเมตร
6. ผู้เข้ารับการทดสอบต้องการยุติการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 86 ใบประเมินความหนักของการออกกำลังกาย

ตารางที่ 48 โปรแกรมการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด บรูซ แรมพ์ โปรโตคอล (Bruce ramp protocol)

ระดับ (Increment)	เวลา (นาที)	ความเร็ว (ไมล์/ชั่วโมง)	ความชัน (%)	**ระดับ (Increment)**	เวลา (นาที)	ความเร็ว (ไมล์/ชั่วโมง)	ความชัน (%)
1	0:00	1.7	0.0	**24**	7:40	3.1	13.4
2	0:20	1.7	1.3	**25**	8:00	3.2	13.6
3	0:40	1.7	2.5	**26**	8:20	3.3	13.8
4	1:00	1.7	3.7	**27**	8:40	3.4	14.0
5	1:20	1.7	5.0	**28**	9:00	3.5	14.2
6	1:40	1.7	6.2	**29**	9:20	3.6	14.4
7	2:00	1.7	7.5	**30**	9:40	3.7	14.6
8	2:20	1.7	8.7	**31**	10:00	3.8	14.8
9	2:40	1.7	10.0	**32**	10:20	3.9	15.0
10	3:00	1.8	10.2	**33**	10:40	4.0	15.2
11	3:20	1.9	10.2	**34**	11:00	4.1	15.4
12	3:40	2.0	10.5	**35**	11:20	4.2	15.6
13	4:00	2.1	10.7	**36**	11:40	4.2	16.0
14	4:20	2.2	10.9	**37**	12:00	4.3	16.2
15	4:40	2.3	11.2	**38**	12:20	4.4	16.4
16	5:00	2.4	11.2	**39**	12:40	4.5	16.6
17	5:20	2.5	11.6	**40**	13:00	4.6	16.8
18	5:40	2.5	12.0	**41**	13:20	4.7	17.0
19	6:00	2.6	12.2	**42**	13:40	4.8	17.2
20	6:20	2.7	12.4	**43**	14:00	4.9	17.4
21	6:40	2.8	12.7	**44**	14:20	5.0	17.6
22	7:00	2.9	12.9	**45**	14:40	5.0	18.0
23	7:20	3.0	13.1	**46**	15:00	5.1	18.0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระดับ (Increment)	เวลา (นาที)	ความเร็ว (ไมล์/ชั่วโมง)	ความชัน (%)	**ระดับ (Increment)**	เวลา (นาที)	ความเร็ว (ไมล์/ชั่วโมง)	ความชัน (%)
47	15:20	5.1	18.5	**56**	18:20	5.6	20.5
48	15:40	5.2	18.5	**57**	18:40	5.7	20.5
49	16:00	5.2	19.0	**58**	19:00	5.7	21.0
50	16:20	5.3	19.0	**59**	19:20	5.8	21.0
51	16:40	5.3	19.5	**60**	19:40	5.8	21.5
52	17:00	5.4	19.5	**61**	20:00	5.9	21.5
53	17:20	5.4	20.0	**62**	20:20	5.9	22.0
54	17:40	5.5	20.0	**63**	20:40	6.0	22.0
55	18:00	5.6	20.0				

ที่มา: Kaminshy & Whaley, 1998

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ด

ใบประกาศนียบัตรรับรองการอบรมการทดสอบสมรรถภาพด้วยการออกกำลังกาย

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ออกหนังสือสำคัญฉบับนี้ให้ไว้เพื่อรับรองว่า

ศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร

ได้เข้ารับการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการทางคลินิกในการทดสอบระบบการไหลเวียนโลหิตและหายใจ

และการกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกาย "Clinical Practicum in Cardiopulmonary Exercise Testing and Prescription"

ระหว่างวันที่ 22 - 23 มีนาคม พุทธศักราช 2561

ณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุณรอด)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิกธา พงษ์พิบูลย์)
รองคณบดี

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ร่วมกับ

คณะกายภาพบำบัดและเวชศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยรังสิต

ขอมอบประกาศนียบัตรนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นายศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร

ได้ผ่านการอบรม

เรื่อง INTERNATIONAL SEMINAR IN "CLINICAL USEFULNESS IN CARDIOPULMONARY EXERCISE TESTING"

ระหว่างวันที่ ๑๓ - ๑๔ มิถุนายน พุทธศักราช ๒๕๖๒

ณ โรงแรมโนโวเทล กรุงเทพฯ สยามสแควร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิกธา พงษ์พิบูลย์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 87 ใบประกาศนียบัตรรับรองการอบรมการทดสอบสมรรถภาพด้วยการออกกำลังกาย

ภาคผนวก ต

บันทึกการนอนหลับประจำวัน (Sleep diary)

ตารางบันทึกการนอนหลับ

กรอกช่วงกลางคืน

วัน/วันที่	เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ประเภท และปริมาณ)	เครื่องดื่ม หรืออาหารที่มีคาเฟอีน	งีบ (ลงเวลาที่เริ่มงีบ จนถึงเวลาตื่นจากงีบแต่ละครั้ง)	ยาที่ใช้เพื่อช่วยให้หลับ	คะแนนความง่วง 0 = ตื่นเต็มที่ 1 = ตื่นไม่เต็มที่พอทำงานได้ 2 = ตื่นแต่ผ่อนคลาย 3 = ง่วงนิดหน่อย 4 = ง่วงปานกลาง 5 = ง่วงมาก
ตัวอย่าง อาทิตย์ 7 ธันวาคม	เบียร์ 1 ขวด	กาแฟ 1 แก้ว ชาเขียว 1 กล่อง	10.00-12.00 น. 14.30-17.00 น.	Diazepam 2 mg 1 เม็ด	5

รูปที่ 88 ตัวอย่างบันทึกการนอนหลับประจำวัน

ตารางบันทึกการนอนหลับ

กรอกช่วงกลางวัน (กรอกข้อมูลของเมื่อวาน)

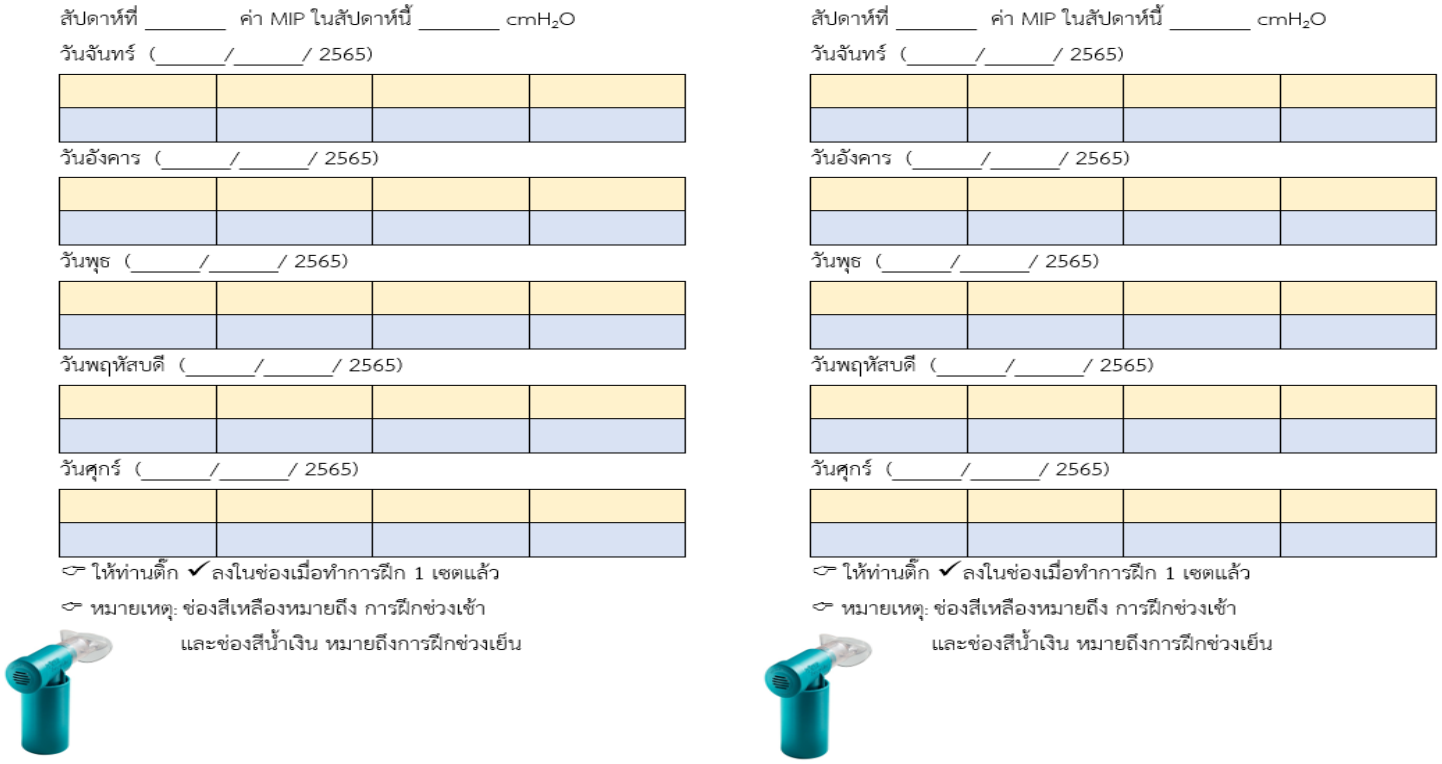
เวลาที่เข้านอน	หลังจากดับไฟในห้องนอน ใช้เวลาในการผล็อยหลับ	จำนวนครั้งที่ตื่นขึ้นมาในช่วงกลางคืน	เวลาทั้งหมด ที่ตื่นขึ้นมาหลังจากหลับไปแล้ว	ตื่นขึ้นมาครั้งสุดท้าย (แล้วไม่กลับไปหลับต่อ) เมื่อเวลา	เวลาที่ลุกขึ้นจากเตียงนอนเช้านี้	คุณภาพของการนอนหลับเมื่อคืนนี้ 1 = แย่มาก 2 = แย่ 3 = พอใช้ได้ 4 = ดี 5 = ดีมาก	เช้านี้รู้สึกว่า 1 = เพลียมาก 2 = เพลีย 3 = รู้สึกว่าพอได้พักบ้าง 4 =รู้สึกว่าได้พักผ่อนใช้ได้ 5 = รู้สึกว่าได้พักผ่อนมาเต็มที่
ตัวอย่าง อาทิตย์ 7 ธันวาคม 23.15 น.	1 ชั่วโมง 15 นาที	3	45 นาที	6.00 น.	6.55 น.	2	3

รูปที่ 89 ตัวอย่างบันทึกการนอนหลับประจำวัน

ดัดแปลงจาก: ตารางบันทึกการนอนหลับของคลินิกศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านความผิดปกติในการนอนหลับ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ภาคผนวก ถ

สมุดบันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ



รูปที่ 90 ตัวอย่างสมุดบันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

ภาคผนวก ท

ใบประกาศนียบัตรการอบรมการนวดหัวใจผายปอดและสำลักในผู้ใหญ่ เครื่องช็อกไฟฟ้าหัวใจอัตโนมัติ

สภากาชาดไทย
The Thai Red Cross Society

ศูนย์ฝึกอบรมปฐมพยาบาลและสุขภาพอนามัย สภากาชาดไทย
THE THAI RED CROSS FIRST AID AND HEALTH CARE TRAINING CENTER

ประกาศนียบัตร
CERTIFICATE

นาม Name นายศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร

รหัส Registration No. PRC-191224-1574

หลักสูตร Course การนวดหัวใจผายปอดกู้ชีพและสำลักในผู้ใหญ่ เครื่องช็อกไฟฟ้าหัวใจอัตโนมัติ

วันที่สำเร็จการอบรม Issued date 24 ธันวาคม 2562

ผู้เข้ารับการอบรมดังกล่าวได้ผ่านการฝึกอบรมและทดสอบแล้วว่ามีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานหลักสูตร
This is to certify that the awardee has successfully completed the training and meet all the requirements of this course

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริพร พุทธรังษี)
ผู้อำนวยการศูนย์ฝึกอบรมปฐมพยาบาลและสุขภาพอนามัย
Director

ประกาศนียบัตรนี้มีอายุ 3 ปี นับตั้งแต่วันที่เข้ารับการฝึกอบรม
Valid 3 years

รูปที่ 91 ใบประกาศนียบัตรการอบรมการนวดหัวใจผายปอดและสำลักในผู้ใหญ่ เครื่องช็อกไฟฟ้าหัวใจอัตโนมัติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ศุภวิชญ์ อิทธินิรันดร
วัน เดือน ปี เกิด	2 พฤศจิกายน 2538
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
วุฒิการศึกษา	(มัธยมศึกษา) เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ (ปริญญาตรี) วิทยาศาสตร์การกีฬา (เกียรตินิยมอันดับ 1) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ปริญญาโท) สรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	16 หมู่บ้านดีวัน อ่อนนุช 74/1 ถนนอ่อนนุช แขวง/เขต ประเวศ กรุงเทพฯ 10250
ผลงานตีพิมพ์	1. Ittinirundorn, S., Wongsaita, N., Somboonviboon, D., & Tongtako, W. (2021). Effects of Farinelli Breating Exercise on Respiratory Function and Symptoms in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Tuberculosis and respiratory diseases, 85(2), 137–146. 2. Ittinirundorn S, Chirakalwasan N, Kline CE, Tongtako W. The Correlation between Apnea Hypopnea Index and Respiratory Function in Non-Obese Patients with Obstructive Sleep Apnea. JEPonline 2023;26(6):102-113.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University