



ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath ต่อ
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี



จรัสสิน วิวัฒน์มานิตสกุล

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชากายภาพบำบัด
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath ต่อ
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชากายภาพบำบัด
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU

SpiroBreath ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี"

ของ จิรสิน วิวัฒน์มานิตสกุล

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชากายภาพบำบัด

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ดร.เดชา ปิ่นแก้ว)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิระพงษ์ ชิดนอก)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ เหลืองอร่าม)

อนุมัติ

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี
ผู้วิจัย	จิรสิน วิวัฒน์มานิตสกุล
ประธานที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. วีระพงษ์ ชิดนอก
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชากายภาพบำบัด, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563
คำสำคัญ	การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ, อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ, ตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ, อาสาสมัครสุขภาพดี

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความปลอดภัยและประสิทธิผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ในผู้ที่มีสุขภาพดี อาสาสมัครเพศหญิงสุขภาพดี จำนวน 17 คน แบ่งสุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม (n=8) และ กลุ่มทดลอง (n=9) กลุ่มควบคุมได้รับคำแนะนำให้ปฏิบัติตัวในชีวิตประจำวันปกติ กลุ่มทดลองได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจโดยใช้อุปกรณ์ NU SpiroBreath ด้วยแรงต้านการหายใจ 10 เซนติเมตรน้ำ (จำนวน 10 ครั้งต่อชุด, 3 ชุดต่อวัน, 5 วันต่อสัปดาห์) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ตัวแปรระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ (ความดันโลหิต, อัตราชีพจร, ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด) ถูกวัดขณะได้รับการฝึกและหลังการฝึกนาน 30 นาทีในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจครั้งแรก อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มได้รับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 จากนั้นนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยเปรียบเทียบแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximal Inspiratory Pressure: MIP) และแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximal Expiratory Pressure: MEP) ระหว่างก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองด้วยสถิติแบบ Two-way Mixed-design ANOVAs และ Post-hoc analysis ด้วย Bonferroni corrected t-tests และเปรียบเทียบการวัดตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจก่อนการฝึก ขณะฝึก และหลังการฝึกครั้งแรกโดยใช้สถิติ k-related sample Friedman test ผลการศึกษาพบว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจครั้งแรกไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจก่อน ระหว่าง และหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ($p>0.05$) หลังการฝึก 8 สัปดาห์ ค่า MIP เปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติภายในอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มเมื่อเทียบกับค่าก่อนฝึกและเมื่อ

เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ($p>0.05$) นอกจากนี้ หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าค่า MEP เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มทดลองเมื่อเทียบกับค่าก่อนฝึก (59.9 ± 22 VS 72.0 ± 19 ; $p<0.05$) สรุปได้ว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath มีความปลอดภัย แต่การฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ระยะเวลา 8 สัปดาห์ไม่สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจผู้มีสุขภาพดี



Title	EFFECT OF RESPIRATORY MUSCLE TRAINING USING NU SPIROBREATH DEVICE ON RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH IN HEALTHY SUBJECTS
Author	JIRASIN WIWATMANITSAKUL
Advisor	Associate Professor Weerapong Chidnok, Ph.D.
Academic Paper	Thesis M.S. in Physical Therapy, Naresuan University, 2020
Keywords	Respiratory Muscle Training, Respiratory Muscle Strength, NU SpiroBreath, Cardiorespiratory Parameter, Healthy Subjects

ABSTRACT

The objectives of this thesis were to investigate the safety and efficacy 8-weeks of respiratory muscle training using the NU SpiroBreath device in healthy subjects. Seventeen healthy female subjects were randomly allocated into two groups, the control group (n=8) and the training group (n=9). The control group were asked to maintain their regular lifestyle for 8-weeks. The training group completed respiratory muscle training using the NU SpiroBreath device with resistance set at 10 cmH₂O (10 repetitions/set, 3 sets/day, 5 days a week) for 8 weeks. Cardiorespiratory parameters (blood pressure; pulse rate; arterial oxygen saturation) were assessed during training and 30-min recovery periods in the first training session. Maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) were assessed pre-training and after 4 and 8 weeks of the intervention period in the training and control groups. Data were analyzed using two-way mixed-model ANOVAs with post-hoc analysis performed using Bonferroni corrected t-tests for respiratory muscle strength variables and K-related sample Friedman test for cardiorespiratory parameters. In the first training session, there were no significant changes in cardiorespiratory parameters for the training group ($p>0.05$). In addition, there were no significant changes in MIP within or between groups in 8-weeks post-training compared to pre-training and after 4 weeks post-training ($p>0.05$). There were significant changes in MEP for training

group in 8-weeks post-training compared to pre-training (59.9 ± 22 VS 72.0 ± 19 ; $p < 0.05$). In conclusion, respiratory muscle training using NU SpiroBreath device can be implemented safely but was not able to improve respiratory muscle strength in healthy subjects.



ประกาศขอบคุณ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ ชิดนอก ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุทิศสละเวลาอันมีค่ามาเป็นทั้งที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ เหลืองอร่าม กรรมการ และดร.เดชา ปิ่นแก้ว กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรุณภา ศรีโสภาพ กรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของโครงร่างวิทยานิพนธ์ก่อนเริ่มต้นการทำวิจัย

กราบขอบพระคุณดร.ประยุทธ์ ภูวรัตน์าวิธ อาจารย์ประจำภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath และอนุเคราะห์ประดิษฐ์อุปกรณ์เพื่อนำมาใช้ในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณงานกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก ที่ได้อนุเคราะห์ให้ยืมเครื่องมือวัดแรงดันการหายใจเพื่อนำมาใช้เก็บข้อมูลวิจัย ขอขอบพระคุณคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่อนุเคราะห์ให้ยืมเครื่องมือวัดสัญญาณชีพชนิดข้างเดียวเพื่อในการเก็บข้อมูลวิจัย และสนับสนุนทุนวิจัยเพื่อให้งานวิจัยดำเนินได้อย่างราบรื่น ขอขอบพระคุณหน่วยวิจัยทางวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการฟื้นฟู คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่อนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินการวิจัย ขอขอบพระคุณพี่ๆ และน้อง ๆ ร่วมชั้นเรียน รวมทั้งคณาจารย์บัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชากายภาพบำบัด ที่คอยให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ให้ข้อเสนอแนะ และให้กำลังใจตลอดการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีเสมอมา และขอขอบพระคุณอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยทุกท่านที่สละเวลามาเข้าร่วมงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจสำหรับผู้ป่วยภาวะต่าง ๆ ต่อไป

จิรสิน วิวัฒน์มานิตสกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ	
ประกาศคุุณูปการ.....ช	
สารบัญ.....ช	
สารบัญตาราง.....ฉ	
สารบัญภาพ.....ฉ	
บทที่ 1 บทนำ.....1	
ความเป็นมาของปัญหา.....1	
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....2	
ขอบเขตของงานวิจัย.....2	
ข้อตกลงเบื้องต้น.....2	
นิยามศัพท์เฉพาะ.....3	
สมมติฐานของการวิจัย.....3	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4	
1. กล้ามเนื้อหายใจ.....4	
2. ปัจจัยที่มีผลต่อแรงดันของการหายใจ.....5	
3. การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ.....6	
4. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ.....7	
5. อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath.....10	

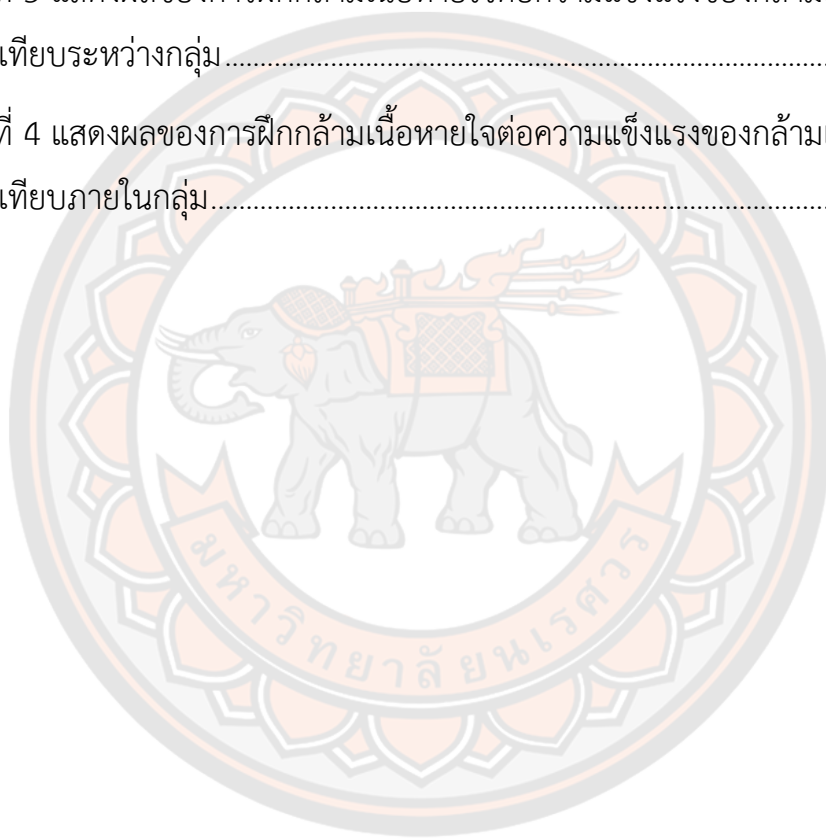
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	13
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	13
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	14
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	16
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	17
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	20
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	21
การทดสอบความน่าเชื่อถือภายในผู้วัด (intra-rater reliability test).....	21
ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร.....	21
การตอบสนองต่อตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ.....	22
ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ.....	23
บทที่ 5 บทสรุป.....	26
สรุปผลการวิจัย.....	26
อภิปรายผล.....	26
ข้อเสนอแนะ.....	30
บรรณานุกรม.....	31
ภาคผนวก.....	39
ภาคผนวก ก เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์.....	40
ภาคผนวก ข แบบสอบถามประวัติและคัดกรองสุขภาพของอาสาสมัครที่ร่วม โครงการวิจัย.....	43
ภาคผนวก ค แบบสอบถามเรื่องการเคลื่อนไหวร่างกายระดับสากลชุดสั้นฉบับ ภาษาไทย (IPAQ-Short Form: Thai Version).....	45

ภาคผนวก ง Case Report Form	47
ภาคผนวก จ สมุดบันทึกการฝึกประจำวัน (Diary record).....	52
ประวัติผู้วิจัย	64



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร	22
ตารางที่ 2 แสดงการตอบสนองต่อตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ ..	23
ตารางที่ 3 แสดงผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม.....	24
ตารางที่ 4 แสดงผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เปรียบเทียบภายในกลุ่ม.....	25



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath	11
ภาพที่ 2 แสดงการวัดตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ	18
ภาพที่ 3 แสดงวิธีการใช้งาน NU SpiroBreath	19
ภาพที่ 4 การวัดแรงดันการหายใจด้วยอุปกรณ์ Respiratory Pressure Meter	19



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory Muscle Training: RMT) เป็นเทคนิคการรักษาทางกายภาพบำบัดหนึ่งที่สำคัญในการฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ที่มีปัญหากล้ามเนื้อหายใจอ่อนแรง เช่น ในผู้ป่วยโรคหัวใจ (1-4) ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (5-7) ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (8-15) ผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง (Amyotrophic Lateral Sclerosis: ALS, Multiple Sclerosis: MS) (16) ผู้ป่วยภาวะวิกฤติ(17-19) และผู้สูงอายุ (20-23) เป็นต้น การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนทางระบบทางเดินหายใจซึ่งมีผลกระทบระบบต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง (5,24,25) เช่น ประสิทธิภาพในการหายใจลดลง ส่งผลต่อการลดลงของความสามารถในการออกกำลังกายจากการแลกเปลี่ยนก๊าซที่บกพร่อง รวมไปถึงความบกพร่องในการระบายเสมหะที่คั่งค้าง อาจทำให้เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจได้ (26) การฝึกกล้ามเนื้อหายใจสามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งส่งผลให้สมรรถภาพการทำงานของปอดที่ดีขึ้น และเพิ่มความสามารถในการออกกำลังกาย รวมถึงลดภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจ และมีคุณภาพชีวิตดีขึ้น (19,27,28)

โดยทั่วไป อุปกรณ์การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจที่ใช้ในปัจจุบัน ประกอบด้วย Threshold IMT®(Respironics®) Inspiratory Muscle Trainer (PORTEX®) POWERbreathe® ราคาอยู่ในช่วง 600-20,000 บาท และอุปกรณ์ฝึกหายใจที่ประดิษฐ์โดยนักวิจัยไทยคือ BreatheMAX® ราคาประมาณ 650 บาท ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง จึงทำให้ประชาชนได้รับการฟื้นฟูไม่ทั่วถึงและเข้าถึงการรักษาด้วยการฝึกกล้ามเนื้อหายใจได้ยาก

คณะผู้วิจัยของ ดร.ประยุทธ์ ภูวรัตน์าวีร ได้ทำการพัฒนาและประดิษฐ์อุปกรณ์ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ NU SpiroBreath ขึ้นมา และได้จดอนุสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ เลขที่ 12019 เพื่อนำมาใช้ในการฟื้นฟูผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและทรวงอก ซึ่งได้รับการออกแบบโดยใช้หลักการแทนที่ปริมาตรอากาศในพื้นที่ว่าง และหลักการความดันของของเหลว ซึ่งสามารถวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือได้จริง เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายและเป็นนวัตกรรมที่ประดิษฐ์ในประเทศไทย ซึ่งอุปกรณ์นี้ได้รับการทดสอบหลักการใช้งานเบื้องต้น ผลการศึกษาพบว่าความสูงของระดับน้ำแปรผันตรงกับน้ำหนักถ่วงและความดันที่สร้างได้จากการหายใจ (29) แต่อุปกรณ์นี้ยังไม่ได้รับการศึกษาคงความปลอดภัยและประสิทธิภาพของอุปกรณ์เมื่อนำไปใช้ในมนุษย์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจใน

การศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังกล่าวในผู้ที่มีสุขภาพดี เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปเป็นข้อมูลการศึกษาวิจัยต่อในผู้ที่มีภาวะต่าง ๆ เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและทรวงอก เป็นต้น และเป็นข้อมูลประกอบการนำอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพการหายใจดังกล่าวที่มีราคาที่ถูกกว่าอุปกรณ์ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพงมาใช้ในการฝึกสมรรถภาพหายใจในผู้ที่มีภาวะต่าง ๆ ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายสำหรับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และเป็นการเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงการฟื้นฟูสุขภาพ

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการตอบสนองของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ต่อตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี
2. เพื่อศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ระยะเวลา 4 และ 8 สัปดาห์ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี

ขอบเขตของงานวิจัย

การศึกษานี้ทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีเพศหญิง อายุ 20-30 ปี และอาศัยอยู่ใน อ.เมือง จ.พิษณุโลก จำนวน 18 คน

ข้อตกลงเบื้องต้น

เป็นการศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีเพศหญิง มีอายุ 20-30 ปี และมีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออกของการวิจัยจำนวน 18 คน แบ่งอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่มเท่าๆ กันโดยการสุ่มด้วยคอมพิวเตอร์ โดยที่กลุ่มแรก เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับคำแนะนำให้ปฏิบัติตัวในชีวิตประจำวันปกติ และกลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยที่อาสาสมัครกลุ่มทดลองได้รับการวัดสัญญาณชีพขณะได้รับการฝึกในครั้งแรก อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มได้รับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 และในช่วงการทำวิจัย อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มต้องไม่ได้รับการฝึกจากอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจหรือโปรแกรมการฝึกหายใจใด ๆ นอกเหนือจากที่คณะผู้วิจัยกำหนด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **NU SpiroBreath** หมายถึง อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพการหายใจ (อนุสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ เลขที่ 12019)

2. **การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ** หมายถึง การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจโดยใช้เครื่อง Respiratory pressure meter วัดค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า (maximal inspiratory pressure; MIP) และค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก (maximal expiratory pressure; MEP)

3. **สัญญาณชีพ** หมายถึง การวัดตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ ได้แก่ อัตราชีพจร (Pulse Rate) ค่าความดันโลหิต (Blood pressure) และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (Pulse oxygen saturation) เพื่อบ่งชี้ถึงสภาวะสุขภาพของบุคคล ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงในการทำหน้าที่ของร่างกาย

สมมติฐานของการวิจัย

1. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath แบบทันที จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี
2. อาสาสมัครที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath หลังได้รับการฝึก จะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก
3. อาสาสมัครในกลุ่มที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath จะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเพิ่มขึ้นมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับอาสาสมัครในกลุ่มควบคุม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่อง “ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี” ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กล้ามเนื้อหายใจ
2. ปัจจัยที่มีผลต่อแรงดันของการหายใจ
3. การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ
4. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ
5. อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพการหายใจ NU SpiroBreath

1. กล้ามเนื้อหายใจ

1.1 การหายใจเข้า

กล้ามเนื้อที่สำคัญที่สุดในการหายใจเข้าคือกล้ามเนื้อกะบังลม (Diaphragm) มีลักษณะเป็นแผ่นบาง มีรูปทรงคล้ายโดม มีจุดเกาะอยู่ที่ขอบของกระดูกซี่โครง ได้รับกระแสประสาทจาก Phrenic Nerve ซึ่งต่อมาจากเส้นประสาทไขสันหลังส่วนคอคู่ที่ 3, 4 และ 5 เมื่อมีการหดตัวของกะบังลม อวัยวะภายในช่องท้องจะถูกดันลงด้านล่าง และไปด้านหน้า และทำให้พื้นที่ในช่องทรวงอกในทิศทางแนวตั้งเพิ่มขึ้น และยังทำให้ขอบของกระดูกซี่โครงยกตัวสูงขึ้นและบานออก ซึ่งทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางช่องทรวงอกเพิ่มขึ้นตามด้วย (30)

ในการหายใจปกติ กะบังลมจะเคลื่อนตัวลงประมาณ 1 เซนติเมตร และเมื่อมีการหายใจเข้าออกอย่างแรง กะบังลมจะสามารถเคลื่อนตัวได้มากถึง 10 เซนติเมตร (30)

กล้ามเนื้อ External Intercostal วางตัวแนวทแยงข้ามกระดูกซี่โครงในทิศทางเฉียงลงและไปทางด้านหน้า ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางช่องทรวงอกในทิศทาง Anteroposterior (AP) และออกทางด้านข้างในทิศทาง Mediolateral (ML) กล้ามเนื้อมัดนี้ถูกเลี้ยงด้วย intercostal nerve ซึ่งต่อมาจากเส้นประสาทไขสันหลังในระดับเดียวกันกับซี่โครง การอัมพาตของกล้ามเนื้อหายใจ อาจจะได้ไม่ผลต่อการหายใจเพราะเพียงแค่กะบังลมก็ทำให้เกิดการหายใจได้ (31)

กล้ามเนื้อช่วยสำหรับการหายใจเข้า ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ Scalene ซึ่งทำหน้าที่ในการยกกระดูกซี่โครง 2 ชิ้นแรกขึ้น และกล้ามเนื้อ Sternocleidomastoid ซึ่งทำหน้าที่ในการยกกระดูก

กลางอกขึ้น จะมีการออกแรงเล็กน้อยในขณะหายใจปกติ แต่ในขณะออกกำลังกาย จะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อเหล่านั้นอย่างแรง และมีกล้ามเนื้ออื่น ๆ ที่ทำหน้าที่เสริมสำหรับการหายใจ ได้แก่ กล้ามเนื้อ alae nasi ซึ่งทำให้ช่องโพรงจมูกบานออก รวมไปถึงกล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ ของคอและศีรษะ (30)

1.2 การหายใจออก

การหายใจออก โดยปกติเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอัตโนมัติ เนื่องจากปอดและผนังทรวงอก มีคุณสมบัติยืดหยุ่น เป็นการพยายามเข้าสู่ตำแหน่งที่สมดุลหลังจากการหายใจเข้า ในขณะออกกำลังกายหรือการหายใจที่มากกว่าปกติ การหายใจออกจะเกิดจากการออกแรง กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจออกที่สำคัญที่สุดอยู่บริเวณผนังช่องท้อง ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ Rectus Abdominis, Internal oblique, External oblique และ Transversus abdominis เมื่อกล้ามเนื้อเหล่านี้มีการหดตัว แรงดันในช่องท้องจะเพิ่มขึ้น และดันให้กะบังลมยกตัวสูงขึ้น กล้ามเนื้อเหล่านี้จะได้ออกแรงเต็มที่ในขณะการไอ การอาเจียน และการเบ่งถ่ายอุจจาระ (30) และกล้ามเนื้อ Internal Intercostals ซึ่งวางตัวแนวทแยงตลอดแนวของกระดูกซี่โครงลงด้านล่างและไปทางด้านหลัง กล้ามเนื้อดังกล่าวจะทำหน้าที่กดให้แนวของกระดูกซี่โครงเคลื่อนตัวต่ำลง และทำให้เกิดการลดลงของเส้นผ่านศูนย์กลางช่องทรวงอกในทิศทาง AP และ ML ซึ่งทำงานตรงข้ามกับกล้ามเนื้อ External Intercostals (32) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวทำให้แรงดันอากาศภายในช่องอกเพิ่มสูงขึ้น อากาศจะไหลออกจากปอดไปยังชั้นบรรยากาศ ซึ่งการไหลของอากาศที่เกิดขึ้น เกิดจากแรงดันที่ถูกสร้างจากกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก

2. ปัจจัยที่มีผลต่อแรงดันของการหายใจ

แรงดันการหายใจมีปัจจัยหลายๆ ประการที่ส่งผลให้เกิดความเปลี่ยนแปลง เช่น ความยืดหยุ่นของทรวงอก โครงสร้างและการทำงานของอวัยวะในระบบทางเดินหายใจและหมุนเวียนโลหิต ประสิทธิภาพการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ คุณลักษณะทางกาย และอื่น ๆ เป็นต้น (33)

จากการศึกษาของ Watsford และคณะ ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของอายุต่อความสามารถและการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจในผู้สูงอายุ ซึ่งเปรียบเทียบระหว่างช่วงอายุและระหว่างเพศ พบว่าอายุที่มากขึ้นมีผลทำให้แรงดันของการหายใจลดลง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศจะพบว่าแรงดันของการหายใจในเพศหญิงจะมีแนวโน้มลดลงมากกว่าเพศชาย ซึ่งอธิบายได้ด้วยภาวะมวลกล้ามเนื้อที่น้อยลงเมื่ออายุมากขึ้น (34) และจากการศึกษาของ Black และ Hyatt ได้

ทำการศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดค่าปกติและความสัมพันธ์ของแรงดันการหายใจสูงสุดต่ออายุและเพศพบว่า ในกลุ่มตัวอย่างเพศชายและหญิงอายุน้อยกว่า 55 ปี ไม่พบความถดถอยของ MIP และ MEP อย่างมีนัยสำคัญ แต่ในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากกว่า 55 ปี พบว่า MEP ในเพศชายและเพศหญิง และ MIP ในเพศหญิงมีค่าที่ลดลงสอดคล้องกับอายุ (35) รวมถึงการศึกษาของ Johan และคณะ ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแรงดันการหายใจสูงสุดต่อเชื้อชาติ พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนชาติพันธุ์เอเชียนมีแรงดันการหายใจที่ต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนชาติพันธุ์ Caucasians ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวสำหรับคนเชื้อชาติเอเชียนยังพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละเชื้อชาติของคนเชื้อชาติเอเชียน ซึ่งพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนเชื้อชาติจีนมีแรงดันการหายใจสูงสุด ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับคุณลักษณะด้านร่างกายของแต่ละเชื้อชาติและชาติพันธุ์ (36) และอีกปัจจัยหนึ่งเป็นปัจจัยส่งผลต่อแรงดันการหายใจคือระดับกิจกรรมทางกาย ซึ่งการศึกษาของ Pereira และคณะ ซึ่งทำการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับความสอดคล้องของระดับกิจกรรมทางกายต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้สูงอายุ พบว่าผู้สูงอายุที่มีกิจกรรมทางกาย (Physically active elderly) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจสูงกว่าผู้สูงอายุที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง (Sedentary) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (37) และการศึกษาของ Ermiş และคณะ ทำการวิเคราะห์การทำงานของการทำงานของหัวใจและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในนักกีฬาฟุตบอลเพศหญิงเทียบกับผู้ที่มีกิจกรรมทางกายเนือยนิ่งเพศหญิง (Sedentary females) พบว่านักกีฬาฟุตบอลเพศหญิงมีแรงดันหายใจเข้าและออกสูงสุดมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งมีการทำงานของหัวใจที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่มีกิจกรรมทางกายเนือยนิ่งเพศหญิง (38)

3. การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเป็นส่วนที่สำคัญของการประเมินการทำงานของปอด เป็นการประเมินความสามารถของกล้ามเนื้อหายใจในการทำให้เกิดแรงดันเพื่อให้เกิดการหายใจ ซึ่งใช้ในการจำแนกภาวะกล้ามเนื้อหายใจอ่อนแรงทั้งในผู้ป่วยและผู้ที่มีสุขภาพดี ในผู้ป่วยที่ปัญหาในระบบทางเดินหายใจ มักจะมีปัญหากล้ามเนื้อหายใจอ่อนแรงที่ส่งผลให้เกิดภาวะเหนื่อยหอบง่าย และการไอเพื่อกำจัดเสมหะที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจยังเป็นตัวชี้วัดที่ดีสำหรับผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง (39) ภาวะหัวใจล้มเหลว และผู้ที่มีสุขภาพดี (40) รวมถึงใช้ในงานวิจัยที่ศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (41)

การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวัดแรงดันที่บริเวณหลอดอาหาร (esophageal pressure) เพื่อให้ทราบแรงดันในเยื่อหุ้มปอด (Pleural pressure) และ แรงดันในกระเพาะอาหาร (Gastric pressure) ซึ่งสะท้อนถึงแรงดันในช่องท้อง (Abdominal Pressure) และวิธีการหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในทางคลินิกในงานวิจัยคือ การวัดแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximal inspiratory pressure: MIP) และ แรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximal expiratory pressure: MEP) ด้วย Manometer เพื่อวัดความดันผ่านทางปาก (Mouth-pressure) วิธีการนี้ เป็นวิธีการที่ง่ายและไม่ลุกล้ำร่างกาย (Non-invasive method) (42) ซึ่งวิธีการดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสามารถของกล้ามเนื้อหายใจในการเกิดแรงเพื่อให้เกิดการหายใจ ซึ่งการวัดดังกล่าวอาจมีการรบกวนจากการขาดแรงจูงใจและความร่วมมือผู้ป่วย ทำให้การวัดคลาดเคลื่อนได้ (43) ซึ่งสามารถจัดการความคลาดเคลื่อนดังกล่าวได้ด้วยการทดสอบตามหลักการของ ATS/ERS (42) และการหาความน่าเชื่อถือภายในผู้วัด (Intra-rater reliability)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดแรงดันการหายใจที่นิยมนำมาใช้ในทางคลินิกและงานวิจัยในปัจจุบันคือ MicroRPM (Micro Medical Ltd, United Kingdom) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัด MIP และ MEP ชนิดมือถือซึ่งมีความตรงและความน่าเชื่อถือในระดับดี (ICC =0.81-0.90) (40)

4. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจคือการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหายใจทั้งในด้านของความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อหายใจ การฝึกกล้ามเนื้อหายใจนั้นถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพปอดและใช้เพิ่มประสิทธิภาพการหายใจในผู้ป่วยภาวะต่าง ๆ เช่น ในผู้ป่วยโรคหัวใจ (1-4) ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (5-7) ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (8-15) ผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง (Amyotrophic Lateral Sclerosis: ALS, Multiple Sclerosis: MS) (16) และผู้ป่วยภาวะวิกฤติ (17-19) รวมทั้งในผู้สูงอายุ (20-23) และใช้ในการส่งเสริมสุขภาพในผู้ที่มีสุขภาพดี (44) โดยทั่วไป อุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อหายใจถูกแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลักๆ ตามลักษณะและเป้าหมายของการฝึก ได้แก่ อุปกรณ์ฝึกแบบมีแรงต้าน (Resistance-training) และอุปกรณ์ฝึกความทนทาน (endurance training) โดยที่อุปกรณ์ที่ใช้ฝึกแบบมีแรงต้านสามารถแบ่งได้อีก 3 ชนิด ตามการวิธีการสร้างแรงต้านการหายใจ ได้แก่ ชนิดต้านด้วยการจำกัดการไหลของอากาศ(Passive flow-dependent resistance) เช่น Pflerx® ชนิดปรับการไหลของอากาศแบบพลวัตได้ (Dynamically adjusted flow-dependent) เช่น POWERbreathe® K-Series และชนิดระดับกั้นแรงดัน (Pressure threshold) เช่น Threshold IMT® และ POWERbreathe® (45,46) และสำหรับการฝึก

ความทนทานของกล้ามเนื้อหายใจ คือการฝึกที่มีจุดประสงค์เพื่อให้กล้ามเนื้อหายใจสามารถทำงานหดตัวด้วยความเร็วที่มากเป็นระยะเวลานาน ๆ ซึ่งในการฝึกความทนทานของกล้ามเนื้อหายใจ จะมีแค่เพียงการให้แรงต้านด้วยการจำกัดไหลของอากาศ และแรงต้านในระบบทางเดินหายใจ (45)

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มีหลักการเช่นเดียวกับการฝึกกล้ามเนื้อโครงร่าง (Skeletal Muscle) ได้แก่ หลักของการฝึกเกิน (overload) หลักของการเฉพาะเจาะจง (specificity) และหลักของการย้อนกลับ (reversibility) สำหรับหลักของการฝึกเกิน เพื่อให้เกิดการตอบสนองของการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อต้องทำงานมากกว่าปกติในขณะที่ทำการฝึก หลักการนี้เกี่ยวข้องกับแนวคิดของระยะเวลา (duration) ความหนัก (intensity) และความถี่ของการฝึก (frequency) อนึ่ง กล้ามเนื้อจะทำงานมากขึ้นให้สอดคล้องกับการฝึกที่นานขึ้น มีความหนักที่มากขึ้น และ/หรือ มีความถี่มากขึ้นจากที่ร่างกายทำงานตามปกติ ซึ่งหลักของการฝึกเกินนั้น มักจะเป็นหลักการแรกที่ถูกพูดถึงในการฝึกสำหรับผู้ที่มีสุขภาพดี และในผู้ป่วยภาวะต่าง ๆ และในการฝึกอย่างมีประสิทธิภาพ หลักของการเฉพาะเจาะจงก็เป็นสิ่งสำคัญ การเปลี่ยนแปลงของร่างกายที่เกิดขึ้นจากการฝึกมักขึ้นอยู่กับประเภทของสิ่งกระตุ้นที่กล้ามเนื้อแต่ละมัดได้รับ กล่าวคือรูปแบบของการฝึกมีผลต่อเป้าหมายของการฝึก เช่น กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกแบบความหนักสูงแต่ระยะเวลาสั้น ทำให้เพิ่มความแข็งแรง และการฝึกแบบความหนักต่ำแต่ระยะเวลานาน ทำให้เพิ่มความทนทาน และหลักของการย้อนกลับ ถูกอธิบายด้วยปรากฏการณ์ “Use it or lose it” การทำงานของกล้ามเนื้อหายใจอย่างต่อเนื่องในสภาวะพัก อาจไม่เพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้เกิดภาวะ detraining หรือ การฝึกที่น้อยเกินไป (46) ซึ่งทำให้เกิดการถดถอยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจได้โดยเฉพาะในผู้สูงอายุ (47) และในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (48)

จากการศึกษาที่ผ่านมาของ Zeren และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าต่อการทำงานของปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และความสามารถในการทำกิจกรรมในผู้ป่วยโรคหัวใจห้องบนเต้นพลิ้ว (Atrial fibrillation) โดยทำการแบ่งผู้เข้าร่วมการศึกษาเป็น 2 กลุ่มเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยอุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อหายใจ แบบ Threshold IMT โดยให้แรงต้านที่ 30% ของ MIP ฝึก 30 นาทีต่อครั้ง ทำ 2 ครั้งต่อวัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ร่วมกับการได้รับการรักษาทางการแพทย์แบบมาตรฐาน และกลุ่มควบคุมจะได้รับการรักษาทางการแพทย์แบบมาตรฐาน โดยทำการวัดค่าการทำงานของปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก และระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที พบว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วยโรคหัวใจห้องบนเต้นพลิ้ว จะมีทำให้ค่าการทำงานของปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก และระยะทางที่เดิน

ได้ใน 6 นาที ที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการฝึก และเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (49) สอดคล้องกับสอดคล้องกับการศึกษาของ Cordeiro และคณะ ซึ่งได้ทำการศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อความสามารถในการทำงานและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ โดยทำการแบ่งผู้เข้าร่วมการศึกษาเป็น 2 กลุ่มเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยอุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อหายใจ แบบ Threshold IMT โดยให้แรงต้านที่ 40% ของ MIP ฝึก 10 ครั้งต่อเซต 3 เซตต่อรอบ ทำ 2 รอบต่อวัน ตั้งแต่หลังได้รับการผ่าตัดจนถึงวันที่ผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาล ร่วมกับได้รับการรักษาทางการแพทย์แบบมาตรฐาน และกลุ่มควบคุมจะได้รับเพียงการรักษาทางการแพทย์แบบมาตรฐาน โดยทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยการวัดแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด ก่อนได้รับการผ่าตัดและวันที่ผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาลเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ทำการวัดความสามารถในการทำงานด้วยการทดสอบการเดินในระยะเวลา 6 นาที (6-minute walk test: 6MWT) ก่อนออกจากโรงพยาบาล และเปรียบเทียบจำนวนวันที่รักษาตัวที่โรงพยาบาล พบว่าจำนวนวันที่นอนโรงพยาบาลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ 2 กลุ่มการทดลอง (6.2 ± 1.3 วันสำหรับกลุ่มฝึก และ 8.4 ± 2.8 วันสำหรับกลุ่มควบคุม; $p < 0.01$) ในการเปรียบเทียบ MIP และระยะทางที่เดินได้สำหรับ 6MWT ของทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า MIP ของทั้ง 2 กลุ่มมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จาก 97.5 ± 18.2 เป็น 65.9 ± 14.9 ในกลุ่มควบคุม และ 94.2 ± 16.2 เป็น 83.1 ± 19.1 ในกลุ่มฝึก แต่กลุ่มฝึกมี MIP ที่สูงกว่าเมื่อได้รับการวัดในวันที่ออกจากโรงพยาบาล (83.1 ± 19.1 ในกลุ่มฝึก และ 65.9 ± 14.9 ในกลุ่มควบคุม; $p = 0.07$) สำหรับ 6MWT พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการฝึกสามารถเดินได้ไกลกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อได้รับการวัดในวันที่ออกจากโรงพยาบาล (442.4 ± 102.8 ในกลุ่มควบคุม และ 502.4 ± 112.8 ในกลุ่มฝึก; $p < 0.01$) (50) การศึกษาของซูลี โจนส์ และคณะ ซึ่งได้ทำการศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพื่อเพิ่มความทนทานในการออกกำลังกายในอาสาสมัครผู้สูงอายุสุขภาพดีจำนวน 17 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า (IMT) จำนวน 9 คน และกลุ่มควบคุม (CON) 8 คน โดยที่กลุ่ม IMT จะได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าชนิดใหม่ซึ่งใช้แรงดันของน้ำเป็นแรงต้านการหายใจเข้า โดยให้แรงต้านที่ 50% MIP เป็นเวลา 15 นาทีต่อครั้ง ทำ 2 ครั้งต่อวัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าหลังการฝึก กลุ่ม IMT มีการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า และความทนทานในการออกกำลังกายของแขนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความทนทานในการออกกำลังกายของขาที่ถูกทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที และความรู้สึกเหนื่อยหอบ (21) และการศึกษาของ Nepomuceno และคณะ ซึ่งทำการศึกษาความ

ปลอดภัยและผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนปลาย และความสามารถในการออกกำลังกายในผู้ป่วยที่นอนโรงพยาบาลนาน โดยผู้ป่วยถูกสุ่มแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า (IMT Group) (n=31) และกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบหลอก (Sham Group) (n=34) ใน IMT Group ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์ Powerbreathe Plus โดยให้แรงต้านที่ 50% ของ MIP ทำ 30 ครั้งต่อชุด 1 ชุดต่อรอบ ทำ 2 รอบต่อวัน ใน 4 สัปดาห์ (รวม 56 ครั้ง) และผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดแบบมาตรฐาน ทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจและกล้ามเนื้อกระบังลมส่วนปลาย ความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวัน ระยะเวลาการอยู่โรงพยาบาล และการเสียชีวิต ก่อนและหลังการรักษา และตัวแปรทางคลินิกต่างๆ จะถูกวัดจนกว่าผู้ป่วยถูกจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล พบว่าผู้ป่วยกลุ่ม IMT มีระยะเวลาการนอนโรงพยาบาลที่สั้นกว่า (33 vs 42 วัน, $p<0.01$) และมีความเสี่ยงต่อการใส่ท่อช่วยหายใจ (endotracheal intubation) ที่น้อยกว่า (Relative risk: RR = 0.36 ; 95% CI 0.27-0.97; $p=0.03$) รวมทั้งภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรง (RR= 0.36; 95% CI 0.19-0.98; $p=0.02$) และการเสียชีวิต (RR=0.23; 95% CI 0.2-0.94; $p=0.04$) แต่ไม่มีความแตกต่างของความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ (25) และจากการศึกษาแบบ Systematic review and meta-analysis ของ Wu และคณะ ที่ทำการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วยหัวใจล้มเหลวเรื้อรัง ซึ่งพบว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าสามารถเพิ่มความทนทานในการออกกำลังกายได้ดีพอๆ กับการลดการหอบเหนื่อย แต่ปรับเปลี่ยนคุณภาพชีวิตได้ยากในระยะสั้น ซึ่งการศึกษานี้แนะนำว่าบุคลากรทางการแพทย์ควรให้การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า 6 สัปดาห์เพื่อเปลี่ยนแปลงความเจ็บป่วยและพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยหัวใจล้มเหลวเรื้อรัง รวมทั้งทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของปอดดีขึ้น (51)

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจพบว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยแรงต้านที่ 30-50% ของ MIP 30 ครั้งต่อรอบ 1-2 รอบต่อวัน 5-7 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4-12 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เพิ่มความสามารถในการออกกำลังกาย และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของปอด โดยไม่ทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

5. อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath

อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath เป็นอุปกรณ์ที่กลุ่มสหสาขาวิชาชีพของศูนย์โรคหัวใจภาคเหนือตอนล่าง โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ประดิษฐ์และพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและทรวงอก ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการ

ปฏิบัติงานเดิม โดยสภาพการปฏิบัติงานเดิมคือ หลังผ่าตัดหัวใจและทรวงอก ผู้ป่วยทุกรายจะเข้าพักฟื้นในหอผู้ป่วยในและได้รับการแนะนำการฝึกสมรรถภาพการหายใจที่เหมาะสมโดยนักกายภาพบำบัด และได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการฝึกสมรรถภาพการหายใจด้วยตนเองที่บ้านโดยใช้เครื่องมือแบบเฉพาะ เมื่อผู้ป่วยมีอาการคงที่ ผู้ป่วยจะถูกจำหน่ายกลับบ้านและจะได้รับคำแนะนำให้ฝึกสมรรถภาพการหายใจโดยใช้เครื่องมือ Triflow® ต่อเนื่องด้วยตนเองที่บ้าน (ผู้ป่วยจะต้องจ่ายเงินเองเพื่อซื้อเครื่องมือนี้ในราคา 750 บาท) และนัดผู้ป่วยกลับมาเพื่อเข้ารับการติดตามอาการตามเวลาที่กำหนด ปัญหาสำคัญคือ ผู้ป่วยส่วนใหญ่ที่เข้ารับบริการขาดกำลังใจที่จะซื้อเครื่องมือ Triflow® ไปใช้ในการฝึกสมรรถภาพการหายใจที่บ้าน จึงทำให้เมื่อผู้ป่วยกลับมาเข้ารับการตรวจติดตามอาการยังคงมีปัญหาเรื่องการมีสมรรถภาพการหายใจต่ำกว่าปกติและบางรายเกิดภาวะแทรกซ้อนจนต้องกลับมาเข้ารับการรักษาตัวต่อที่โรงพยาบาลอีกครั้ง (29)

อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath ประกอบด้วยทรงกระบอกกลวงปลายปิด 2 ด้าน ปลายด้านบนถูกปิดด้วยฝาเกลียว ปลายด้านล่างต่อกับท่อลมแกนกลางด้านให้ทรงกระบอกกลวง และต่อกับสายยางและท่อที่ใช้สำหรับฝึกหายใจ (Mouthpiece) ซึ่งเป็นทางผ่านของลมหายใจ และภายในทรงกระบอกชั้นนอก มีทรงกระบอกปลายปิด 1 ด้านที่มีขนาดเล็กกว่า ครอบอยู่เหนือท่อลมแกนกลาง ทรงกระบอกชั้นนอก มีขีดบอกระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปขณะทำการฝึกกลัมน้ำหายใจ



ภาพที่ 1 อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath

การทำงานของอุปกรณ์ ใช้หลักการแทนที่ปริมาตรอากาศในพื้นที่ว่าง ปริมาตร = $\pi r^2 h$ และหลักการความดันของของเหลว โดยความดันของของเหลวจะขึ้นอยู่กับระดับความลึกและความหนาแน่นของของเหลว ความดัน = ρgh (π คือ ค่าคงที่ Pi; r คือ เส้นรัศมีของทรงกระบอก; h คือ ความสูงของทรงกระบอก; ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ; g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก)

คล้ายกับหลักการของ Manometer ด้วยการหายใจผ่านหลอดรูปตัว U ที่มีของเหลวอยู่ภายใน ในสภาวะปกติ ระดับความสูงของของเหลวให้หลอดแก้วทั้ง 2 ข้าง จะอยู่ในระดับที่เท่ากัน แต่เมื่อมีแรงดันอากาศที่เพิ่มมากขึ้นฝั่งหนึ่ง จะทำให้ระดับของของเหลวในหลอดแก้วฝั่งที่มีแรงดันอากาศเพิ่มขึ้นลดต่ำลง และทำให้ระดับความสูงของของเหลวในอีกฝั่งหนึ่งของหลอดแก้วยกตัวสูงขึ้น (29)

จากรายงานที่ผ่านมา ทางคณะผู้วิจัยของ ประยูทธ ภูวรัตน์าวีรวิธ ได้ทำการทดสอบการใช้งานเครื่องมือเบื้องต้น โดยผู้วิจัยใช้วิธีเป่าอากาศเข้าไปในอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจโดยถ่วงน้ำหนักไว้ที่ปลายกระบอก และทำการบันทึกค่าความสูงสุดท้ายของระดับน้ำก่อนที่กระบอกซึ่งถ่วงน้ำหนักจะขยับเคลื่อนที่ ความสูงของระดับน้ำที่ได้ (h) จะถูกนำมาคำนวณความดันการหายใจที่สร้างได้จากการออกแรงเป่า คำนวณจากสูตร $P = \rho gh$ ผลการศึกษาพบว่าความสูงของระดับน้ำแปรผันตรงกับน้ำหนักถ่วงและแปรผันตรงกับความดันที่สร้างได้จากการหายใจ ดังนั้นจะสามารถเพิ่มแรงดันขณะใช้งานให้กับอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจด้วยการเพิ่มน้ำหนักถ่วง (29)

อุปกรณ์ดังกล่าวประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อช่วยฝึกสมรรถภาพการหายใจ ที่สามารถฝึกได้หลากหลายวิธี สามารถวัดประสิทธิภาพได้จริงตามหลักการวิทยาศาสตร์ ในมาตรวัดที่เป็นมาตรฐานสากล และมีต้นทุนการประดิษฐ์ต่ำกว่าอุปกรณ์ที่ใช้ในปัจจุบันอย่างน้อย 6 เท่า เพื่อให้ผู้ป่วยที่มีความจำเป็นต้องฝึกสมรรถภาพการหายใจสามารถเข้าถึงได้ และใช้เพื่อฝึกสมรรถภาพการหายใจด้วยตนเองที่บ้านต่อไป โดยที่อุปกรณ์นี้ถูกทดสอบประสิทธิภาพในเพียงแค่ห้องทดลองเท่านั้น แต่ยังไม่ได้ถูกทดสอบประสิทธิภาพและผลของอุปกรณ์เมื่อนำไปทำการฝึกในมนุษย์ จึงทำให้ต้องมีการศึกษาทดลองเพิ่มเติม ก่อนที่จะนำไปใช้ฝึกในผู้ป่วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้มีอาสาสมัครเป็นผู้ที่มีสุขภาพดีเพศหญิง ไม่มีโรคประจำตัว อายุ 20-30 ปี ทั้งหมด 18 คน โดยสุ่มแบ่งกลุ่มอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง (Training Group) และกลุ่มควบคุม (Control Group) กลุ่มละ 9 คน ซึ่งจำนวนของอาสาสมัครได้ถูกกำหนดขึ้นจากการนำผลการศึกษาก่อนหน้าของ Hart และคณะ (52) มาคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power 3.1.9.2 ค่า $\alpha=0.05$, $\beta=0.80$, Effect size=1.44 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 9 คน

อาสาสมัครทุกคนลงนามยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยด้วยความสมัครใจ และสามารถถอนตัวออกจากการวิจัยได้ตลอดเวลา โดยมีเกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออกดังต่อไปนี้

เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria)

1. ผู้ที่มีอายุ 20-30 ปี เพศหญิง มีค่าสัญญาณชีพอยู่ในช่วงปกติ
2. ผู้ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย
3. ผู้ที่อาศัยในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
4. เป็นผู้ที่ประวัติไม่มีโรคประจำตัวทางระบบทางเดินหายใจทั้งในระยะเฉียบพลัน และระยะเรื้อรัง เช่น โรคทางเดินหายใจอุดกั้นเรื้อรัง หอบหืด ปอดอักเสบ วัณโรค รวมทั้งโรคที่เป็นข้อห้ามในการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (46)
5. ผู้ที่สามารถให้ความร่วมมือในการฝึกสมรรถภาพการหายใจ และสามารถทำความเข้าใจกระบวนการในการฝึกและการทำวิจัยได้

6. มีดัชนีมวลกาย (Body mass index: BMI) อยู่ในเกณฑ์ปกติ ($18.5 - 23.0 \text{ kg/m}^2$) ตามเกณฑ์ที่อ้างอิงจากองค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) (53)

เกณฑ์การคัดอาสาสมัครออกจากการวิจัย (Exclusion Criteria)

1. ผู้ที่ไม่สามารถสื่อสารได้
2. ผู้ที่อยู่ในช่วงรับประทานยาหรือได้รับการรักษาโรคทุกชนิด
3. ผู้ที่เคยมีประวัติเจ็บป่วยรุนแรงจนต้องรับการรักษาในโรงพยาบาล
4. ผู้ที่มีกิจกรรมทางกายระดับปานกลางมากกว่า 150 นาทีต่อสัปดาห์ และ/หรือ มีกิจกรรมทางกายระดับหนักมากกว่า 75 นาทีต่อสัปดาห์

เกณฑ์การถอนอาสาสมัคร (Withdrawal Criteria)

- 1.อาสาสมัครขอยุติการฝึก
- 2.ขณะรับการฝึกครั้งแรกพบว่ามีความผิดปกติของสัญญาณชีพ
- 3.อาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัย หรือ กิจกรรมอื่น ๆ ที่มีผลต่อตัวแปรที่ทำการศึกษาในโครงการวิจัย
- 4.อาสาสมัครเกิดความเจ็บป่วยเกี่ยวกับโรคระบบทางเดินหายใจ และระบบไหลเวียนโลหิต หรือเกิดความผิดปกติของสัญญาณชีพในระหว่างเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การยุติโครงการวิจัย (Study Termination Criteria)

- 1.พบอาสาสมัครเสียชีวิตระหว่างทำการทดลอง
- 2.พบว่าอาสาสมัครมีความผิดปกติของสัญญาณชีพในระหว่างทำการทดลองจนจำเป็นต้องได้รับการรักษาในโรงพยาบาล

สำหรับการแบ่งกลุ่มอาสาสมัคร ผู้วิจัยทำการสุ่มอาสาสมัครด้วยการสุ่มด้วยคอมพิวเตอร์ โดยให้นำอาสาสมัครมาเรียงลำดับ โดยที่ให้อาสาสมัครที่มีลำดับเป็นเลขคี่ ถูกจัดให้เข้าร่วมงานวิจัยในกลุ่มทดลอง อาสาสมัครที่มีลำดับเป็นเลขคู่ ถูกจัดให้เข้าร่วมงานวิจัยในกลุ่มควบคุม

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (respiratory muscles strength) โดยใช้เครื่อง Respiratory Pressure Meter วัดค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า (maximal inspiratory pressure; MIP) และค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก (maximal expiratory pressure; MEP)

ขั้นตอนการวัดแรงดันสูงสุดในการหายใจเข้า (Maximal Inspiratory Pressure)

1. ตรวจสอบอุปกรณ์ว่าสามารถใช้งานได้ และผ่านการสอบเทียบการวัด (Calibration) เรียบร้อยแล้ว
2. ตรวจสอบอุปกรณ์ที่ต้องสัมผัสกับผู้รับการทดสอบว่าทำการฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้งานหรือยัง และประกอบใส่กรองที่ยังไม่ถูกใช้แล้วหรือไม่ (ตรวจสอบความปลอดภัยของเครื่อง)
3. อธิบายถึงขั้นตอนการวัดแก่ผู้รับการทดสอบ โดยในขณะทำการวัด ผู้รับการทดสอบต้องทำการหายใจเข้าผ่านทางช่องเป่า (Mouthpiece) ของอุปกรณ์เท่านั้น โดยที่พยายามไม่ให้ลมที่หายใจรั่วออกจากช่องเป่าของอุปกรณ์

4. การวัดสามารถทำได้ในขณะที่ผู้รับการทดสอบนั่ง แต่ว่าเสื้อผ้าต้องไม่จำกัดการขยายของทรวงอกและที่หนีบจมูก (Nose-clip) ต้องปิดกั้นการหายใจทางจมูก

5. ก่อนทำการทดสอบผ่านอุปกรณ์ ควรให้ผู้รับการทดสอบมีการทดลองทำความคุ้นเคยการหายใจเข้าและออกสุดก่อน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการทดสอบซ้ำ

6. ในการวัดแรงดันสูงสุดในการหายใจเข้า ต้องมั่นใจว่าผู้รับการทดสอบหายใจเอาอากาศออกจนสุด (หายใจออกสุดจนถึง Residual Volume)

7. เริ่มทำการวัดโดยให้ผู้รับการทดสอบเริ่มเอาปากครอบบริเวณช่องเป่า และบอกผู้รับการทดสอบว่า “ให้สูดหายใจเข้าแรงๆ เข้าอีก! เข้าอีก!” โดยต้องพยายามหายใจเข้าให้แรงและเร็วที่สุดในระยะเวลาอย่างน้อย 2 วินาที แต่ไม่เกิน 3 วินาที จากนั้นให้ผู้รับการทดสอบผ่อนคลายเป็นปกติและเอาช่องเป่าออกจากปาก

8. นำค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์มาจดบันทึกใน Case Report Form

9. ให้ผู้ทำการวัดนำที่หนีบจมูกออก และให้นั่งพักอย่างน้อย 60 วินาที ก่อนทำการวัดซ้ำ

10. ทำการวัดอย่างน้อย 3 ครั้ง (ไม่เกิน 8 ครั้งต่อเนื่องกัน) โดยค่าที่ได้ไม่ควรต่างกันเกินร้อยละ 10 และให้บันทึกค่าที่ผู้รับการทดสอบสามารถทำได้มากที่สุด

ขั้นตอนการวัดแรงดันสูงสุดในการหายใจออก (Maximal Expiratory Pressure)

1. ตรวจสอบอุปกรณ์ว่าสามารถใช้งานได้ และผ่านการสอบเทียบการวัด (Calibration) เรียบร้อยแล้ว

2. ตรวจสอบอุปกรณ์ที่ต้องสัมผัสกับผู้รับการทดสอบว่าทำการฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้งานหรือยัง และประกอบใส่กรองที่ยังไม่ถูกใช้แล้วหรือไม่ (ตรวจสอบความปลอดภัยของเครื่อง)

3. อธิบายถึงขั้นตอนการวัดแก่ผู้รับการทดสอบ โดยในขณะที่ทำการวัด ผู้รับการทดสอบจะต้องทำการหายใจเข้าผ่านทางช่องเป่า (Mouthpiece) ของอุปกรณ์เท่านั้นโดยที่พยายามไม่ให้ลมที่หายใจรั่วออกจากช่องเป่าของอุปกรณ์

4. การวัดสามารถทำได้ในขณะที่ผู้รับการทดสอบนั่ง แต่ว่าเสื้อผ้าต้องไม่จำกัดการขยายของทรวงอกและที่หนีบจมูกต้องปิดกั้นการหายใจทางจมูก

5. ก่อนทำการทดสอบผ่านอุปกรณ์ ควรให้ผู้รับการทดสอบมีการทดลองการหายใจเข้าและออกสุดก่อน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการทดสอบซ้ำ

6. ในการวัดแรงดันสูงสุดในการหายใจออก ต้องมั่นใจว่าผู้รับการทดสอบหายใจเข้าจนสุด (หายใจเข้าสุดจนถึง Total Lung Capacity)

7. เริ่มทำการวัดโดยให้ผู้รับการทดสอบเริ่มเอาปากครอบบริเวณช่องเป่า และบอกผู้รับการทดสอบว่า “ให้เป่าแรง ๆ เป่าอีก! เป่าอีก!” โดยต้องพยายามหายใจออกให้แรงและเร็วที่สุดในระยะเวลาอย่างน้อย 2 วินาที แต่ไม่เกิน 3 วินาที จากนั้นให้ผู้รับการทดสอบผ่อนคลายเป็นปกติและเอาช่องเป่าออกจากปาก

8. นำค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์มาจดบันทึกใน Case Report Form

9. ให้ผู้ทำการวัดนำที่หนีบจมูกออก และให้นั่งพักอย่างน้อย 60 วินาที ก่อนทำการวัดซ้ำ

10. ทำการวัดอย่างน้อย 3 ครั้ง (ไม่เกิน 8 ครั้งต่อเนื่องกัน) โดยค่าที่ได้ ไม่ควรต่างกันเกินร้อยละ 10 และให้บันทึกค่าที่ผู้รับการทดสอบสามารถทำได้มากที่สุด

ซึ่งประเมินโดยผู้วิจัยคนเดิมตลอดการวิจัย และทำการทดสอบตามหลักการทดสอบกล้ามเนื้อหายใจของ ATS/ERS (42)

2. ตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ ได้แก่ อัตราชีพจร (Pulse Rate) ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (Pulse oxygen saturation) ค่าความดันโลหิต (Blood pressure) ด้วยเครื่องติดตามสัญญาณชีพชนิดข้างเตียง (Bedside monitor)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. แบบบันทึกข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการศึกษา (ภาคผนวก ข)
2. แบบสอบถามเรื่องการเคลื่อนไหวร่างกายระดับสากลชุดสั้นฉบับภาษาไทย (IPAQ-Short Form: Thai Version) (ภาคผนวก ค) (54)

3. Case report form (ภาคผนวก ง)

4. สมุดบันทึกการฝึกประจำวัน (Diary record) (ภาคผนวก จ)

ส่วนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1. เครื่องมือฝึกสมรรถภาพการหายใจ NU SpiroBreath (NUB)
2. Respiratory pressure meter รุ่น MicroRPM
3. เครื่องติดตามสัญญาณชีพชนิดข้างเตียง (Bedside Monitor) ยี่ห้อ Nihon Kohden รุ่น PVM-2701
4. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล ยี่ห้อ Omron รุ่น HBF-375
5. ที่วัดส่วนสูง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยยื่นเรื่องขอรับการพิจารณาด้านจริยธรรมของการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2562 (NU-IRB 0013/62)
2. เมื่อได้รับการพิจารณาและรับรองจริยธรรมของการวิจัยในมนุษย์แล้ว ผู้วิจัยตีพิมพ์และเผยแพร่โปสเตอร์ประชาสัมพันธ์เพื่อรับสมัครอาสาสมัครเข้าร่วมวิจัย
3. ผู้วิจัยดำเนินการซักซ้อมการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การวัดสัญญาณชีพ และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า รวมทั้งทำการทดสอบความน่าเชื่อถือภายในผู้วัด (intra-rater reliability test) โดยทำการคัดเลือกอาสาสมัครที่ไม่เกี่ยวข้องกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจจำนวน 8 คน ทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจด้วย Respiratory Pressure Meter ทั้ง MIP และ MEP ตามหลักการทดสอบกล้ามเนื้อหายใจของ ATS/ERS (42) จำนวน 2 ครั้ง โดยที่การวัดครั้งที่ 2 ทำภายหลังการวัดครั้งแรกอย่างน้อย 24 ชั่วโมง แล้วนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ Intraclass Correlation Coefficient (ICC) model 3,1 กำหนดให้ ICC เท่ากับ 0.75-0.90 ถือว่าการวัดมีความน่าเชื่อถือในระดับดี และ ICC มากกว่า 0.90 ถือว่าการวัดมีความน่าเชื่อถือในระดับดีเยี่ยม (55)
4. อาสาสมัครรับฟังและอ่านข้อมูลคำอธิบายเกี่ยวกับการเข้าร่วมงานวิจัย พร้อมลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย
5. อาสาสมัครทั้งหมดได้รับการกรอกแบบสอบถามประวัติและคัดกรองสุขภาพของอาสาสมัครที่ร่วมโครงการวิจัย และการตรวจร่างกาย ได้แก่ การวัดสัญญาณชีพ การวัดคุณลักษณะทางกาย และทำแบบสอบถามเรื่องการเคลื่อนไหวร่างกายระดับสากลชุดสั้นฉบับภาษาไทย
6. หลังจากผ่านการคัดกรองสุขภาพและผู้วิจัยเห็นว่าสัญญาณชีพอยู่ในช่วงปกติและไม่มีประวัติโรคประจำตัวร้ายแรง อาสาสมัครเข้ารับการศึกษานานอีก 1 สัปดาห์ถัดไป
7. อาสาสมัครถูกแบ่งกลุ่มการทดลองวิจัยออกเป็น 2 กลุ่ม โดยผู้วิจัยทำการสุ่มอาสาสมัครด้วยการสุ่มด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้การนำอาสาสมัครมาเรียงลำดับ โดยที่ให้อาสาสมัครที่มีลำดับเป็นเลขคี่ ถูกจัดให้เข้าร่วมงานวิจัยในกลุ่มทดลอง อาสาสมัครที่มีลำดับเป็นเลขคู่ ถูกจัดให้เข้าร่วมงานวิจัยในกลุ่มควบคุม
8. อาสาสมัครในกลุ่มทดลองได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในครั้งแรกและการวัดสัญญาณชีพขณะได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจครั้งแรกไม่เกิน 1 สัปดาห์หลังการทดสอบความแข็งแรงของ

กลัมนื้อหายใจก่อนการฝึกกลัมนื้อหายใจ โดยดำเนินการฝึกและการทดสอบตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

8.1 กลุ่มทดลอง

ในการฝึกกลัมนื้อหายใจในครั้งแรก อาสาสมัครกลุ่มทดลองได้รับคำแนะนำในการประกอบอุปกรณ์ NU SpiroBreath และฝึกกลัมนื้อหายใจเข้า รวมทั้งการดูแลรักษาและทำความสะอาดอุปกรณ์ และได้รับการวัดตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ ได้แก่ อัตราชีพจร ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด ค่าความดันโลหิต ด้วยเครื่องติดตามสัญญาณชีพชนิดข้างเดียว ซึ่งถูกบันทึกตั้งแต่ก่อนเริ่มการฝึก ระหว่างการฝึกทุก ๆ ชุดของการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการฝึกทุก 5 นาทีต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 30 นาที รวมกันทั้งหมด 10 ครั้ง และบันทึกเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นขณะการฝึก และหลังการฝึกลงใน Case Report Form เพื่อศึกษาความปลอดภัยของการฝึกกลัมนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath



ภาพที่ 2 แสดงการวัดตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ

ในการฝึกกลัมนื้อหายใจเข้า ให้อาสาสมัครสูดหายใจเข้าอย่างช้า ๆ และลึก ๆ ผ่านอุปกรณ์ NU SpiroBreath ทาง mouthpiece ใช้แรงต้าน 10 เซนติเมตรน้ำ ให้ปอดและทรวงอกขยายอย่างช้า ๆ โดยฝึกหายใจ 10 ครั้งต่อชุด ทั้งหมด 3 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาที ดังแสดงในรูป 3 ด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ที่ผู้วิจัยจัดสรรให้อาสาสมัครใช้ฝึก 1 ชั้น/คน



ภาพที่ 3 แสดงวิธีการใช้งาน NU SpiroBreath

หลังจากได้รับการฝึกครั้งแรก อาสาสมัครทำการฝึกที่บ้าน 1 ครั้งต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 8 สัปดาห์ บันทึกการฝึกในแต่ละวันลงในสมุดบันทึกการฝึกประจำวัน (Diary record) และหากอาสาสมัครประสบเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ขณะทำการฝึกที่บ้าน ให้อาสาสมัครทำการบันทึกเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ของการฝึกในแต่ละครั้งลงในสมุดบันทึกการฝึกประจำวัน

ในการดูแลรักษาและทำความสะอาดอุปกรณ์ NU SpiroBreath เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกในแต่ละวัน ให้อาสาสมัครถ่ายน้ำออกจากอุปกรณ์ และทำความสะอาดด้วยการแช่น้ำยาฆ่าเชื้อโรค และให้ตากอุปกรณ์ไว้ในที่แห้ง

8.2 กลุ่มควบคุม

ได้รับคำแนะนำให้ปฏิบัติตัวในชีวิตประจำวันตามปกติ โดยไม่ได้รับการฝึกฝนใด ๆ

9. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับการวัด MIP และ MEP ด้วย Respiratory pressure meter

10. หากอาสาสมัครประสบเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์จากงานวิจัย ผู้วิจัยรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการรักษาพยาบาล และมีมาตรการในการส่งต่อฉุกเฉิน



ภาพที่ 4 การวัดแรงดันการหายใจด้วยอุปกรณ์ Respiratory Pressure Meter

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยทดสอบทางสถิติทั้งหมดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ใช้สถิติแบบ Descriptive statistics และเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครระหว่างกลุ่มด้วย Chi-square test นำเสนอข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

ตอนที่ 2 ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล ใช้สถิติแบบ Shapiro-wilk test เพื่อประกอบการพิจารณาเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์และทดสอบข้อมูลทางสถิติ

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบการวัดตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจก่อนการฝึก ขณะฝึก และหลังการฝึกครั้งแรกโดยการใช้สถิติ k-related sample Friedman test นำเสนอข้อมูลด้วยด้วยค่ามัธยฐาน (Median) และค่าพิสัยควอไทล์ (Interquartile range: IQR)

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ Two-way Mixed-design ANOVA และ Post-hoc analysis ด้วย Bonferroni correction นำเสนอข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD)

หากมีข้อมูลสูญหาย (missing data) ของอาสาสมัคร ใช้ intention-to-treat ด้วยวิธี last observation carried forward (LOCF) โดยใช้ข้อมูลที่วัดได้ครั้งสุดท้ายก่อนที่อาสาสมัครหายไปจากการทดลองเป็นผลลัพธ์ของอาสาสมัครในครั้งถัดไป

โดยกำหนดช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% และกำหนดค่าระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$ ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การทดสอบความน่าเชื่อถือภายในผู้วัด (intra-rater reliability test)

เมื่อทำการทดสอบความน่าเชื่อถือภายในผู้วัด (Interrater Reliability test) ของการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจด้วย Respiratory Pressure Meter ทั้ง MIP และ MEP ตามตามหลักการทดสอบกล้ามเนื้อหายใจของ ATS/ERS (42) จำนวน 2 ครั้ง ในอาสาสมัครจำนวน 8 คน ผลการทดสอบพบว่า มีความน่าเชื่อถือภายในผู้วัดในระดับดีเยี่ยม ($ICC_{(3,1)} = 0.91$ และ 0.97 ตามลำดับ)

ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร

อาสาสมัครเพศหญิงจำนวน 18 คน สุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัว มีกิจกรรมทางกายน้อยถึงถูกสุ่มแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง ($n=9$) และกลุ่มควบคุม ($n=9$) โดยที่มีอาสาสมัคร 1 คนในกลุ่มควบคุมไม่สามารถติดตามผลได้เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 จึงไม่สามารถนำข้อมูลของอาสาสมัครรายดังกล่าวมาวิเคราะห์ข้อมูลได้ และมีอาสาสมัครอีก 1 คนในกลุ่มควบคุมไม่สามารถติดตามผลได้เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองในสัปดาห์ที่ 8 จึงทำการใช้กระบวนการ intention-to-treat ด้วยวิธี last observation carried forward (LOCF) โดยใช้ข้อมูลที่วัดได้ครั้งสุดท้ายก่อนที่อาสาสมัครหายไปจากการทดลองเป็นผลลัพธ์ของอาสาสมัครในครั้งถัดไป โดยข้อมูลลักษณะพื้นฐานของอาสาสมัครแต่ละกลุ่มแสดงในตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลลักษณะพื้นฐานของอาสาสมัครพบว่า น้ำหนักตัว ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ค่าความดันโลหิต อัตราชีพจร และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อายุระหว่างอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.03$)

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร

	กลุ่มทดลอง (n=9)	กลุ่มควบคุม (n=8)	p-value
อายุ (ปี)	21±1	24±2	0.03
น้ำหนักตัว (kg)	55±6	52±7	0.61
ส่วนสูง (cm)	160±5	160±5	0.41
ดัชนีมวลกาย (kg/m ²) (Body Mass Index: BMI)	21.33±2	20.51±2	0.39
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (mmHg) (Systolic Blood Pressure: SBP)	109±7	104±7	0.42
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (mmHg) (Diastolic Blood Pressure: DBP)	65±4	61±8	0.26
อัตราชีพจร (Pulse Rate: PR) (BPM)	79±10	76±7	0.42
ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (%) (Oxygen Saturation: SaO ₂)	98±1	99±1	0.32

แสดงผลเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การตอบสนองต่อตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ

อาสาสมัครกลุ่มทดลอง (n=9) ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจโดยใช้อุปกรณ์ NU SpiroBreath ได้รับการติดตามตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจก่อนการฝึก ขณะฝึก และหลังการฝึก จากตารางที่ 2 พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจในขณะการฝึกและเมื่อติดตามหลังการฝึกต่อเนื่องเป็นเวลา 30 นาที ด้วยข้อมูลตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ

ตารางที่ 2 แสดงการตอบสนองต่อตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ

ตัวแปรทางระบบ ไหลเวียนโลหิตและ ทางเดินหายใจ	ก่อนฝึก	หลังการฝึก ทันที	หลังการฝึก 15 นาที	หลังการ ฝึก 30 นาที	p-value
SBP (mmHg)	103 (14)	103 (12)	103 (13)	105 (10)	0.05
DBP (mmHg)	66 (7)	65 (7)	64 (9)	65 (8)	0.31
PR (BPM)	74 (20)	75 (15)	75 (14)	75 (15)	0.08
SaO ₂ (%)	99 (3)	97 (4)	98 (3)	99 (1)	0.37

แสดงผลเป็น ค่ามัธยฐาน(ค่าพิสัยคลอไท์)

ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

จากตารางที่ 3 และ 4 การเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดหลังการฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่ม พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบกันภายในกลุ่ม พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าแรงดันหายใจออกสูงสุดหลังการฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่ม ($p=0.02$, $p=0.07$) และเมื่อเปรียบเทียบกันภายในกลุ่ม พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มทดลองเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ ($p>0.01$, $p=0.03$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแรงดันหายใจออกสูงสุดระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ ในกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 3 แสดงผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

	ก่อนฝึก	หลังฝึก	หลังฝึก	p-value			
	ฝึก	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	ระหว่าง	Post 4	Post 8	Post 8 vs
	(Pre)	(Post 4)	(Post 8)	กลุ่ม	vs Pre	vs Pre	Post 4
แรงดันหายใจเข้าสูงสุด (Maximal Inspiratory Pressure: MIP) (เซนติเมตรน้ำ)							
กลุ่มทดลอง	80.6	85.8	88.2	0.40	1.00	0.84	0.53
(n=9)	±31	±30	±29				
กลุ่มควบคุม	79.0	75.8	79.8				
(n=8)	±29	±27	±26				
แรงดันหายใจออกสูงสุด (Maximal Expiratory Pressure: MEP) (เซนติเมตรน้ำ)							
กลุ่มทดลอง	59.9	71.9	72.0	0.35	0.02*	0.07**	1.00
(n=9)	±22	±19	±19				
กลุ่มควบคุม	76.6	80.3	84.0				
(n=8)	±17	±18	±25				

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก 4 สัปดาห์ระหว่างกลุ่ม

**มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่ม

ตารางที่ 4 แสดงผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเปรียบเทียบภายในกลุ่ม

	ก่อนฝึก (Pre)	หลังฝึก 4 สัปดาห์ (Post 4)	หลังฝึก 8 สัปดาห์ (Post 8)	p-value		
				Post 4 vs Pre	Post 8 vs Pre	Post 8 vs Post 4
แรงดันหายใจเข้าสูงสุด (Maximal Inspiratory Pressure: MIP) (เซนติเมตรน้ำ)						
กลุ่มทดลอง (n=9)	80.6 ±31	85.8 ±30	88.2 ±29	0.31	0.15	0.44
กลุ่มควบคุม (n=8)	79.0 ±29	75.8 ±27	79.8 ±26	0.55	0.89	0.25
แรงดันหายใจออกสูงสุด (Maximal Expiratory Pressure: MEP) (เซนติเมตรน้ำ)						
กลุ่มทดลอง (n=9)	59.9 ±22	71.9 ±19	72.0 ±19	<0.01*	0.03**	0.97
กลุ่มควบคุม (n=8)	76.6 ±17	80.3 ±18	84.0 ±25	0.31	0.21	0.29

แสดงผลเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มทดลองเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก 4 สัปดาห์

**มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มทดลองเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก 8 สัปดาห์

บทที่ 5

บทสรุป

งานวิจัยนี้มีรูปแบบการทดลองแบบสุ่มแบ่งกลุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized Controlled Trial) เพื่อศึกษาการตอบสนองของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ต่อตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ และผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ระยะเวลา 4 และ 8 สัปดาห์ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี โดยแบ่งอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ซึ่งอาสาสมัครที่ถูกจัดเข้ากลุ่มควบคุม ได้รับคำแนะนำให้ปฏิบัติตัวในชีวิตประจำวันตามปกติ โดยไม่ได้รับการฝึกใดๆ และอาสาสมัครที่ถูกจัดเข้ากลุ่มทดลอง ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และได้รับการวัดตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจในขณะทำการฝึกครั้งแรก เพื่อทดสอบความปลอดภัยของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มได้รับการวัดแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและแรงดันการหายใจออกสูงสุดเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจต่อการฝึกในระยะเวลา 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า

1. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath แบบทันที ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี
2. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ระยะเวลา 8 สัปดาห์ไม่มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี

อภิปรายผล

ในการศึกษาผลทันทีของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ต่อตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี โดยตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ ค่าความดันโลหิต อัตราชีพจร และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด ซึ่งพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าดังกล่าวในช่วงที่ทำการฝึก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจโดยใช้อุปกรณ์ NU SpiroBreath มีความปลอดภัยต่อระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจในขณะทำการฝึก การศึกษานี้เป็น

การศึกษาแรกที่ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจหรือ NU SpiroBreath ที่เป็นรูปแบบของการทดลองในมนุษย์ ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดต้นทุนในการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดด้วยการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เช่น ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและทรวงอก ผู้ป่วยภาวะวิกฤติ จากการศึกษาที่ผ่านมาของ Chuachan และคณะ ทำการศึกษาผลการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์ฝึกหายใจ BreatheMAX® ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า ความสามารถในการหยาเครื่องช่วยหายใจ และการทำงานของปอดและหัวใจ ในผู้ป่วยที่พึ่งเครื่องช่วยหายใจและเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วย BreatheMAX® ร่วมกับกระบวนการหยาเครื่องช่วยหายใจ สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า และเพิ่มความสามารถในการหยาเครื่องช่วยหายใจ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กระบวนการหยาเครื่องช่วยหายใจเพียงอย่างเดียว โดยที่การฝึกดังกล่าวมีความปลอดภัย ไม่มีผลเสียต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ (56) Tonella และคณะ ได้ทำการศึกษาศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรระบบทางเดินหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต ในผู้ป่วยที่เจาะคอใส่เครื่องช่วยหายใจ และเปรียบเทียบกับผู้ป่วยที่ใช้ intermittent nebulization program ในกระบวนการหยาเครื่องช่วยหายใจ ในขณะที่ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มีการติดตามตัวแปรระบบทางเดินหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตตลอดการฝึก วัดค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุด และศึกษาจำนวนวันที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ และระยะเวลาที่ใช้ในการหยาเครื่องช่วยหายใจ ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงตัวแปรระบบทางเดินหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตในช่วงของค่าปกติในขณะที่ผู้ป่วยฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ในกลุ่มที่ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และใช้ระยะเวลาในการหยาเครื่องช่วยหายใจที่สั้นกว่าผู้ป่วยที่ใช้ intermittent nebulization program ซึ่งสรุปได้ว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจมีความปลอดภัย ไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อตัวแปรระบบทางเดินหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า และทำให้ผู้ป่วยสามารถหยาเครื่องช่วยหายใจในระยะเวลาที่สั้นลง (18) และผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Nepomuceno และคณะ ทำการศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยและประสิทธิภาพของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพื่อป้องกันผลที่ไม่พึงประสงค์ในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการนอนโรงพยาบาลนาน แบ่งกลุ่มผู้ป่วยออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบหลอก (Sham Training) ซึ่งในกลุ่มที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าได้รับการฝึกด้วยอุปกรณ์ PowerBreathe Plus โดยให้แรงดันที่ระดับ 50% ของแรงดันหายใจเข้า

สูงสุด ทำ 30 ครั้งต่อชุด 1 ชุดต่อรอบ ทำ 2 รอบต่อวัน ระยะเวลา 4 สัปดาห์ และทั้งสองกลุ่มได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดแบบมาตรฐาน ทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจและกล้ามเนื้อกระบังลมส่วนปลาย ความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวัน ระยะเวลาการอยู่โรงพยาบาลและการเสียชีวิต ก่อนและหลังการรักษา โดยตัวแปรทางคลินิกต่างๆ ถูกวัดจนกว่าผู้ป่วยถูกจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีระยะเวลาการนอนโรงพยาบาลที่สั้นกว่า และมีความเสี่ยงต่อการใส่ท่อช่วยหายใจ (endotracheal intubation) น้อยกว่า รวมทั้งภาวะกล้ามเนื้ออ่อนแรงและการเสียชีวิต แต่ไม่มีความแตกต่างของความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ (25)

ในการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ผู้วิจัยทำการทดสอบตามวิธีการของ ATS/ERS (42) และมีกระบวนการหาความน่าเชื่อถือภายในผู้วัด (Intra-rater reliability) ก่อนเริ่มการทดลองเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในเก็บข้อมูล พบว่าความน่าเชื่อถือของผู้วัดมีความสอดคล้องกันในระดับดีมาก การทดสอบหาความน่าเชื่อถือของการวิจัยนี้เป็นการทดสอบด้วยผู้วัดคนเดียวกันในเวลาที่แตกต่างกัน 24-48 ชั่วโมง ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาของ Dimitriadis และคณะ (40) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวัดความเชื่อมั่นของการวัดซ้ำในการวัดค่าแรงดันหายใจสูงสุดด้วย MicroRPM ซึ่งเป็นเครื่องมือเดียวกันกับที่ใช้วัดในวิทยานิพนธ์นี้ พบว่าการวัดแรงดันการหายใจสูงสุดด้วย MicroRPM มีความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบความน่าเชื่อถือของผู้วัดในงานวิจัยนี้ โดยที่ในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจด้วยการวัดแรงดันการหายใจเข้าและออกสูงสุดด้วยอุปกรณ์ MicroRPM ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ค่าต่อการทดสอบ 1 ครั้ง โดยที่กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10 และเลือกค่าสูงสุดเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลการทดลองเป็นไปตามวิธีการของ ATS/ERS (42) ทำให้การวัดผลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลองมีความแม่นยำและถูกต้อง

สำหรับการศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี พบว่ามีเพียงค่า MEP ของกลุ่มทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า MIP พบว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา จากผลการศึกษาที่พบมีข้อสังเกตว่าอาจเกิดจากความหนักของแรงต้านการหายใจไม่เพียงพอ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรม โดยส่วนใหญ่ใช้แรงต้านของการฝึกหายใจที่ 30-50% ของ MIP ต่างจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU SpiroBreath ที่กำหนดแรงต้านการหายใจเข้าที่ 10 เซนติเมตรน้ำ เป็นความ

หนักของการฝึกระดับต่ำถึงปานกลาง โดยถูกจำกัดด้วยการออกแบบของอุปกรณ์ต้นแบบที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ ทั้งนี้ Kawauchi และคณะ ทำการศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าความหนักต่ำที่ 15% ของ MIP ร่วมกับการฝึกกล้ามเนื้ออย่างค้ำความหนักต่ำในผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจล้มเหลว NYHA Functional class II/III พบว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าความหนักต่ำร่วมกับการฝึกกล้ามเนื้ออย่างค้ำความหนักต่ำ สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างค้ำ และระยะทางในการทดสอบการเดิน 6 นาที (6-minute walk test) ได้ (57) ซึ่งแรงต้านของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจดังกล่าวอาจไม่เพียงพอในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี สำหรับระยะเวลาของการฝึก จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจระยะเวลาตั้งแต่ 4-12 สัปดาห์ สามารถทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเพิ่มขึ้นได้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการฝึก ซึ่งในงานวิจัยนี้ วัดผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 สอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น ในการกำหนดความหนักของแรงต้านการหายใจ โดยทั่วไป ควรกำหนดตามการวัด MIP ของอาสาสมัครก่อนเริ่มต้นการฝึก เพื่อให้เหมาะสมกับอาสาสมัครแต่ละคน และควรมีความก้าวหน้าของการฝึกโดยการเพิ่มแรงต้านของการหายใจตามความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจที่เพิ่มมากขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดใช้แรงต้านการหายใจระดับเดียวกัน โดยด้วยการออกแบบของอุปกรณ์ต้นแบบที่ถูกใช้ในงานวิจัยนี้ ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับผู้ป่วยที่มีภาวะกล้ามเนื้อหายใจอ่อนแรง โดยเฉพาะในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและทรวงอก (29) จึงอาจทำให้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจต่อการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในงานวิจัยนี้

อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath เป็นอุปกรณ์ที่ถูกประดิษฐ์และพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกสมรรถภาพหายใจในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและทรวงอก โดยที่อุปกรณ์ดังกล่าว มีต้นทุนในการประดิษฐ์ที่ถูก ลดการนำเข้าอุปกรณ์ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง ทำให้สามารถเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงการฟื้นฟูการหายใจ ซึ่งการฟื้นฟูการหายใจด้วยการฝึกหายใจ สามารถช่วยฟื้นฟูความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ลดภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น หลักการผ่าตัด ซึ่งช่วยลดการใช้ยาในการรักษาภาวะแทรกซ้อน และยังช่วยลดผลข้างเคียงอันไม่พึงประสงค์จากการใช้ยา ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาทางการแพทย์ได้ และอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถอธิบายกลไกด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ ใช้งานได้ง่าย ใช้น้ำเป็นแรงต้านในการหายใจและวัดระดับแรงต้านในการหายใจ จึงไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ เข้ามาเพิ่มเติม (29)

สำหรับวิทยานิพนธ์นี้ มีการกำหนดเกณฑ์คัดอาสาสมัครเข้าร่วมงานและคัดอาสาสมัครออกจากงานวิจัยที่สอดคล้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงดันการหายใจ เช่น เพศ อายุ ลักษณะทางกายภาพ และกิจกรรมทางกาย เป็นต้น มีการใช้ Intention-to-treat analysis เพื่อลดการสูญหายของข้อมูล เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของการศึกษา (58) และมีการเลือกใช้สถิติแบบ Two-way Mixed model ANOVA ในการวิเคราะห์ผลของการศึกษา เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้จากการวิเคราะห์สถิติหลายขั้นตอน (59)

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาวิจัยต่อในผู้ที่มีภาวะต่าง ๆ เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและทรวงอก เป็นต้น รวมถึงพัฒนาอุปกรณ์ให้สามารถปรับแรงดันการหายใจเพื่อให้เหมาะสมกับผู้ป่วยหรือผู้ที่นำอุปกรณ์ดังกล่าวไปใช้งาน และทำการศึกษาประสิทธิผลของการฝึกหายใจรูปแบบอื่น ๆ ที่อุปกรณ์ NU SpiroBreath สามารถนำมาใช้ในการฝึกได้ เช่น การฝึกกล้ามเนื้อหายใจออก การเพิ่มความจุปอด เป็นต้น

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

1. Buranapuntalug S, Jalayondeja W, Chaunchaiyakul R. Effectiveness of respiratory resistance training device on respiratory muscles strength and endurance. *J Med Tech Phy Ther.* 2013;25(2):181–92.
2. Zeren M, Demir R, Yigit Z, Gurses HN. Effects of inspiratory muscle training on pulmonary function, respiratory muscle strength and functional capacity in patients with atrial fibrillation: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2016;30(12):1165–74.
3. Bosnak-Guclu M, Arikan H, Savci S, Inal-Ince D, Tulumen E, Aytemir K, et al. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure. *Respir Med.* 2011;105(11):1671–81.
4. Lin S-J, McElfresh J, Hall B, Bloom R, Farrell K. Inspiratory Muscle Training in Patients with Heart Failure: A Systematic Review. *Cardiopulm Phys Ther J.* 2012 Sep;23(3):29–36.
5. Menezes KK, Nascimento LR, Ada L, Polese JC, Avelino PR, Teixeira-Salmela LF. Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: a systematic review. *J Physiother.* 2016;62(3):138–44.
6. Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, Coskun O. Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2010;24:240–50.
7. Chen PC, Liaw MY, Wang LY, Tsai YC, Hsin YJ, Chen YC, et al. Inspiratory muscle training in stroke patients with congestive heart failure: A CONSORT-compliant prospective randomized single-blind controlled trial. *Med Baltim.* 2016;95(37):e4856–e4856.
8. Beaumont M, Mialon P, Le Ber-Moy C, Lochon C, Peran L, Pichon R, et al. Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized trial. *Chron Respir Dis.* 2015;12(4):305–12.

9. Bernardi E, Pomidori L, Bassal F, Contoli M, Cogo A. Respiratory muscle training with normocapnic hyperpnea improves ventilatory pattern and thoracoabdominal coordination, and reduces oxygen desaturation during endurance exercise testing in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2015;10:1899–906.
10. Charususin N, Gosselink R, Decramer M, McConnell A, Saey D, Maltais F, et al. Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease (IMTCO study): a multicentre randomised controlled trial. *BMJ Open* [Internet]. 2013;3(8). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23921069>
11. Charususin N, Gosselink R, McConnell A, Demeyer H, Topalovic M, Decramer M, et al. Inspiratory muscle training improves breathing pattern during exercise in COPD patients. *Eur Respir J*. 2016;47(4):1261–4.
12. Charususin N, Gosselink R, Decramer M, Demeyer H, McConnell A, Saey D, et al. Randomised controlled trial of adjunctive inspiratory muscle training for patients with COPD. *Thorax*. 2018;73(10):1–9.
13. Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *Eur Respir J*. 2011;37(2):416–25.
14. Jimborean G, Ianoși ES, Croitoru A, Szasz S, Postolache P. Respiratory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. *Pneumologia*. 2017;66(3).
15. Leelarungrayub J, Pinkaew D, Puntumetakul R, Klaphajone J. Effects of a simple prototype respiratory muscle trainer on respiratory muscle strength, quality of life and dyspnea, and oxidative stress in COPD patients: a preliminary study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2017;12:1415–25.
16. Ferreira GD, Costa AC, Plentz RD, Coronel CC, Sbruzzi G. Respiratory training improved ventilatory function and respiratory muscle strength in patients with multiple sclerosis and lateral amyotrophic sclerosis: systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy*. 2016;102(3):221–8.

17. Moodie L, Reeve J, Elkins M. Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: A systematic review. *J Physiother*. 2011 Jan;57(4):213–20.
18. Tonella RM, Ratti L, Delazari LEB, Junior CF, Da Silva PL, Herran A, et al. Inspiratory Muscle Training in the Intensive Care Unit: A New Perspective. *J Clin Med Res*. 2017;9(11):929–34.
19. Vorona S, Sabatini U, Al-Maqbali S, Bertoni M, Dres M, Bissett B, et al. Inspiratory muscle rehabilitation in critically ill adults a systematic review and meta-analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2018;15(6):735–44.
20. Albuquerque IM de, Rossoni CS, Cardoso DM, Paiva DN, Fregonezi G. Effects of short inspiratory muscle training on inspiratory muscle strength and functional capacity in physically active elderly: A quasi-experimental study. *Eur J Physiother*. 2013;15(1):11–7.
21. Jones C, Laoakka T, Boonsawat W. Inspiratory muscle training increases elevated arm exercise endurance but not 6-minute walk distance in the elderly. *Thai J Phys Ther*. 2006;28(3):23–34.
22. Mills DE, Johnson MA, Barnett YA, Smith WH, Sharpe GR. The effects of inspiratory muscle training in older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(4):691–7.
23. Souza H, Rocha T, Pessoa M, Rattes C, Brandao D, Fregonezi G, et al. Effects of Inspiratory Muscle Training in Elderly Women on Respiratory Muscle Strength, Diaphragm Thickness and Mobility. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(12):1545–53.
24. Chen PC, Liaw MY, Wang LY, Tsai YC, Hsin YJ, Chen YC, et al. Inspiratory muscle training in stroke patients with congestive heart failure: A CONSORT-compliant prospective randomized single-blind controlled trial. *Med Baltim*. 2016;95(37):e4856.
25. Nepomuceno BRV, Barreto M de S, Almeida NC, Guerreiro CF, Xavier-Souza E, Neto MG. Safety and efficacy of inspiratory muscle training for preventing adverse outcomes in patients at risk of prolonged hospitalisation. *Trials*. 2017;18(1):1–8.

26. Crisafulli E, Costi S, Fabbri LM, Clini EM. Respiratory muscles training in COPD patients. *Int J COPD*. 2007;2(1):19–25.
27. Kayambu G, Boots R, Paratz J. Physical therapy for the critically ill in the ICU: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2013;41(6):1543–54.
28. Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *Eur Respir J*. 2011;37(2):416–25.
29. Poowaruttanawiwit P, Thipsalid K, Angsupachoti P, Rachapradit N, Sayasathid J, Chidnok W, et al. The development of low cost positive end-expiratory pressure device for post cardiothoracic surgery patient. In: National Research Council of Thailand, editor. *Thailand Research Symposium 2016*. 2016. p. 143–52.
30. West JB. *Respiratory Physiology: The Essentials*. 9th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
31. Dimarco AF, Connors AF, Kowalski KE. Gas exchange during separate diaphragm and intercostal muscle breathing. *J Appl Physiol*. 2004;96:2120–4.
32. Ratnovsky A, Elad D, Halpern P. Mechanics of respiratory muscles. *Respir Physiol Neurobiol*. 2008 Nov;163(1–3):82–9.
33. Hall JE. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. 13th ed. Elsevier; 2016.
34. Watsford ML, Murphy AJ, Pine MJ. The effects of ageing on respiratory muscle function and performance in older adults. *J Sci Med Sport*. 2007;10(1):36–44.
35. Black LF, Hyatt RE. Maximal Respiratory Pressures: Normal Values and Relationship to Age and Sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99(5):696–702.
36. Johan A, Chan CC, Chia HP, Chan OY, Wang YT. Maximal respiratory pressures in adult Chinese, Malays and Indians. *Eur Respir J*. 1997;10(12):2825–8.
37. Pereira FD, Batista WO, Fuly P dos SC, Alves Junior E de D, Silva EB da. Physical activity and respiratory muscle strength in elderly: a systematic review. *Fisioter Em Mov*. 2014;27(1):129–39.

38. Ermiş E, Yılmaz AK, Mayda H, Ermis A. Analysis of respiratory function and muscle strength of elite judo athletes and sedentary females. *J Hum Sport Exerc* [Internet]. 2019 [cited 2020 Sep 3];14(3). Available from: <http://hdl.handle.net/10045/85732>
39. Schoser B, Fong E, Geberhiwot T, Hughes D, Kissel JT, Madathil SC, et al. Maximum inspiratory pressure as a clinically meaningful trial endpoint for neuromuscular diseases: a comprehensive review of the literature. *Orphanet J Rare Dis*. 2017;12(1):52.
40. Dimitriadis Z, Kapreli E, Konstantinidou I, Oldham J, Strimpakos N. Test/retest reliability of maximum mouth pressure measurements with the MicroRPM in healthy volunteers. *Respir Care*. 2011;56(6):776–82.
41. Brown PI, Johnson MA, Sharpe GR. Determinants of inspiratory muscle strength in healthy humans. *Respir Physiol Neurobiol*. 2014;196:50–5.
42. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(4):518–624.
43. Syabbalo N. Assessment of respiratory muscle function and strength. *Postgrad Med J*. 1998;74(870):208–15.
44. McConnell AK, Romer LM. Respiratory Muscle Training in Healthy Humans: Resolving the Controversy. *Int J Sports Med*. 2004;25(4):284–93.
45. Menzes K, Nascimento L, Avelino P, Polese J, Salmela L. A Review on Respiratory Muscle Training Devices. *J Pulm Respir Med*. 2018;8(2):1–7.
46. McConnell A. Respiratory muscle training : Theory and practice. Churchill Livingstone; 2013. 256 p.
47. Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, Leurgans S, Shah RC, Bennett DA. Respiratory Muscle Strength Predicts Decline in Mobility in Older Persons. *Neuroepidemiology*. 2008;31(3):174–80.
48. Weiner P, Magadle R, Beckerman M, Weiner M, Berar-Yanay N. Maintenance of inspiratory muscle training in COPD patients: one year follow-up. *Eur Respir J*. 2004 Jan 1;23(1):61–5.

49. Zeren M, Demir R, Yigit Z, Gurses HN. Effects of inspiratory muscle training on pulmonary function, respiratory muscle strength and functional capacity in patients with atrial fibrillation: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2016;30(12):1165–74.
50. Cordeiro ALL, Melo TA de, Neves D, Luna J, Esquivel MS, Guimarães ARF, et al. Inspiratory muscle training and functional capacity in patients undergoing cardiac surgery. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2016;31(2):140–4.
51. Wu J, Kuang L, Fu L. Effects of inspiratory muscle training in chronic heart failure patients: A systematic review and meta-analysis. *Congenit Heart Dis.* 2018;
52. Hart N, Sylvester K, Ward S, Cramer D, Moxham J, Polkey MI. Evaluation of an inspiratory muscle trainer in healthy humans. *Respir Med.* 2001;95(6):526–31.
53. WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *The Lancet.* 2004 Jan 10;363(9403):157–63.
54. Rattanawiwatpong P, Khunphasee A, Pongurgsorn C, Intarakamhang P. Validity and reliability of the Thai version of Short Format International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *J Thai Rehabil.* 2006;16(3):147–60.
55. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med.* 2016 Jun 1;15(2):155–63.
56. Chuachan S, Reechaipichitkul W, Jones C. Effects of inspiratory muscle training using a new breathing device (BreatheMAX) for 7 days in patients with mechanical ventilator dependence: a pilot study of randomized controlled trial. *J Med Tech Phy Ther.* 2011;23(2):165–76.
57. Kawauchi TS, Umeda IK, Braga LM, Mansur A de P, Rossi-Neto JM, Guerra de Moraes Rego Sousa A, et al. Is there any benefit using low-intensity inspiratory and peripheral muscle training in heart failure? A randomized clinical trial. *Clin Res Cardiol.* 2017;106(9):676–85.
58. Nich C, Carroll KM. ‘Intention-to-treat’ meets ‘missing data’: implications of alternate strategies for analyzing clinical trials data. 2013;15.

59. Frey BB, editor. Mixed Model Analysis of Variance. In: The Sage encyclopedia of educational research, measurement, and evaluation. Los Angeles: SAGE Publications, Inc.; 2018. p. 1075–8.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

COA No. 149/2019
IRB No. 0013/62



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

NARESUAN UNIVERSITY INSTITUTIONAL REVIEW BOARD

99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 เบอร์โทรศัพท์ 05596 8642

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ชื่อโครงการ : ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี

Study Title : Effect of Respiratory muscle training using NU SpiroBreath device on respiratory muscle strength in healthy subjects

ผู้วิจัยหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ ชิตนอก

สังกัดหน่วยงาน : คณะสหเวชศาสตร์

ผู้ร่วมวิจัย : นายจิรสิน วิวัฒนาอนิสกุล

วิธีทบทวน : คณะกรรมการเต็มชุด (Full Board Review)

รายงานความก้าวหน้า : ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อย 1 ครั้ง/ปี หรือส่งรายงานฉบับสมบูรณ์หากดำเนินการเสร็จสิ้นก่อน 1 ปี / ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อยทุก 6 เดือน / ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อยทุก 3 เดือน

เอกสารรับรอง

1. AF 01-10 เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 24 ธันวาคม 2561
2. AF 04-11 เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 24 ธันวาคม 2561
3. AF 03-10 เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 24 ธันวาคม 2561
4. AF 04-10 เวอร์ชัน 3.0 วันที่ 31 มีนาคม 2562
5. AF 05-10 เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2562
6. สรุปโครงการเพื่อการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เวอร์ชัน 3.0 วันที่ 31 มีนาคม 2562
7. โครงร่างวิทยานิพนธ์ เวอร์ชัน 3.0 วันที่ 31 มีนาคม 2562
8. ประวัติผู้วิจัย เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 24 ธันวาคม 2561
9. แบบสอบถามประวัติและคัดกรองสุขภาพของอาสาสมัคร เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2562
10. แบบสอบถามเรื่องการเคลื่อนไหวร่างกายระดับสากล เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2562
11. Case Report Form เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2562
12. สมุดบันทึกการฝึกประจำวัน เวอร์ชัน 3.0 วันที่ 31 มีนาคม 2562
13. ใบประกาศรับอาสาสมัคร เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2562

ลงนาม

วิมลพร อธิคุณพงศ์

(นายแพทย์สมบุรณ์ ตันสุภสวัสดิกุล)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

วันที่รับรอง : 10 เมษายน 2562

Date of Approval : April 10, 2019

วันหมดอายุ : 10 เมษายน 2563

Approval Expire Date : April 10, 2020

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังต่อไปนี้ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

COA No. 149/2019
IRB No. 0013/62



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 เบอร์โทรศัพท์ 05596 8637

หนังสือรับรองเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ดำเนินการให้การรับรองเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากลได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ชื่อโครงการ : ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี

Study Title : Effect of Respiratory muscle training using NU SpiroBreath device on respiratory muscle strength in healthy subjects

ผู้วิจัยหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิระพงษ์ ชิตนอก

ผู้ร่วมวิจัย : นายจิรสิน วิวัฒนามานิตสกุล ศศ.ดร.ประยุทธ์ ภูวรัตน์าวีธ

สังกัดหน่วยงาน : คณะสหเวชศาสตร์

เอกสารที่ได้รับการรับรอง

1. แบบรายงานการแก้ไขเพิ่มเติมโครงการวิจัย (AF 01-13) เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 16 มีนาคม 2563
2. ตารางสรุปการเปลี่ยนแปลง (AF 02-13) เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 16 มีนาคม 2563
3. สรุปโครงการเพื่อการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เวอร์ชัน 4.0 วันที่ 16 มีนาคม 2563
4. ประวัติผู้วิจัย เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 16 มีนาคม 2563

ลงนาม

วิฑูรย์ อภิระกุลพิณกุล

(นายแพทย์สมบูรณ์ ต้นสุกุลสวัสดิ์กุล)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

วันที่รับรอง : 20 มีนาคม 2563

Date of Approval : March 20, 2020

หมายเหตุ ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

COA No. 149/2019

IRB No. 0013/62



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

99 หมู่ 9 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 เบอร์โทรศัพท์ 05596 8642

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ชื่อโครงการ : ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreathe ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี

Study Title : Effect of Respiratory muscle training using NU SpiroBreathe device on respiratory muscle strength in healthy subjects

ผู้วิจัยหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิระพงษ์ ชินนอก

สังกัดหน่วยงาน : คณะสหเวชศาสตร์

ผู้ร่วมวิจัย : นายจิรสิน วิวัฒนมานิตสกุล ดร.ประยุทธ ภูวรรตนาวิธ

วิธีทบทวน : คณะกรรมการเต็มชุด (Full Board Review)

รายงานความก้าวหน้า : ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อย 1 ครั้ง/ปี หรือส่งรายงานฉบับสมบูรณ์หากดำเนินโครงการเสร็จสิ้นก่อน 1 ปี / ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อยทุก 6 เดือน / ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อยทุก 3 เดือน

เอกสารรับรอง

1. แบบรายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัย (AF01-14) เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 10 มีนาคม 2563

ลงนาม

(นายแพทย์สมบูรณ์ ตันสุกสวัสดิกุล)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

วันที่รับรอง : 10 เมษายน 2562

วันหมดอายุ : 10 เมษายน 2563

วันที่รับรองต่อเนื่องครั้งที่ 1 : 10 เมษายน 2563

วันที่หมดอายุการรับรองครั้งที่ 1 : 10 เมษายน 2564

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

ภาคผนวก ข แบบสอบถามประวัติและคัดกรองสุขภาพของอาสาสมัครที่ร่วมโครงการวิจัย



แบบสอบถามประวัติและคัดกรองสุขภาพของอาสาสมัครที่ร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath
ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี

คำชี้แจง: แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อประเมินและคัดกรองปัญหาสุขภาพของอาสาสมัคร ซึ่งจะ
เกี่ยวข้องกับการวิจัย ดังนั้นกรุณาตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง และข้อมูลในแบบสอบถามนี้จะไม่ถูก
เผยแพร่

#####

Subject code.....

1. ประวัติส่วนตัว

- 1.1 วัน เดือน ปีเกิด.....อายุ.....ปี
1.2 ที่อยู่.....
1.3 อาชีพ..... เบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้.....

2. ประวัติสุขภาพ

2.1 ท่านเคยมีประวัติเจ็บป่วยรุนแรงจนต้องรับการรักษาในโรงพยาบาลหรือไม่

☐ เคย ☐ ไม่เคย

ถ้าเคย ท่านป่วยเป็น.....

เมื่อปี พ.ศ.

ได้รับการรักษาพยาบาลเป็นเวลา.....

2.2 ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่ ☐ มี ☐ ไม่มี

ถ้ามี โรคประจำตัวของท่านคือ.....

เริ่มเป็นโรคประจำตัวนี้เมื่อปี พ.ศ.

อาการของโรคคือ.....

ปัจจุบันได้รับการรักษาหรือไม่ ☐ ได้รับ ☐ ไม่ได้รับ

ปัจจุบันทานยาหรือไม่ ☐ ทาน ☐ ไม่ทาน

ระบุชื่อยา.....(หากรับประทาน)

อาการของโรคล่าสุด ☐ หายไป ☐ ยังคงอยู่ ☐ เพิ่มมากขึ้น

ท่านมีอาการแพ้ยาหรือไม่ ☐ มี ☐ ไม่มี

Approval
NU-IRB
10 เม.ย. 2562

3. ความร่วมมือในโครงการวิจัย

เมื่อท่านเข้าร่วมโครงการวิจัย ท่านคิดว่าท่านสามารถปฏิบัติตามข้อตกลงของการเข้าร่วมวิจัยได้อย่างเต็มความสามารถทุกครั้งจนสำเร็จด้วยดีหรือไม่ ☐ ได้ ☐ ไม่ได้

ลงชื่อ.....ผู้กรอก (อาสาสมัคร/ผู้วิจัย)

วันที่กรอก.....

4. ข้อมูลจากการตรวจร่างกาย

ประเมินสัญญาณชีพ (Vital sign)

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท (90-140/60-90 มิลลิเมตรปรอท)

อัตราชีพจรขณะพัก.....ครั้งต่อนาที (60-100 ครั้งต่อนาที)

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด.....เปอร์เซ็นต์ (95-100 เปอร์เซ็นต์)

คุณลักษณะทางกาย

น้ำหนักร่างกาย.....กิโลกรัม

ส่วนสูง.....เซนติเมตร

ค่าดัชนีมวลกาย.....กิโลกรัมต่อตารางเมตร (18.5-23.5 kg/m²)

5. ระดับกิจกรรมทางกาย (จาก IPAQ-Short Form: Thai Version)

กิจกรรมทางกายระดับปานกลาง.....นาทีต่อสัปดาห์ (ไม่เกิน 150 นาทีต่อสัปดาห์)

กิจกรรมทางกายระดับหนัก.....นาทีต่อสัปดาห์ (ไม่เกิน 75 นาทีต่อสัปดาห์)

ความเห็นของผู้วิจัย

.....
.....
.....
.....

การรับเข้าโครงการวิจัย ☐ รับ

☐ ไม่รับ เนื่องจาก.....

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

วันที่กรอก.....

Approval
10 เม.ย. 2562 **NU-IRB**

ภาคผนวก ค แบบสอบถามเรื่องการเคลื่อนไหวร่างกายระดับสากลชุดสั้นฉบับภาษาไทย
(IPAQ-Short Form: Thai Version)



แบบสอบถามเรื่องการเคลื่อนไหวร่างกายระดับสากลชุดสั้นฉบับภาษาไทย
(IPAQ-Short Form: Thai Version)

ชื่อโครงการวิจัย ผลของกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath
ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี
Subject code.....

คำชี้แจง: ด้วยผู้ทำวิจัยมีความสนใจเกี่ยวกับประเภทของการเคลื่อนไหวร่างกายที่ท่านปฏิบัติในชีวิตประจำวัน จึงได้จัดทำแบบสอบถามเกี่ยวกับเวลาที่ท่านได้ใช้ในการเคลื่อนไหวร่างกายประเภทต่างๆ ในช่วง 7 วันที่ผ่านมา จึงขอท่านกรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้องถึงแม้ว่าท่านจะรู้สึกว่าคุณไม่ได้เคลื่อนไหวกระฉับกระเฉงนัก

โปรดคิดถึงกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายต่างๆ ที่ท่านปฏิบัติในช่วงอยู่ที่ทำงาน ขณะทำงานบ้านและงานภาคสนามของบ้านท่านเอง การเดินทางไป-กลับระหว่างสถานที่ต่างๆ และการใช้เวลาว่างในการทำกิจกรรมเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ การออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา

ช่วงแรกให้ท่านคิดถึงการเคลื่อนไหวร่างกายระดับหนัก ที่ท่านทำติดต่อกันอย่างน้อย 10 นาทีขึ้นไป ในช่วง 7 วันที่ผ่านมา

การเคลื่อนไหวระดับหนัก หมายถึง กิจกรรมที่ต้องออกแรง/ออกกำลังกายมาก และทำให้ท่านรู้สึกเหนื่อยกว่าปกติมาก โดยหายใจเร็วและแรง

1. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมา ท่านมีการเคลื่อนไหวร่างกายระดับหนัก เช่น การยกของหนัก ขุดดิน เดินแอโรบิก หรือถีบจักรยานเร็วๆ เป็นเวลากี่วัน

.....วัน/สัปดาห์

☐ ไม่มีการเคลื่อนไหวร่างกายระดับหนัก → ให้ข้ามไปตอบข้อที่ 3

2. ในแต่ละวันที่ท่านตอบนั้น ท่านใช้เวลาในการเคลื่อนไหวร่างกายระดับหนักวันละ

.....ชั่วโมง.....นาที/วัน

☐ ไม่ทราบ/ไม่แน่ใจ

ช่วงต่อไปให้ท่านคิดถึงการเคลื่อนไหวร่างกายระดับปานกลาง ที่ท่านทำติดต่อกันอย่างน้อย 10 นาทีขึ้นไปในช่วง 7 วันที่ผ่านมา

การเคลื่อนไหวระดับปานกลาง หมายถึง กิจกรรมที่ต้องออกแรง/ออกกำลังกายพอประมาณ และทำให้ท่านรู้สึกเหนื่อยกว่าปกติพอสมควร โดยหายใจแรงกว่าปกติเล็กน้อย

Approval
10 เม.ย. 2562 NU-IRB

3. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมา ท่านมีการเคลื่อนไหวร่างกายระดับปานกลาง เช่น ถีบของที่มีน้ำหนักเบา ถีบจักรยานด้วยความเร็วปกติ หรือเล่นเทนนิสคู่ โดยที่ไม่รวมเรื่องการเดิน เป็นเวลากี่วัน

.....วัน/สัปดาห์

☐ ไม่มีการเคลื่อนไหวร่างกายระดับปานกลาง → ให้ข้ามไปตอบข้อที่ 5

4. ในแต่ละวันที่ท่านตอบนั้น ท่านใช้เวลาในการเคลื่อนไหวร่างกายระดับปานกลางวันละ

.....ชั่วโมง.....นาที/วัน

☐ ไม่ทราบ/ไม่แน่ใจ

ช่วงต่อไปให้ท่านคิดถึงเวลาที่ใช้สำหรับการเดิน ซึ่งรวมถึง การเดินในที่ทำงานและที่บ้าน เดินจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง และการเดินอื่นๆ ที่ท่านปฏิบัติขณะพักผ่อนหย่อนใจหรือนันทนาการ ขณะเล่นกีฬา เดินออกกำลังกาย หรือเดินในเวลาว่าง

5. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมา ท่านมีการเดินติดต่อกันอย่างน้อย 10 นาที เป็นเวลากี่วัน

.....วัน/สัปดาห์

☐ ไม่มีการเคลื่อนไหวร่างกายระดับปานกลาง → ให้ข้ามไปตอบข้อที่ 7

6. ในแต่ละวันที่ท่านตอบนั้น โดยปกติท่านใช้เวลาสำหรับการเดินวันละ

.....ชั่วโมง.....นาที/วัน

☐ ไม่ทราบ/ไม่แน่ใจ

คำถามสุดท้ายเป็นคำถามเกี่ยวกับเวลาที่ท่านใช้สำหรับการนั่งในวันธรรมดา (วันจันทร์-วันศุกร์) ในช่วง 7 วันที่ผ่านมา ซึ่งรวมถึงเวลาที่ใช้นั่งในที่ทำงาน ที่บ้าน ขณะเรียนหนังสือหรือทำการบ้าน และระหว่างพักผ่อนหย่อนใจ โดยรวมเวลาที่ใช้สำหรับนั่งโต๊ะ นั่งคุยกับเพื่อนๆ นั่งอ่านหนังสือ หรือนั่งหรือนอนดูโทรทัศน์

7. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมา ท่านใช้เวลาสำหรับการนั่งในวันธรรมดาวันละ

.....ชั่วโมง.....นาที/วัน

☐ ไม่ทราบ/ไม่แน่ใจ

ลงชื่อ.....ผู้กรอก (อาสาสมัคร/ผู้วิจัย)

วันที่กรอก.....

Approval
NU-IRB
10 เม.ย. 2562

ภาคผนวก ง Case Report Form



Case Report Form

ชื่อโครงการ ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath ต่อ
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี

Subject code.....

#####

ครั้งที่ 1 ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจก่อนการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

แรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า (Maximal Inspiratory Pressure: MIP)

ครั้งที่ 1.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 2.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 3.....เซนติเมตรน้ำ

ค่าสูงสุด.....เซนติเมตรน้ำ

แรงดันสูงสุดขณะหายใจออก (Maximal Expiratory Pressure: MEP)

ครั้งที่ 1.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 2.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 3.....เซนติเมตรน้ำ

ค่าสูงสุด.....เซนติเมตรน้ำ

หมายเหตุ

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

วันที่กรอก.....

Approval
10 เม.ย. 2562 **NU-IRB**



Approval
10 เม.ย. 2562 **NU-IRB**

Case Report Form

ชื่อโครงการ ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath ต่อ
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี

Subject code.....

#####

ครั้งที่ 2 วัดตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ

ขณะการฝึกกล้ามเนื้อหายใจครั้งที่ 1

ก่อนการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท

อัตราการหายใจขณะพัก.....ครั้งต่อนาที

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด.....เปอร์เซ็นต์

หลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า ชุดที่ 1

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท

อัตราการหายใจขณะพัก.....ครั้งต่อนาที

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด.....เปอร์เซ็นต์

หลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า ชุดที่ 2

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท

อัตราการหายใจขณะพัก.....ครั้งต่อนาที

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด.....เปอร์เซ็นต์

หลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจทันที

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท

อัตราการหายใจขณะพัก.....ครั้งต่อนาที

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด.....เปอร์เซ็นต์

หลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ นาทีกี่ 5

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท

อัตราการหายใจขณะพัก.....ครั้งต่อนาที

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด.....เปอร์เซ็นต์

หลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ นาทีกี่ 10

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท

อัตราการหายใจขณะพัก.....ครั้งต่อนาที

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด.....เปอร์เซ็นต์

Approval
10 เม.ย. 2562 **NU-IRB**

หลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ นาທີที่ 15

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท

อัตราชีพจรขณะพัก.....ครั้งต่อนาที

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด.....เปอร์เซ็นต์

หลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ นาທີที่ 20

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท

อัตราชีพจรขณะพัก.....ครั้งต่อนาที

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด.....เปอร์เซ็นต์

หลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ นาທີที่ 25

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท

อัตราชีพจรขณะพัก.....ครั้งต่อนาที

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด.....เปอร์เซ็นต์

หลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ นาທີที่ 30

ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท

อัตราชีพจรขณะพัก.....ครั้งต่อนาที

ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด.....เปอร์เซ็นต์

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์	ระบุรายละเอียด
เวียนศีรษะ	
ปวดศีรษะ	
หน้ามืด	
หายใจหอบเหนื่อย	
อื่นๆ (ระบุ)	
อื่นๆ (ระบุ)	

หมายเหตุ

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

วันที่กรอก.....



Approval
10 เม.ย. 2562 **NU-IRB**

Case Report Form

ชื่อโครงการ ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath ต่อ
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี

Subject code.....

#####

ครั้งที่ 3 ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ 4 สัปดาห์

แรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า (Maximal Inspiratory Pressure: MIP)

ครั้งที่ 1.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 2.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 3.....เซนติเมตรน้ำ

ค่าสูงสุด.....เซนติเมตรน้ำ

แรงดันสูงสุดขณะหายใจออก (Maximal Expiratory Pressure: MEP)

ครั้งที่ 1.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 2.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 3.....เซนติเมตรน้ำ

ค่าสูงสุด.....เซนติเมตรน้ำ

หมายเหตุ

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

วันที่กรอก.....



Approval
10 เม.ย. 2562
NU-IRB

Case Report Form

ชื่อโครงการ ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU SpiroBreath ต่อ
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี

Subject code.....

#####

ครั้งที่ 4 ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ 8 สัปดาห์

แรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า (Maximal Inspiratory Pressure: MIP)

ครั้งที่ 1.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 2.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 3.....เซนติเมตรน้ำ

ค่าสูงสุด.....เซนติเมตรน้ำ

แรงดันสูงสุดขณะหายใจออก (Maximal Expiratory Pressure: MEP)

ครั้งที่ 1.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 2.....เซนติเมตรน้ำ

ครั้งที่ 3.....เซนติเมตรน้ำ

ค่าสูงสุด.....เซนติเมตรน้ำ

หมายเหตุ

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

วันที่กรอก.....

ภาคผนวก จ สมุดบันทึกการฝึกประจำวัน (Diary record)

สมุดบันทึกการฝึกประจำวัน (Diary record)

โครงการวิจัย เรื่อง ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจ NU
SpiroBreath ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี



หน่วยวิจัยด้านวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการฟื้นฟู

ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตารางกิจกรรมของโครงการ

ครั้งที่	รายการกิจกรรม	วันนัด
1	- ตรวจวัดสัญญาณชีพ (ค่าความดันโลหิต ค่าชีพจร ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด) - สอบถามประวัติสุขภาพ - ประเมินระดับกิจกรรมทางกาย	
2	- ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจก่อนการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ	
3	- <u>อาสาสมัครที่อยู่ในกลุ่มทดลอง</u>รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในครั้งแรกและการวัดสัญญาณชีพขณะได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจครั้งแรก - <u>อาสาสมัครที่อยู่ในกลุ่มควบคุม</u> ท่านจะได้รับคำแนะนำให้ปฏิบัติตัวในชีวิตประจำวันตามปกติ โดยไม่ได้รับการฝึกฝนใดๆ ซึ่งคำแนะนำดังกล่าวจะได้รับผ่านการสนทนาโทรศัพท์	
4	- ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ 4 สัปดาห์	
5	- ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ 8 สัปดาห์	

หากพบอันตรายที่เกิดขึ้นจากการวิจัย ท่านจะได้รับการรักษาอย่างเหมาะสมทันที และท่านปฏิบัติตามคำแนะนำของทีมผู้ทำวิจัยแล้ว ผู้ทำวิจัยยินดีจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลของท่าน และการลงนามในเอกสารให้ความยินยอม ไม่ได้หมายความว่าท่านได้สละสิทธิ์ทางกฎหมายตามกฎหมายตามปกติที่ท่านพึงมี

ในกรณีที่ท่านได้รับอันตรายใด ๆ หรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย ท่านสามารถติดต่อกับผู้ทำวิจัยคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิระพงษ์ ชิตนอก หมายเลขโทรศัพท์ 095-6326336 และ นายจิรสิน วิวัฒน์มานิตสกุล หมายเลขโทรศัพท์ 084-1464500 ได้ตลอด 24 ชั่วโมง

คำอธิบายการใช้อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพการหายใจ (NU SpiroBreathe)

ส่วนประกอบของอุปกรณ์



- | | |
|-------------------|---------------------------|
| 1. ขวดใบเล็ก | 4. กระจกพลาสติกและฝากระจก |
| 2. ขวดใบใหญ่ | 5. ฝาขวดใบใหญ่ |
| 3. ท่อดูด/ท่อเป่า | 6. สายยาง |

วิธีประกอบอุปกรณ์

1. ประกอบขวดโดยคว่ำขวดใบเล็กไว้ภายในขวดใบใหญ่
2. วางกระจกพลาสติกบนขวดใบเล็กและปิดฝากระจก
3. ต่อสายยางเข้ากับขวดผ่านช่องต่อสายยางด้านล่างขวดใบใหญ่
4. ต่อท่อดูด/ท่อเป่าเข้ากับปลายสายยาง
5. ปิดฝาขวดใหญ่ให้สนิท



การฝึกกลืนน้ำหายใจเข้า

1. ก่อนปิดฝาขวดใบใหญ่ เติมน้ำให้ถึงขีดบอกระดับเติมน้ำสำหรับการหายใจเข้า
2. ปิดฝาขวดใบใหญ่ ถี้อุปกรณ์ NU SpiroBreath ให้อยู่ในระดับสายตา จากนั้นเริ่มทำการสูดหายใจเข้าช้าๆผ่านท่อดูดที่ปลายสายยางที่ต่อกับอุปกรณ์จนได้ระดับน้ำด้านในขวดใบเล็กที่ 10 cmH₂O
3. จากนั้นหายใจออกช้าๆจนระดับน้ำกลับมายู่ที่ตำแหน่งเดิม ทำซ้ำ 10 ครั้งต่อชุด ทำ 3 ชุดต่อวัน

การฝึกกลืนน้ำหายใจออก

1. ก่อนปิดฝาขวดใบใหญ่ เติมน้ำให้ถึงขีดบอกระดับเติมน้ำสำหรับการหายใจออก
2. ปิดฝาขวดใบใหญ่ ถี้อุปกรณ์ NU SpiroBreath ให้อยู่ในระดับสายตา จากนั้นเริ่มทำการเป่าช้าๆผ่านท่อเป่าที่ปลายสายยางที่ต่อกับอุปกรณ์จนได้ระดับน้ำด้านในขวดใบใหญ่ที่ 10 cmH₂O
3. จากนั้นหายใจเข้าช้าๆจนระดับน้ำกลับมายู่ที่ตำแหน่งเดิม ทำซ้ำ 10 ครั้งต่อชุด ทำ 3 ชุดต่อวัน

การดูแลรักษาและทำความสะอาดอุปกรณ์ NU SpiroBreath

เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกในแต่ละวัน ให้อาสาสมัครถายน้ำออกจากอุปกรณ์ และทำความสะอาดด้วยการแช่น้ำยาฆ่าเชื้อโรค ล้างด้วยน้ำสะอาด และให้ตากอุปกรณ์ไว้ในที่แห้ง



บันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

สัปดาห์ที่ 1

วันที่ฝึก	จำนวนครั้งที่ทำได้			หมายเหตุ
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์	ระบุรายละเอียด
วิงเวียนศีรษะ	
ปวดศีรษะ	
หน้ามืด	
หายใจหอบเหนื่อย	
อื่นๆ (ระบุ)	
อื่นๆ (ระบุ)	

หมายเหตุ

.....

.....

.....

.....

บันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

สัปดาห์ที่ 2

วันที่ฝึก	จำนวนครั้งที่ทำได้			หมายเหตุ
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

	เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์	ระบุรายละเอียด
	วิงเวียนศีรษะ	
	ปวดศีรษะ	
	หน้ามืด	
	หายใจหอบเหนื่อย	
	อื่นๆ (ระบุ)	
	อื่นๆ (ระบุ)	

หมายเหตุ

.....

.....

.....

.....

บันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

สัปดาห์ที่ 3

วันที่ฝึก	จำนวนครั้งที่ทำได้			หมายเหตุ
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

	เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์	ระบุรายละเอียด
	วิงเวียนศีรษะ	
	ปวดศีรษะ	
	หน้ามืด	
	หายใจหอบเหนื่อย	
	อื่นๆ (ระบุ)	
	อื่นๆ (ระบุ)	

หมายเหตุ

.....

.....

.....

.....

บันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

สัปดาห์ที่ 4

วันที่ฝึก	จำนวนครั้งที่ทำได้			หมายเหตุ
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

	เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์	ระบุรายละเอียด
	วิงเวียนศีรษะ	
	ปวดศีรษะ	
	หน้ามืด	
	หายใจหอบเหนื่อย	
	อื่นๆ (ระบุ)	
	อื่นๆ (ระบุ)	

หมายเหตุ

.....

.....

.....

.....

บันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

สัปดาห์ที่ 5

วันที่ฝึก	จำนวนครั้งที่ทำได้			หมายเหตุ
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

	เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์	ระบุรายละเอียด
	วิงเวียนศีรษะ	
	ปวดศีรษะ	
	หน้ามืด	
	หายใจหอบเหนื่อย	
	อื่นๆ (ระบุ)	
	อื่นๆ (ระบุ)	

หมายเหตุ

.....

.....

.....

.....

บันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

สัปดาห์ที่ 6

วันที่ฝึก	จำนวนครั้งที่ทำได้			หมายเหตุ
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

	เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์	ระบุรายละเอียด
	วิงเวียนศีรษะ	
	ปวดศีรษะ	
	หน้ามืด	
	หายใจหอบเหนื่อย	
	อื่นๆ (ระบุ)	
	อื่นๆ (ระบุ)	

หมายเหตุ

.....

.....

.....

.....

บันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

สัปดาห์ที่ 7

วันที่ฝึก	จำนวนครั้งที่ทำได้			หมายเหตุ
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

	เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์	ระบุรายละเอียด
	วิงเวียนศีรษะ	
	ปวดศีรษะ	
	หน้ามืด	
	หายใจหอบเหนื่อย	
	อื่นๆ (ระบุ)	
	อื่นๆ (ระบุ)	

หมายเหตุ

.....

.....

.....

.....

บันทึกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

สัปดาห์ที่ 8

วันที่ฝึก	จำนวนครั้งที่ทำได้			หมายเหตุ
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	

เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

	เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์	ระบุรายละเอียด
	วิงเวียนศีรษะ	
	ปวดศีรษะ	
	หน้ามืด	
	หายใจหอบเหนื่อย	
	อื่นๆ (ระบุ)	
	อื่นๆ (ระบุ)	

หมายเหตุ

.....

.....

.....

.....